



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

EDYELLY CRISTTIAN GALDINO FERNANDES

**MAPEAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BIM: ESTUDO DE
CASO EM PRÉDIO DA UFERSA.**

CARAÚBAS /RN

2022

EDYELLY CRISTTIAN GALDINO FERNANDES

**MAPEAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BIM: ESTUDO DE
CASO EM PRÉDIO DA UFERSA.**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Brenno Dayano Azevedo da
Silveira

CARAÚBAS /RN

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F345 Fernandes , Edyelly.
 MAPEAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BIM:
 ESTUDO DE CASO EM PRÉDIO DA UFERSA. / Edyelly
 Fernandes . - 2022.
 38 f. : il.

 Orientador: Brenno Silveira.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2022.

 1. Construção Civil. 2. Gestão da manutenção. 3.
 Danos . I. Silveira, Brenno, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-Ufersa), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

EDYELLY CRISTTIAN GALDINO FERNANDES

**MAPEAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM BIM: ESTUDO DE
CASO EM PRÉDIO DA UFERSA.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 07 / 06 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

BRENNO DAYANO AZEVEDO DA SILVA
DA SILVA: [REDACTED]

Assinado de forma digital por
BRENNO DAYANO AZEVEDO DA
SILVEIRA: [REDACTED]
Dados: 2022.06.09 19:08:39 -03'00'

Brenno Dayano Azevedo da Silveira, Prof. (UFERSA)
Presidente

BIANCA ANACLETO ARAUJO DE SOUSA: [REDACTED]

Assinado de forma digital por BIANCA
ANACLETO ARAUJO DE SOUSA: [REDACTED]
Dados: 2022.06.10 13:46:02 -03'00'

Bianca Anacleto Araújo de Sousa, Prof. (UFERSA)
Membro Examinador



Andrea Soares de Oliveira
Membro Examinador

A minha avó, Francisca Maria Maia (In Memoriam).

A meu filho, Hiego Fernandes Dias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me deu forças para seguir nessa jornada e nunca me permitiu fraquejar.

Aos meus pais, Edilson Fernandes Maia e Francisca Iracilda Galdino Fernandes, por serem meu apoio, que me permitiu alcançar essa conquista.

À meu Orientador Brenno Dayano Azevedo da Silveira, por me orientar, ter paciência, me ajudar quando precisei e por suas palavras de incentivo que em muitos dias foram injeções de ânimo nessa árdua caminhada.

À Banca Examinadora por aceitar o convite, ajudando a finalizar mais uma etapa da minha vida acadêmica.

À meus amigos e colegas de curso que me apoiaram em momentos difíceis, compartilhando as lutas e vitórias pessoais e acadêmicas diariamente.

À todos os professores do Curso de Bacharel em Engenharia Civil que desempenham com louvor seu papel, compartilhando seu conhecimento, muitíssimo obrigado.

À todos aqueles que não constam aqui, mas que me ajudaram a concluir esta etapa da minha vida, obrigada.

RESUMO

Na construção civil e nas execuções de obras, sejam elas públicas ou privadas é necessário acompanhamento constante das depreciações, essa necessidade deve-se ao desejo de prolongar a vida útil das edificações bem como proporcionar bem-estar e conforto aos seus usuários. O objetivo do estudo foi desenvolver uma metodologia para auxiliar a identificação das manifestações patológicas com objeto de estudo um prédio da UFERSA Campus Caraúbas/RN. O modelo BIM revela-se uma excelente ferramenta para apoiar as ações de manutenção, pois tem a capacidade de armazenar informação relativa à construção e permite a obtenção de modelos virtuais e quantitativos reais. Esta pesquisa aponta um método para fazer o mapeamento de manifestações patológicas em edificações. O que antes era feito de forma falha em relatórios de papel com fotos, agora pode ser feito diretamente sobre o modelo virtual da edificação. O presente trabalho contribui não só para explorar as possibilidades do BIM, mas também para atestar as vantagens que a tecnologia revela na manutenção de edifícios.

Palavras-chave: Construção Civil, Gestão da manutenção, Danos.

ABSTRACT

In civil construction and in the execution of works, whether public or private, constant monitoring of depreciation is necessary, this need is due to the desire to extend the useful life of buildings as well as provide well-being and comfort to its users. The objective of the study was to develop a methodology to help the identification of pathological manifestations with object of study a building of UFERSA Campus Caraúbas/RN. The BIM model proves to be an excellent tool to support maintenance actions, as it has the ability to store information related to the construction and allows the obtaining of real virtual and quantitative models. This research points to a method to map pathological manifestations in buildings. What was previously done poorly on paper reports with photos, can now be done directly on the building's virtual model. The present work contributes not only to exploring the possibilities of BIM, but also to attesting the advantages that the technology reveals in the maintenance of buildings.

Keywords: Civil Construction, Maintenance management, Damage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Processo de utilização da plataforma BIM.....	18
Figura 2	–	Cronologia de Métodos para aperfeiçoamento da Gestão da Manutenção de edificações.....	19
Figura 3	–	Cronologia de Métodos de Gestão da Manutenção com o BIM.....	20
Figura 4	–	Aba de navegador de projeto.....	23
Figura 5	–	Caixa de Nova tabela.....	24
Figura 6	–	Caixa Propriedades da Tabela.....	24
Figura 7	–	Ferramenta para importar DWG.....	25
Figura 8	–	Arquivo DWG após a importação.....	25
Figura 9	–	Configuração de elementos.....	26
Figura 10	–	Fachada frontal 3D, vista longitudinal esquerda.	27
Figura 11	–	Fachada frontal 3D, vista longitudinal direita.....	27
Figura 12	–	Fachada posterior 3D, vista longitudinal esquerda.....	27
Figura 13	–	Fachada posterior 3D, vista longitudinal direita.....	28
Figura 14	–	Mapeamento das manifestações identificadas no prédio administrativo, Campus Caraúbas. Ano 2018.....	28
Figura 15	–	Vista frontal 3D com indicação de manifestação.....	29
Figura 16	–	Vista posterior 3D com indicação de manifestação.....	30
Figura 17	–	Vista lateral direita 3D com indicação de manifestação.....	31
Figura 18	–	Vista lateral esquerda 3D com indicação de manifestação.....	32
Figura 19	–	Patologia Paredes.	33
Figura 20	–	Patologias Forro.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Síntese de Métodos para aperfeiçoamento da Gestão da Manutenção de edificações.....	19
Quadro 2	– Síntese de Métodos de Gestão da Manutenção com auxílio do BIM.....	20
Quadro 3	– Identificação das manifestações patológicas por cores na perspectiva 3D...	26
Quadro 4	– Identificação das manifestações patológicas no Prédio Administrativo do Campus Caraúbas. Ano 2018.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
Prof.	Professor
DWG	Extensão de arquivos gerados no Auto CAD
BIM	<i>Building Information Modeling</i> - Modelagem de informações de construção

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo geral.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1. Manifestações Patológicas.....	15
3.2. Inspeção Predial.....	16
3.3. Building Information Modeling – BIM.....	17
3.4. Métodos de Gestão da Manutenção.....	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1. Detalhamento de metodologia e definição de parâmetros.....	23
4.2. Processo para modelagem no Revit®.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
7. REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, é comum nos depararmos com notícias de acidentes na construção civil, de estruturas inteiras ou parciais acometidas por colapso tanto no setor público quanto no setor privado. Tragédias que muito repercutem na sociedade, muitas vezes vitimando seres humanos, que nos deixam alertas para possíveis eventos futuros. A maioria desse tipo de situação está relacionada a falta de manutenção e ou vistorias, até mesmo a sua inexistência.

Uma maneira de proteger uma edificação e seus usuários é a inspeção predial, a inspeção pode identificar falhas nas construções, com ela podemos definir as condições físicas das edificações e com isso traçar medidas para solucionar problemas encontrados.

Um problema constantemente identificado nas construções são as patologias, esse tipo de dano bem comum pode acarretar diversos tipos de consequências, as suas manifestações podem ocorrer de forma unitária como também de forma associada, esta segunda bem mais difícil de solucionar. Os usuários das edificações que apresentam esse tipo de problema, estão expostos ao risco de danos físicos e a agentes causadores de danos a saúde.

Com o passar dos anos e o avanço nas tecnologias construtivas, possibilitou mudanças na execução de projetos, através de técnicas construtivas preventivas que permitem que estas manifestações sejam minimizadas. Infelizmente, muitas vezes as construções não são executadas com técnicas e materiais adequados, ou são construções antigas que não tiveram sua execução correta, com isso o surgimento de manifestações se torna inevitável.

De acordo com Eastman (2014) a plataforma *Building Information Modeling* (BIM), é uma tecnologia que possui ferramentas de parametrização e interoperabilidade, por esse motivo permite a compatibilização de projeto, o BIM pode ser definido como um processo de criação das informações do projeto e gestão da construção, essas informações permitem construir bases de dados de um determinado projeto, com isso ter controle de execução e a integração de informação ao longo do ciclo de vida de um empreendimento.

O Revit® Autodesk é um *software* que faz uso da tecnologia BIM, ele possibilita a criação de modelos virtuais de formas, estruturas e sistemas 3D, tabela de quantitativos, fornecendo informações sobre as fases de projetos devido a essa tecnologia. No Revit® os objetos que foram modificados em suas vistas de modelo, podem ser alterados automaticamente através da modelagem paramétrica, ele também possibilita a coleta as informações do projeto nas etapas de concepção, execução e manutenção.

Possuir registros de todos os procedimentos já realizados em uma edificação é de grande relevância, seja na elaboração de projeto, na execução, ou acompanhamento das

depreciações, pois com essas informações é possível avaliar se esses problemas apresentados são recorrentes e quais os fatores responsáveis por gerá-los, sendo todo esse processo de interesse para uma construção.

Com o acompanhamento do estado de conservação das construções é possível proporcionar sua maior durabilidade, segurança e bem-estar aos seus usuários. Busca-se com este trabalho propor uma metodologia que servirá como auxílio no processo de manutenções das construções, essa metodologia possibilitará realizar um mapeamento de manifestações patológicas e obter quantitativos de áreas afetadas por estas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Propor uma metodologia para auxílio da gestão de manutenção predial com o mapeamento de manifestações patológicas em uma ferramenta de tecnologia BIM.

2.2. Objetivos específicos

- Elaborar proposta de metodologia para mapeamento das manifestações patológicas usando BIM;
- Modelar a edificação utilizada como estudo de caso;
- Configurar um *template* com objetos paramétricos, parâmetros compartilhados e tabelas;
- Modelar as manifestações patológicas no seu modelo BIM.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Manifestações Patológicas

De acordo com várias pesquisas e estudos, um dos principais problemas que acometem as construções são as patologias. Esse termo é muito utilizado na medicina para estudar doenças e suas alterações nos organismos. De acordo com Peres (2001), essa ciência também é utilizada na construção, estudando a origem dessas manifestações, causas, mecanismos e as consequências destas no desempenho das edificações.

Segundo Verçenza (1991) o principal fator para o surgimento de manifestações patológicas nas construções está diretamente ligado a umidade, proporcionando o aparecimento de eflorescências, ferrugem, bolores, mofo, perda da pintura reboco e em alguns casos mais severos gerar acidentes estruturais.

Outro fator que contribui para o surgimento de patologias são as mudanças climáticas, essas mudanças associadas aos materiais aplicados, falha de execução de projeto e métodos construtivos empregados, são os maiores responsáveis para que haja intervenção e manutenção nas edificações. Essas manutenções poderiam ser evitadas se na fase de detalhamento de projeto fosse feita uma escolha adequada de componentes da construção e materiais adequados (OLIVEIRA 2013).

Como aponta Oliveira (2013), o aparecimento das manifestações patológicas, com exceção as que envolvem catástrofes naturais, tem sua origem decorrentes de falhas que ocorrem no decorrer da construção, sendo essas falhas encontradas em três etapas: concepção (planejamento, projetos e materiais), execução e utilização. Todas as etapas são de fundamental importância no produto final, que serão responsáveis para a durabilidade.

Para reconhecer as manifestações, Peres (2001) descreve qualificações para auxílio dessa identificação:

- Origem do problema patológico: erro de projeto, erro de execução, emprego de materiais inadequados e falta de manutenção;
- Causas do problema: umidade de infiltração, de condensação, acidental, de obra e de absorção por capilaridade;
- Problemas patológicos (“doenças”): eflorescências, empolamento, mofo ou bolor, musgo e limo;
- Sintomas (“alterações”): cor, forma, localização etc.

3.2. Inspeção Predial

A vistoria realizada nas edificações é de suma importância para avaliar a confiabilidade das estruturas e a qualidade das mesmas. De acordo com a NBR 5674 (2012), a inspeção é uma avaliação das construções e das partes que a constitui, o principal objetivo é orientar as atividades de manutenção, identificar erros de projeto e a utilização de forma inadequada dos espaços.

A NBR 5674 (2012) relata a importância da manutenção nas edificações, o crescente aumento da preocupação de qual seria o melhor processo construtivo empregado naquela edificação, considerando que uma edificação é um produto final que não pode ser descartado, em um ponto de vista ambiental.

A vida útil de uma construção é estendida quando a manutenção correta é realizada e com periodicidade. De acordo com IBAPE (2012), existe uma classificação para uma anomalia ou falha oferecidos a seus usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, dentro dos limites da inspeção predial.

As anomalias e falhas constituem não conformidades que impactam na perda precoce de desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos, e redução de sua vida útil projetada. Podem comprometer: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e lumínico; acessibilidade, durabilidade, vida útil, dentre outros parâmetros de desempenho definidos (ABNT NBR 1557).

De acordo com a Norma de Inspeção Predial Nacional, as anomalias podem ser classificadas em:

- Endógena: anomalias originaria da própria edificação (projeto, materiais e execução);
- Exógena: Originária de fatores externos a edificação, provocados por terceiros;
- Natural: Oriunda de fenômenos da natureza;
- Funcional: Proveniente da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural, ocasionando o término da vida útil.

As falhas podem ser classificadas em:

- De Planejamento: Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução.

- De Execução: Associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.
- Operacionais: Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.
- Gerenciais: Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de acompanhamento de custos da mesma.

Ainda de acordo com IBAPE (2012), as anomalias e falhas são classificadas em graus de risco:

- CRÍTICO: Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.
- MÉDIO: Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce.
- MÍNIMO: Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário (IBAPE, 2012, p. 5).

As não conformidades podem estar relacionadas a desvios técnicos e de qualidade da construção e/ou manutenção da edificação. Podem, ainda, não atender aos parâmetros de conformidade previstos para os sistemas construtivos e equipamentos instalados, tais como: dados e recomendações dos fabricantes, manuais técnicos em geral, projetos e memoriais descritivos, normas, etc. (IBAPE, 2012 p.11).

3.3. Building Information Modeling – BIM

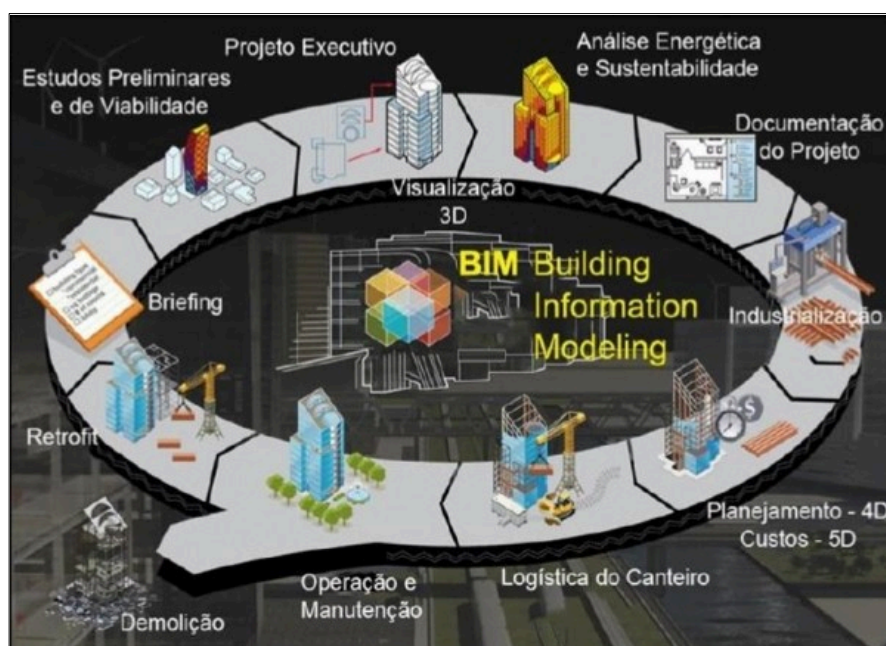
A tecnologia Building Information Modeling (BIM), traduzido significa Modelagem de Informação da Construção. De acordo com Simões (2013) essa tecnologia não corresponde a uma definição unânime. Para alguns o BIM é um *software*, para outros a definição que BIM será um modelo virtual 3D. Definir BIM como um processo também não é aceitável, nem defini-lo apenas como um conjunto de informações de uma construção. Com tudo, pode-se afirmar que o BIM é uma mistura de todas as definições citadas, por se tratar de uma metodologia de trabalho em constante evolução.

Segundo Eastman (2014), essa tecnologia permite juntar diversos projetos em apenas uma plataforma, a adição de elementos específicos que vão interagir entre si apontando possíveis erros, e com isso reduzir tempo e custos na elaboração de projetos. Esse tipo de tecnologia permite construir e operar uma edificação de maneira colaborativa, construindo bases de dados que podem ser analisadas em diferentes fases do seu processo construtivo.

De acordo com Costa (2020), esse tipo de tecnologia possibilita que arquivos da construção como exemplo projetos executivos, de instalações elétricas e hidráulicas, fundações, sondagens, sejam incluídas em arquivos digitais em nuvens de forma permanentes, diferente das construções antigas que essas informações se perdem com o tempo.

Caetano e Leitão (2018) relata que utilizar a ferramenta BIM para visualizar e gerar soluções de design que estão sendo desenvolvidas reduz o tempo utilizado em cada modelagem, disponibilizando mais tempo para avaliar outras variações de projeto. O processo de utilização dessa plataforma pode ser observado conforme ilustra a figura 1.

Figura 1 – Processo de utilização da plataforma BIM.



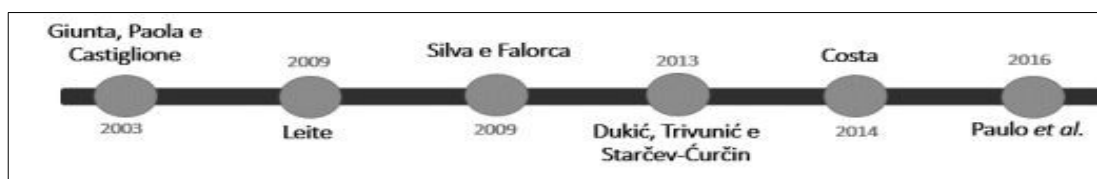
Fonte: Marcel (2017).

Segundo Marcel (2017), com a utilização da ferramenta *softwares* BIM, torna mais fácil o gerenciamento da obra, a possibilidade de organizar simular e projetar diversas soluções antes de executar, o acompanhamento da obra com mais precisão e controle, otimização de tempo em canteiro e execução, como resultado economia de recursos.

3.4. Métodos de Gestão da Manutenção

Alguns estudos realizados sugerem métodos para manutenção e gestão, Santos (2017) em sua pesquisa elenca diversos Métodos de Gestão da Manutenção em ordem cronológica, as possibilidades que cada método apresenta. Essa ordem de criação de cada método pode ser visualizada na figura 2.

Figura 2 – Cronologia de Métodos para aperfeiçoamento da Gestão da Manutenção de edificações.



Fonte: Santos (2017)

Quadro 1: Síntese de Métodos para aperfeiçoamento da Gestão da Manutenção de edificações.

Autor	Ano	Método	Limitação
Giunta, Paola e Castiglione	2003	Integração de dados com modelo 3D para manutenção e restauração de edificação histórica.	Ausência de análise financeira para previsão de custos futuros de manutenção.
Leite	2009	Plano de manutenção para edifícios habitacionais	Não cita como deve ser realizado o registro e armazenamento de informações.
Silva e Falorca	2009	Plano de inspeção e manutenção para edificações	Gera uma grande quantidade de dados.
Dukić, Trivunić e Starčev-Ćurčin	2013	Criação de software para manutenção preventiva de edificações	Ausência de análise financeira para previsão de custos futuros de manutenção.
Costa	2014	Desenvolvimento de software para gestão da manutenção	Ausência de análise financeira para previsão de custos futuros de manutenção.

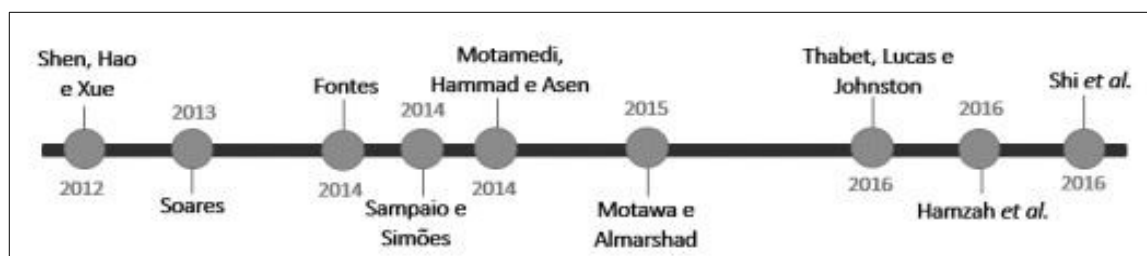
Paulo <i>et al.</i>	2016	Criação de software online para registro de dados de deterioração da edificação.	Análise do processo de degradação de fachadas.
---------------------	------	--	--

Fonte: Fonte: Autor, 2022.

Como aponta Santos (2017), a contribuição dos métodos abordados é auxiliar o processo de sistematização das informações e os principais procedimentos que envolvem a manutenção. Muitos desses métodos apresentam limitações, porém, podem ser aperfeiçoados. Dos métodos apresentados para aperfeiçoamento da Gestão da Manutenção de edificações apenas o método de Giunta, Paola e Castiglione (2003) permitiu a visualização da inspeção com elementos em um modelo 3D CAD.

Ainda sobre métodos de gestão da manutenção Santos (2017) aponta que existe uma deficiência na aplicação de estudos de caso voltados para a gestão da manutenção em sistemas construtivos, porém com emprego da tecnologia BIM seria possível sanar essas deficiências. O autor elenca métodos que tiveram essa melhoria em sua metodologia com a contribuição do BIM, conforme figura 3.

Figura 3 – Cronologia de Métodos de Gestão da Manutenção com o BIM.



Fonte: Santos (2017).

Quadro 2: Síntese de Métodos de Gestão da Manutenção com auxílio do BIM.

Autor	Ano	Método	Limitação
Shen, Hao e Xue	2012	Criação de um Sistema de Gestão da Manutenção e de Instalações por meio da integração de 3 software, dentre eles, um servidor BIM.	Restrito a manutenção de equipamentos e recursos físicos da edificação.
Soares	2013	Método com base no modelo virtual 3D	Risco de perda de dados entre os

		integrado com software comercial de Gestão de Instalações.	software utilizados.
Fontes	2014	Sistema de manutenção online integrado ao modelo virtual 3D com acesso em dispositivos móveis.	Não aborda a manutenção de sistemas construtivos da edificação.
Sampaio e Simões	2014	Criação de um aplicativo para inspeção predial integrado ao modelo virtual 3D de edificação.	Problemas na integração dos formulários de inspeção com o modelo BIM.
Motamedi, Hammad e Almarshad	2014	Visualização do modelo BIM e integração com software comercial de gestão de instalações	Restrição no processo de captura para detecção de falhas em equipamentos, não aborda a manutenção de sistemas construtivos.
Motawa e Almarshad	2015		Necessidade de mais pesquisas para analisar como a plataforma pode estar integrada com os sistemas.
Thabet, Lucas e Johnston	2016	Modelo virtual 3D integrado com software de programação e de gestão de instalações para ser aplicado em universidades	Não se aplica para o processo de manutenção de sistemas construtivos.
		Integração de software BIM com	Restrito a os elementos de concreto

Hamazah <i>et al.</i>	2016		da edificação, com análise voltada apenas para três manifestações patológicas nestes elementos
Shi <i>et al.</i>	2016	Integração de modelos BIM com plataforma compartilhada entre múltiplos usuários em tempo real	Necessidade de aprimorar o realismo do ambiente virtual.

Fonte: Fonte: Autor, 2022.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA, no campus localizado na cidade de Caraúbas, no Estado do Rio Grande do Norte, o município fica situado no Oeste Potiguar. Geograficamente, apresenta área de 1.132,86 km², com densidade 18,89 hab./km² e uma população estimada de 20.707 habitantes (IBGE, 2022), e tem clima quente e semiárido, com máxima de 32°C.

O objeto de estudo dessa pesquisa é o bloco Administrativo, a proposta de metodologia para mapeamento de manifestações teve como base uma vistoria que foi realizada no mesmo objeto de estudo dessa instituição pelo autor Fernandes (2018) no seu trabalho de conclusão de curso, o autor elenca as manifestações patológicas que foram identificadas nesta construção no ano de 2018.

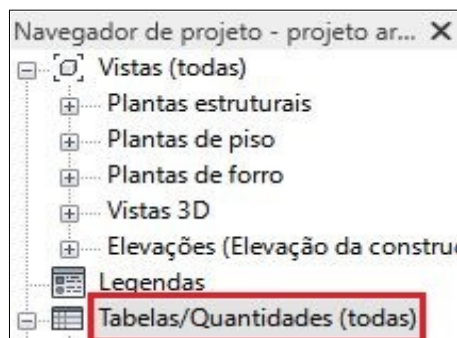
O procedimento metodológico utilizado nesse trabalho foi classificado como pesquisa de campo e quantitativa, e aos procedimentos necessários para ser realizada é classificada como bibliográfica, documental e estudo de caso.

4.1. Detalhamento de metodologia e definição de parâmetros

Inicialmente foram realizados estudos bibliográficos sobre manifestações patológicas, elencando quais os tipos de manifestações que poderiam ser encontradas em uma edificação, depois criou-se a ideia de como seria feito esse mapeamento.

Para a pesquisa foi elaborado uma proposta de metodologia que consiste em utilizar parâmetros inseridos no *software* Revit® para a obtenção dos resultados. Foram criadas tabelas com a utilização das próprias ferramentas do *software*, onde foram predefinidos quais os parâmetros e quantitativos seriam fornecidos por essas configurações, através da aba navegador de projeto como pode ser observado na figura 4.

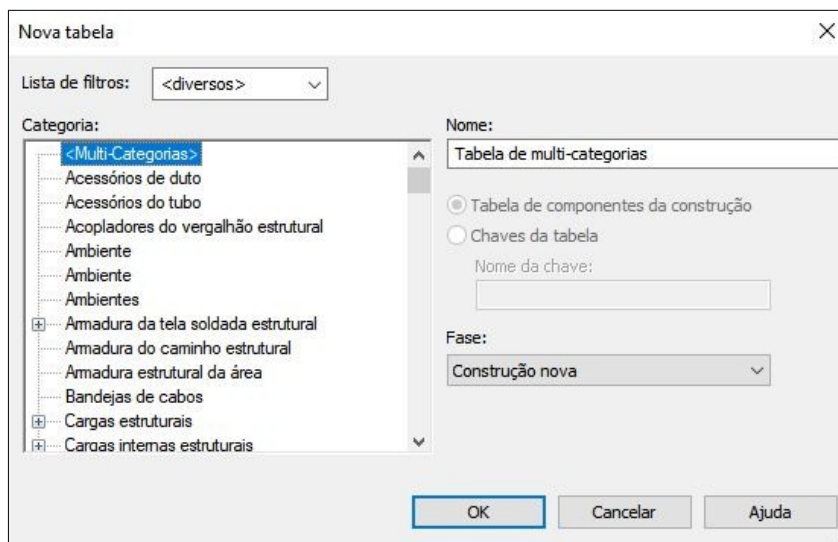
Figura 4 – Aba de navegador de projeto.



Fonte: Autor, 2022.

Ao clicar em “Tabelas/quantidades(todas)”, surgirá uma caixa Nova Tabela, onde poderá ser adicionado o nome da tabela e a categoria que essa tabela vai representar, como pode ser visto na figura 5.

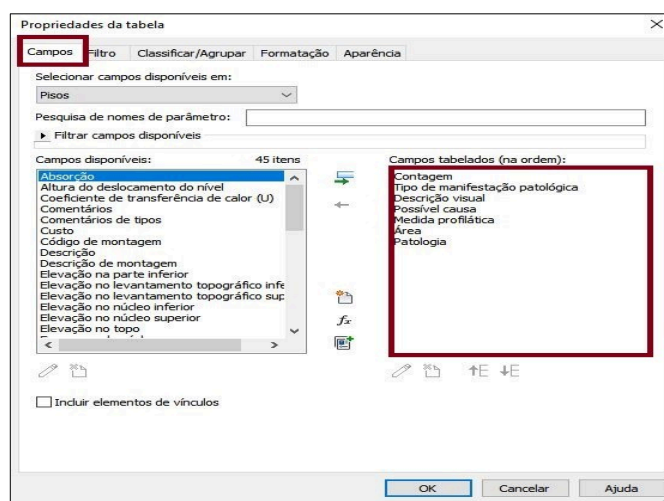
Figura 5 – Caixa de Nova tabela.



Fonte: Autor, 2022.

Quando finalizado o processo de definição do nome da tabela e a categoria que ela representa e finalizar esse comando no botão “OK”, surgirá outra caixa de informações com as Propriedades da Tabelas, onde poderá ser adicionados campos que serão preenchidos com as informações da vistoria que foi realizada anteriormente: tipo de manifestação patológica, descrição visual, possível causa, medida profilática e a área afetada por essas manifestações, essas propriedades podem ser observadas na figura 6.

Figura 6 – Caixa Propriedades da Tabela

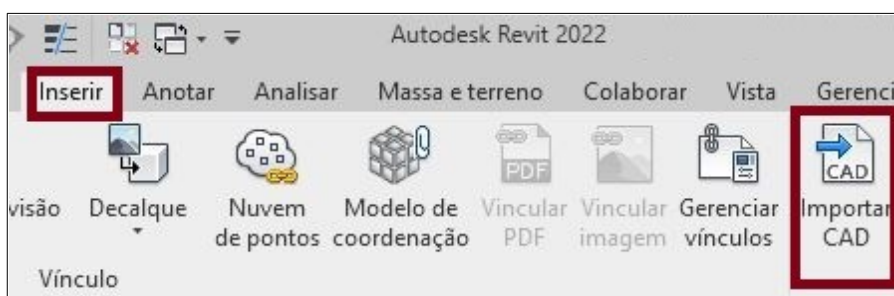


Fonte: Autor, 2022.

4.2. Processo para modelagem no Revit®

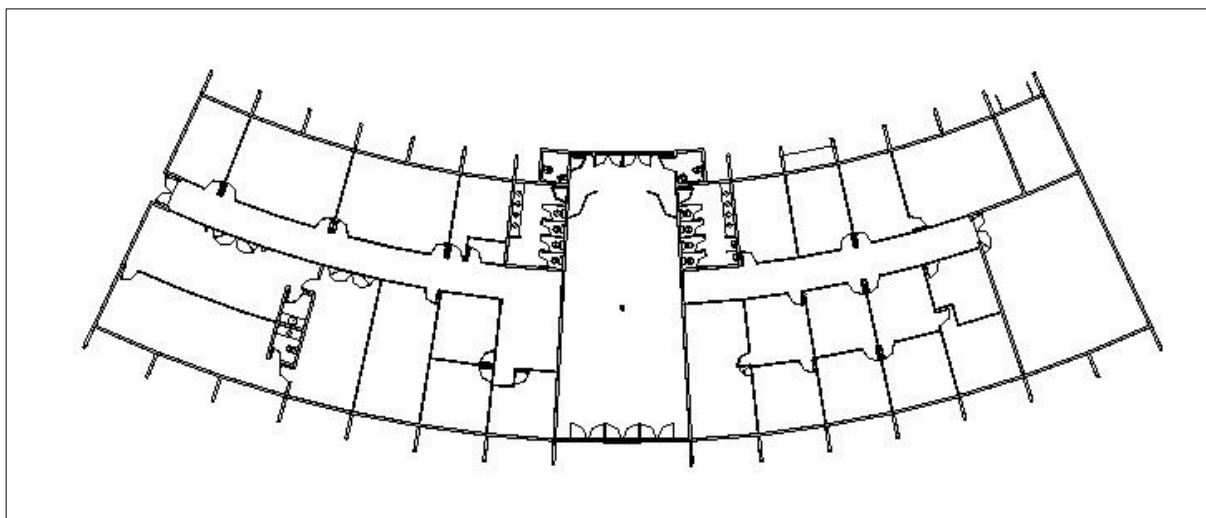
Após a elaboração de metodologia e definição de parâmetros, o processo seguinte foi a modelagem 3D, foi utilizado a versão 2022 do Revit®, onde utilizando a barra de ferramentas do *software* Revit® foi possível importar um arquivo DWG, como pode ser observado na figura 7 e 8.

Figura 7 – Ferramenta para importar DWG.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 8: Arquivo DWG após a importação.



Fonte: Autor, 2022.

Após importar o arquivo DWG para o *software* Revit®, foi possível criar um modelo virtual do objeto de estudo e testar a metodologia proposta por esse estudo.

Para obter os resultados visuais foram definidas cores para cada tipo de manifestação identificada na construção, essas cores servirão para melhor visualização e como legenda para facilitar análise dessas manifestações, essa identificação pode ser observada no quadro 3.

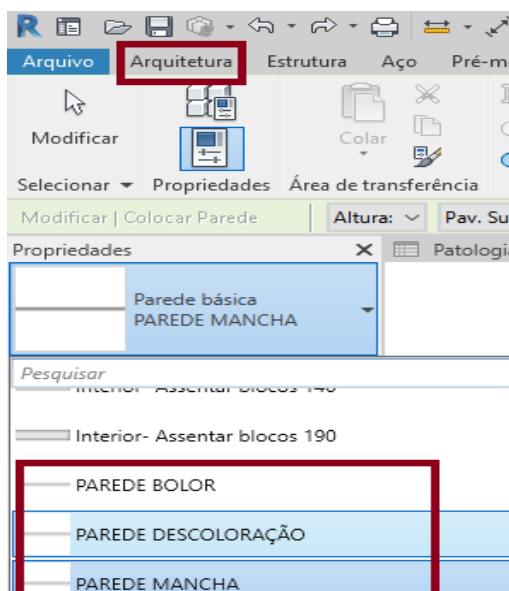
Quadro 3 – Identificação das manifestações patológicas por cores na perspectiva 3D.

Tipo de manifestação patológica	Cor da patologia na perspectiva 3D
Bolor	
Mancha	
Desagregação	

Fonte: Autor, 2022.

Para conseguir obter na modelagem essas definições, criou-se elementos com configurações predefinidas, esses elementos ao ser utilizados na modelagem apresentassem esses padrões. Para criar essas definições utilizou-se o *menu* Arquitetura, em seguida na aba “propriedades parede”, que pode ser observado na figura 9.

Figura 9 – Configuração de elementos.

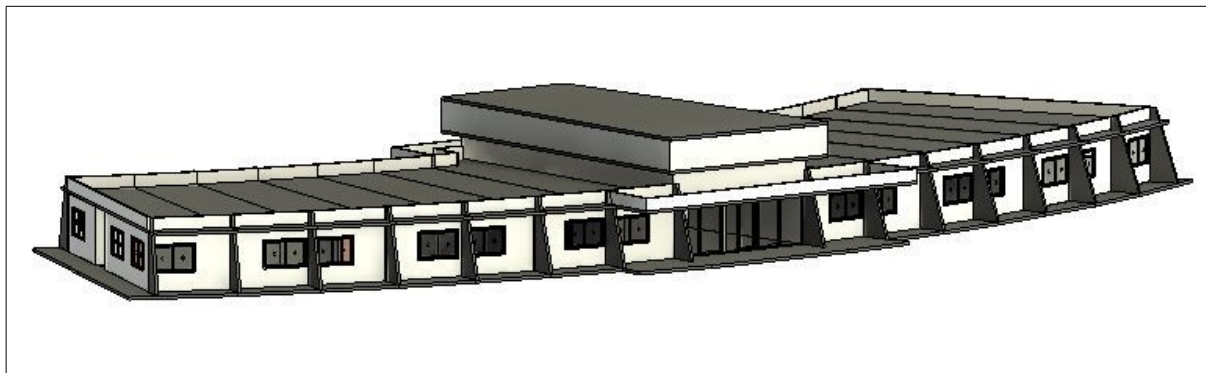


Fonte: Autor, 2022.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

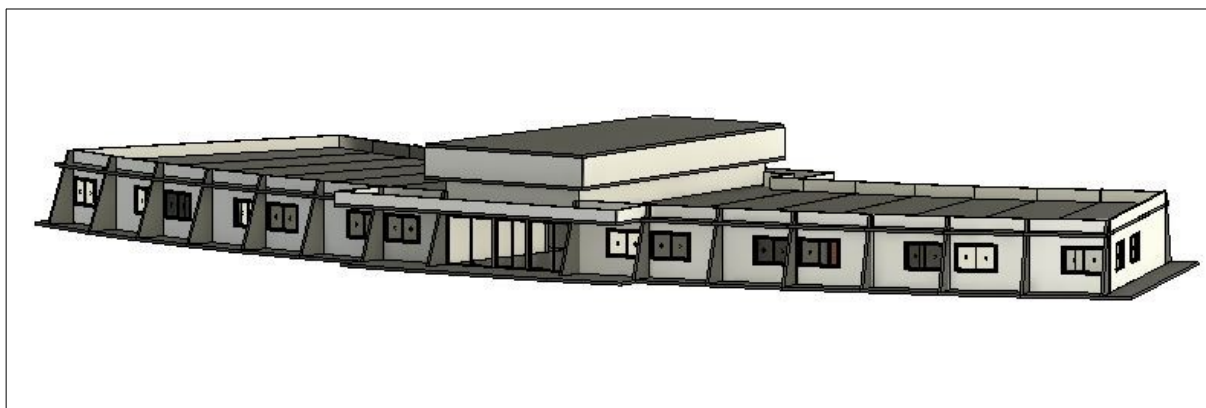
A proposição de metodologia para mapeamento de manifestações patológicas em BIM obteve resultados satisfatórios. Com utilização do *software* Revit® foi criado um modelo virtual do objeto de estudo, como pode ser observado nas figuras 10,11,12 e 13.

Figura 10 – Fachada frontal 3D, vista longitudinal esquerda.



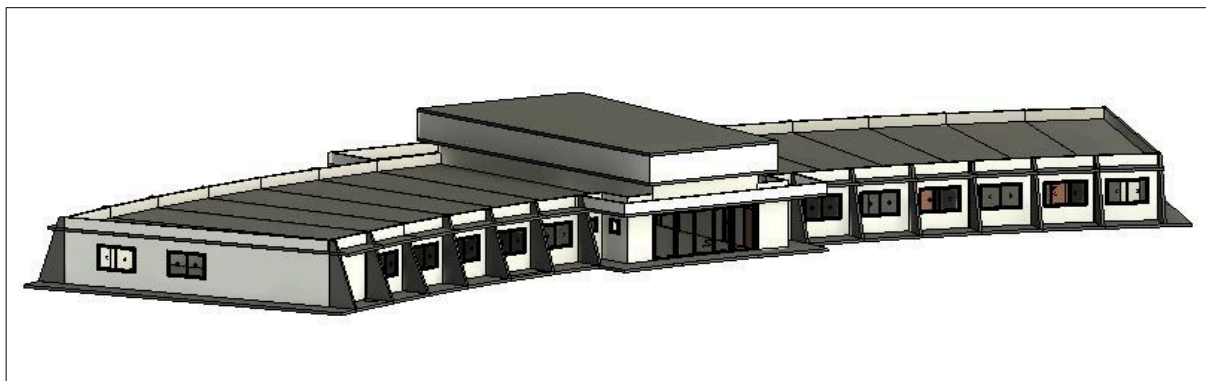
Fonte: Autor, 2022.

Figura 11 – Fachada frontal 3D, vista longitudinal direita.



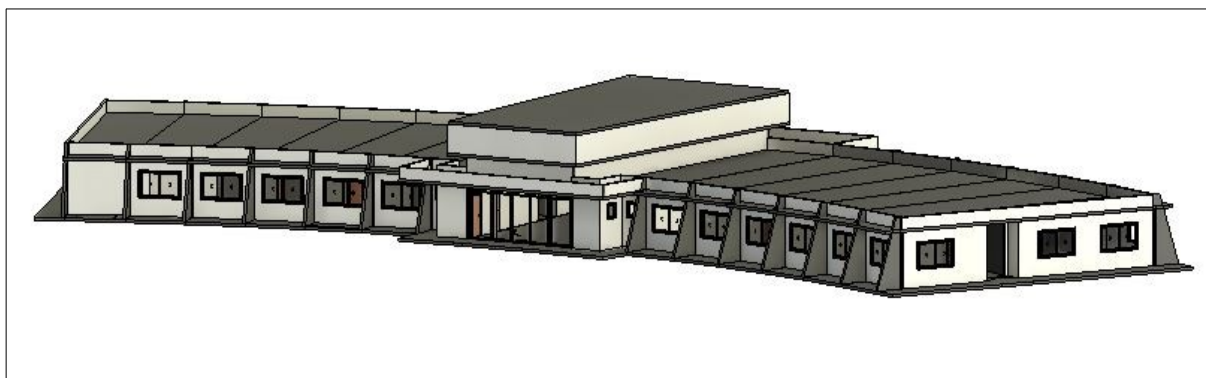
Fonte: Autor, 2022.

Figura 12 – Fachada posterior 3D, vista longitudinal esquerda.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 13 – Fachada posterior 3D, vista longitudinal direita.



Fonte: Autor, 2022.

Os diagnósticos desta pesquisa foram determinados através dos parâmetros inseridos no *software* Revit® e por meio das inspeções visuais realizada na edificação no ano de 2018, de acordo com Fernandes (2018), podem ser observado diversos pontos com manifestações patológicas, como pode ser observado na figura 14.

Figura 14 – Mapeamento das manifestações identificadas no prédio administrativo, Campus Caraúbas. Ano 2018.



Fonte: Fernandes, 2018.

De acordo Fernandes (2018), os pontos identificados apresentaram manifestações patológicas, de acordo com o estudo, o surgimento dessas manifestações tiveram como principal agente causador a umidade, as manifestações patológicas que foram observadas pelo autor estão listadas no quadro 4.

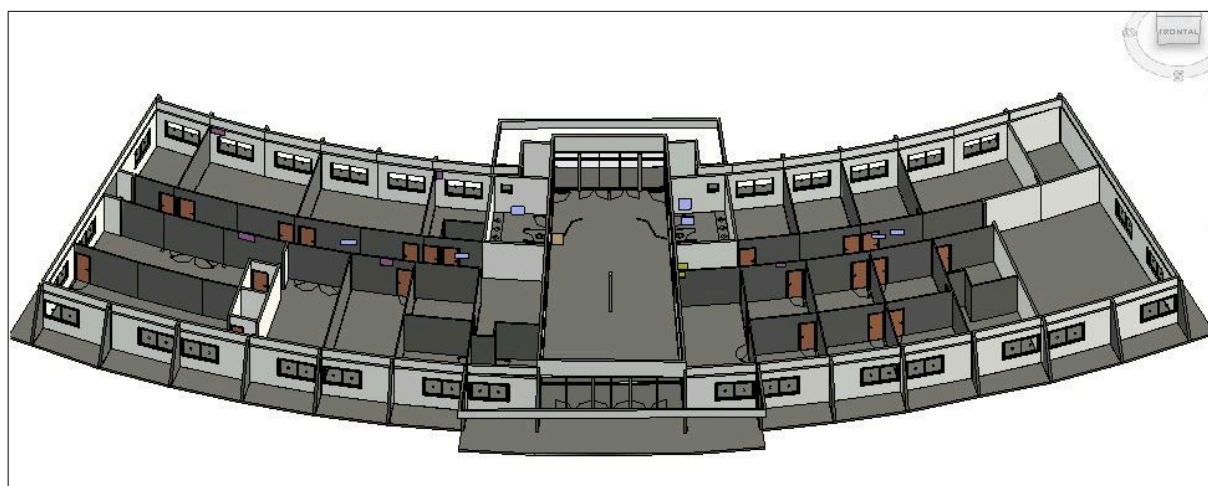
Quadro 4 – Identificação das manifestações patológicas no Prédio Administrativo do Campus Caraúbas. Ano 2018.

Tipo de manifestação patológica	Descrição visual	Possível causa	Medidas profiláticas
Bolor	Mancha marrom ou verde.	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, associar a possível causa e estudar métodos para solucioná-los.
Mancha	Manchas amarelada	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e estudar métodos para solucioná-los.
Desagregação	Desprendimento da pintura do substrato.	Umidade	Raspar as imperfeições e corrigir acabamento.

Fonte: Fernandes, 2018.

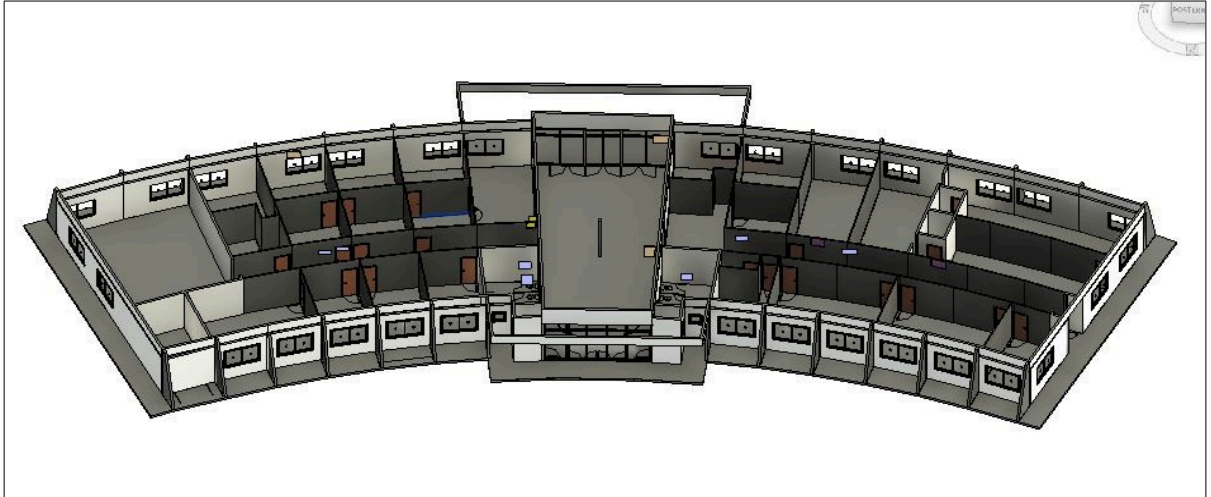
O processo de parametrização realizado, foi possível elaborar uma modelagem 3D da edificação, essas informações propostas que podem ser observadas na figura 15, 16, 17 e 18.

Figura 15 – Vista frontal 3D com indicação de manifestação.



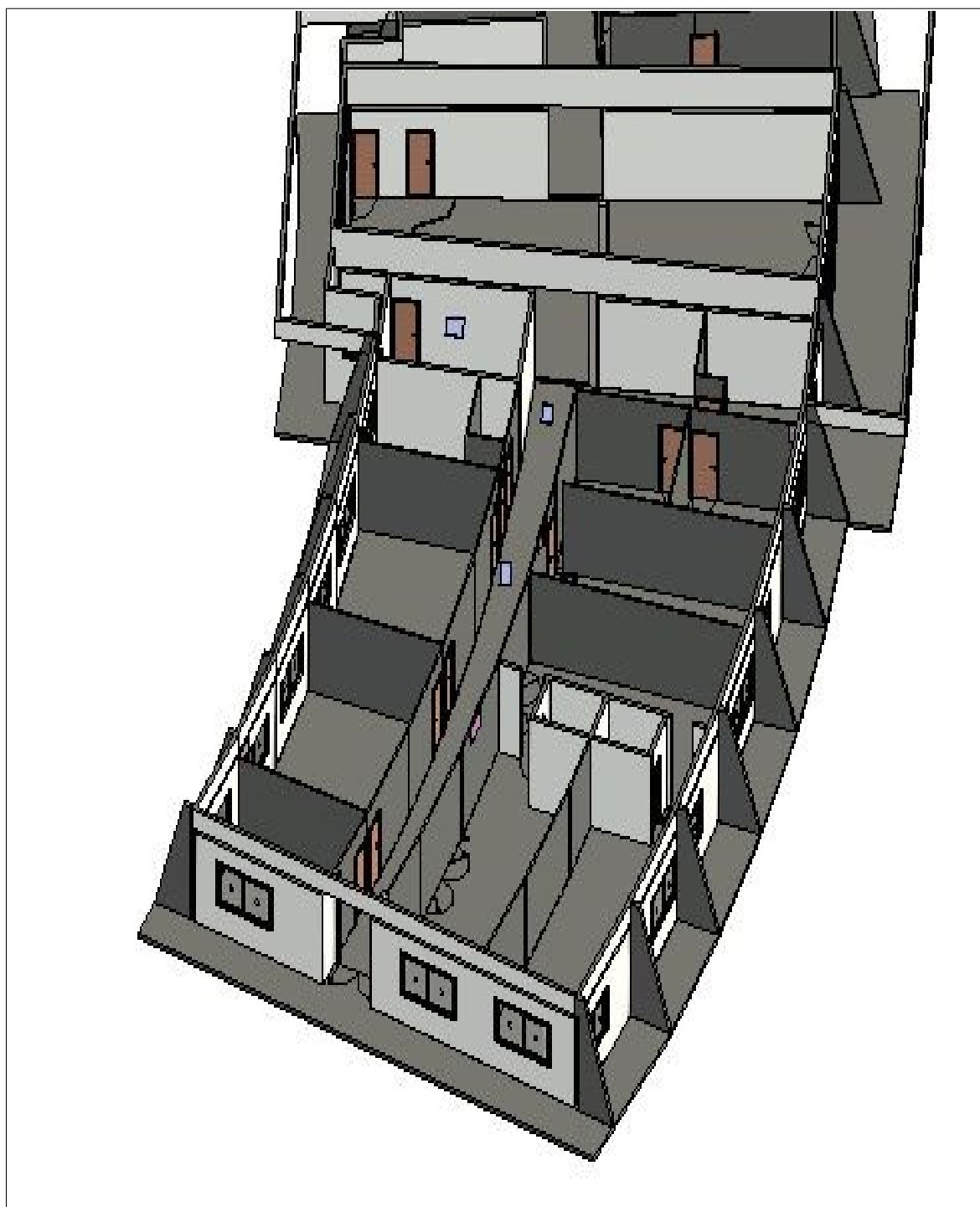
Fonte: Autor, 2022.

Figura 16 – Vista posterior 3D com indicação de manifestação.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 17 – Vista lateral direita 3D com indicação de manifestação



Fonte: Autor, 2022.

Figura 18 – Vista lateral esquerda 3D com indicação de manifestação.



Fonte: Autor, 2022.

Essa modelagem foi capaz de fornecer tabelas com: tipo de manifestação patológica, descrição visual, possível causa, medida profilática e a área afetada por essas manifestações, essas informações podem ser observadas na figura 19 e 20.

Figura 19 – Patologia Paredes.

<Patologias paredes>					
A	B	C	D	E	F
Contador	Tipo de manifestação patológica	Descrição visual	Possível causa	Medida profilática	Área
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,24 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,16 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,24 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,21 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,24 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,36 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,44 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,48 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,50 m²
1	Mancha	Mancha amarela	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações, identificar o motivo do problema e	0,35 m²

Fonte: Autor, 2022.

Figura 20 – Patologias Forro.

<Patologias de forro>					
A	B	C	D	E	F
Contagem	Tipo de manifestação	Descrição visual	Possível causa	Medida profilática	Área
1	Mancha	Mancha amarelada	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações	0,43 m²
1	Desagregação	Camada de pintura e massa corrida soltando da parede	Umidade	Raspar as imperfeições e corrigir acabamento.	0,48 m²
1	Desagregação	Camada de pintura e massa corrida soltando da parede	Umidade	Raspar as imperfeições e corrigir acabamento.	0,96 m²
1	Desagregação	Camada de pintura e massa corrida soltando da parede	Umidade	Raspar as imperfeições e corrigir acabamento.	0,42 m²
1	Desagregação	Camada de pintura e massa corrida soltando da parede	Umidade	Raspar as imperfeições e corrigir acabamento.	0,27 m²
1	Desagregação	Camada de pintura e massa corrida soltando da parede	Umidade	Raspar as imperfeições e corrigir acabamento.	0,31 m²
1	Mancha	Mancha amarelada	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações	1,24 m²
1	Bolor	Mancha marrom ou verde escuro	Umidade	Localizar pontos de vazamento nas instalações	0,37 m²

Fonte: Autor, 2022.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que a metodologia proposta pode ser aplicada com êxito na Gestão da Manutenção das edificações com ênfase no mapeamento das manifestações patológicas, inclusive possibilitando a integração de outras informações relacionadas a estas, como diagnósticos, medidas para recuperação e outras que sejam necessários para criar um histórico detalhado da edificação. As análises realizadas na edificação objeto do estudo permitiram verificar que a aplicação do método proposto proporciona os seguintes benefícios:

- Identificação, visualização 3D e mapeamento.
- Extração de planilhas com diversos dados relacionados à inspeção predial, como por exemplo as manifestações patológicas identificadas, descrição da manifestação, diagnóstico, medida profilática e área afetada.
- Maior controle da construção, visibilidade, velocidade e precisão no acesso aos diferentes tipos manifestação, redução de tempo e trabalho gasto por toda a equipe de manutenção, durante o processo de captura/obtenção de dados para realização de reparos e manutenção.

7. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

CAETANO, Inês; LEITÃO, António. Integrating a BIM Algorithmic Approach into a Traditional Architecture Studio. In: Journal of Computational Design and Engineering, 2018.

COSTA, Amanda Santos Gomes.USO DA PLATAFORMA BIM NA INSPEÇÃO PREDIAL. 2020. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Coordenadoria de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe Campus Aracaju, Aracaju, 2020.

EASTMAN, Chuck et al. Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p. Tradução de: Cervantes G. Ayres Filho.

FERNANDES, Edyelly Cristtian Galdino.CINCO ANOS DE IMPLANTAÇÃO DA UFERSA CAMPUS CARAÚBAS: ESTUDO DE CASO DO SURGIMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS. 2018. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas/ RN, 2018.

GIUNTA, Giuseppe G.; PAOLA, Eleonora di; CASTIGLIONE, Benigno Morlin Visconti. Innovative 3D information system for the restoration and preventive maintenance plan of the Milan Cathedral. Proceedings Of Spie: 10th Inter. Sym. Remote Sensing, [s.l.], v. 1, set. 2003.

HAMZAH, Noraini et al. A CMMS Expert using BIM for IBS Building Maintenance. Matec Web Of Conferences, [s.l.], v. 66, 2016.

IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. Norma de Inspeção Predial Nacional. 2012.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 28 de abril de 2022.

MARCEL, R. Introdução, Histórico e Softwares BIM. Maio 2017. Disponível em: <www.ignisengenharia.com.br/index.php/en/component/k2/item/43-a-importancia-do-bim-na-industria-da-construcao-civil>. Acesso em: 28.05.2022.

OLIVEIRA, Daniel. LEVANTAMENTO DE CAUSAS DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Rio de Janeiro, 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PERES, Rosilena Martins. Levantamento e Identificação de Manifestações Patológicas em Prédio Histórico – Um estudo de caso. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2001.

SIMÕES, Diogo Gonçalves. Manutenção de edifícios apoiada no modelo BIM. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, O Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

SAMPAIO, A.Z.; SIMÕES, D. Maintenance of Buildings Using BIM Methodology. The Open Construction and Building Technology Journal, v.8, 2014.

SANTOS, Karine de Paula Bastos. GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES COM O BIM. ENFOQUE NAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO. 2017. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.