



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

MARIA EDUARDA CARVALHO RIBEIRO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO CONTROLE DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO EM UMA AGÊNCIA DOS CORREIOS NA
CIDADE DE JAGUARUANA/CE**

CARAÚBAS

2023

MARIA EDUARDA CARVALHO RIBEIRO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO CONTROLE DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO EM UMA AGÊNCIA DOS CORREIOS NA
CIDADE DE JAGUARUANA/CE**

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

Orientadora: Leonete Cristina de Araújo
Ferreira Medeiros Silva, Profa. Dra.

CARAÚBAS

2023

© 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.

R484a Ribeiro, Maria Eduarda Carvalho.
 Aplicação da metodologia BIM no controle de
 manifestações patológicas: estudo de caso em uma
 agência dos correios na cidade de Jaguaruana/CE /
 Maria Eduarda Carvalho Ribeiro. - 2023.
 65 f. : il.

 Orientadora: Leonete Cristina de Araújo
 Ferreira Medeiros Silva.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2023.

 1. Modelagem da Informação da Construção. 2.
 Manifestações patológicas. 3. Gestão da manutenção.
 4. Inspeção predial. I. Silva, Leonete Cristina de
 Araújo Ferreira Medeiros, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) 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.

MARIA EDUARDA CARVALHO RIBEIRO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NO CONTROLE DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO EM UMA AGÊNCIA DOS CORREIOS NA
CIDADE DE JAGUARUANA/CE**

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

Defendida em: 10 / 10 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente

Erica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Júlia Pliscia Da Silva Melo, Profa. (UFERSA)
Membro Examinador

*À minha família, por todo apoio e amor.
Sem eles nada seria possível.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela minha vida, por me proporcionar saúde e forças diárias para superar todas as dificuldades.

A minha mãe, Maria do Socorro Carvalho, e minhas tias, Maria de Fátima Carvalho e Maria Gorete de Carvalho, meus pilares, por acreditarem em mim, por todo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus irmãos, Maria Theresa Carvalho Ribeiro e Paulo Eduardo Carvalho Ribeiro, por todo amor e por sempre me apoiarem.

Ao meu pai, Cicero Antônio Ribeiro, por todo apoio e incentivo.

Ao meu namorado e companheiro de vida, Bruno Rayan Barros Silva, por toda paciência, amparo, todo amor, apoio e por sempre me incentivar.

A minha orientadora, Profa. Dra. Leonete Cristina de Araújo Ferreira Medeiros Silva, por toda orientação, suporte e confiança depositadas em mim, que teve fundamental importância para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos que sempre estiveram ao meu lado, por toda paciência, incentivo, que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa jornada.

A Pilares Engenharia Júnior por ter contribuído no meu crescimento pessoal e profissional.

A todos que de alguma forma, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta etapa tão importante da minha vida.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

RESUMO

A realização de inspeção e manutenção predial, garante um maior desempenho e durabilidade da edificação durante sua vida útil, pois, por meio destas ações é possível identificar antecipadamente problemas presentes na edificação como a situação em que a edificação se encontra e auxilia na tomada de decisão da intervenção e recuperação. As manifestações patológicas são exemplos de anomalias que podem surgir nas edificações, em qualquer etapa da construção, capazes de prejudicar a sua vida útil. Dessa forma, a metodologia BIM – *Building Information Modeling*, tem se tornado mais difundida, se tratando de uma evolução tecnológica que impulsiona o setor da construção civil, visto que facilita no mapeamento das manifestações patológicas, como também nas ações de inspeção e gestão da manutenção de edificações. O objetivo central do estudo é desenvolver o mapeamento das manifestações patológicas da edificação utilizando a metodologia BIM, por meio da realização de estudo de caso em uma agência dos Correios de Jaguaruana-CE. Para tal, foi realizado o embasamento teórico, a inspeção do local, para caracterização da edificação, a modelagem da edificação e a análise das patologias. Em relação a modelagem e incorporação de informações da edificação, foi adotado o *software* BIM Autodesk Revit®, no qual foram inseridas informações, criados parâmetros e famílias que permitiram a realização do mapeamento das manifestações patológicas e obtenção de tabelas auxiliares para manutenção. Ainda foi aplicado o método de priorização GUT, considerando os três parâmetros de análise (gravidade, urgência e tendência) para as manifestações, de forma a indicar a ordem de ação das medidas corretivas. Diante disso, o *software* possibilitou a integração dos modelos 3D com outros tipos de informações, como também o armazenamento dos dados e a identificação visual no próprio projeto das manifestações patológicas encontradas, e que facilmente é possível consultar as informações associadas a elas por meio das atribuições possibilitada pelo uso do BIM. A partir da vistoria, foi possível observar danos presentes na edificação, como eflorescência, trincas e fissuras, descolamento e manchas de umidade, uma vez que as trincas, fissuras e descolamento devem ser priorizadas na recuperação. A pesquisa demonstrou que a utilização da metodologia BIM possibilita o aprimoramento da gestão da manutenção, promovendo melhorias no desempenho e na agilidade do sistema construtivo.

Palavras-chave: Modelagem da Informação da Construção. Manifestações patológicas. Gestão da manutenção. Inspeção predial.

ABSTRACT

The implementation of building inspection and maintenance ensures enhanced performance and durability of the structure throughout its lifespan. Through these actions, it is possible to proactively identify issues within the building, assess its current condition, and assist in decision-making for intervention and recovery. Pathological manifestations serve as examples of anomalies that can arise in buildings at any construction stage, capable of impairing their lifespan. Thus, the Building Information Modeling (BIM) methodology has become increasingly widespread, representing a technological evolution driving the civil construction sector. BIM facilitates mapping pathological manifestations as well as activities related to building inspection and maintenance management. The central objective of the study is to develop a mapping of pathological manifestations in the building using the BIM methodology, achieved through a case study conducted at a Jaguaruana-CE post office agency. The study involved theoretical groundwork, site inspection for building characterization, building modeling, and pathology analysis. For building modeling and information integration, the BIM software Autodesk Revit® was utilized. This software allowed the insertion of information, creation of parameters, and families enabling the mapping of pathological manifestations and the generation of auxiliary tables for maintenance. The GUT prioritization method was also applied, considering three analysis parameters (gravity, urgency, and tendency) for the manifestations, indicating the sequence of corrective actions. Consequently, the software facilitated the integration of 3D models with various types of information, data storage, and visual identification of the pathological manifestations within the project itself. It also enables easy access to associated information through attributions made possible by BIM usage. During the inspection, present damages in the building were observed, such as efflorescence, cracks, detachment, and moisture stains, with priority given to addressing cracks, fissures, and detachment in the recovery process. The research demonstrated that the utilization of BIM methodology enhances maintenance management, promoting improvements in performance and efficiency in the construction system.

Keywords: Building Information Modeling. Pathological manifestations. Maintenance management. Building inspection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipologia da pesquisa.....	31
Figura 2 – Localização da cidade de Jaguaruana/CE	32
Figura 3 – Localização da edificação do estudo.....	32
Figura 4 – Etapas do procedimento da pesquisa.....	33
Figura 5 – Criação das famílias	34
Figura 6 – Criação das famílias dos elementos	35
Figura 7 – Edição das Famílias.....	35
Figura 8 – Criação dos materiais para as manifestações patológicas	36
Figura 9 – Criação dos parâmetros compartilhados	37
Figura 10 – Parâmetros Compartilhados	38
Figura 11 – Criação das tabelas.....	39
Figura 12 – Inserção dos parâmetros compartilhados na tabela.....	39
Figura 13 – Atribuição dos parâmetros no projeto	40
Figura 14 – Parâmetros compartilhados das tabelas.....	41
Figura 15 – Nova família de tag de anotação	41
Figura 16 – Inserção de tag de anotação.....	42
Figura 17 – Inserção de legenda.....	42
Figura 18 – Inserção de parâmetro de identificação.....	43
Figura 19 – Presença de eflorescências	44
Figura 20 – Manchas por umidade no banheiro	45
Figura 21 – Mancha por umidade na fachada	45
Figura 22 – Trincas e fissuras em fachada e piso	46
Figura 23 – Descolamento nas paredes internas.....	46
Figura 24 – Descolamento no forro	47
Figura 25 – Descolamento na fachada.....	47
Figura 26 – Modelagem 3D da edificação.....	49
Figura 27 – Mapeamento da edificação.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Origem das manifestações patológicas.....	20
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz GUT	25
Quadro 2 – Cores referentes a cada manifestação patológica	36
Quadro 3 – Informações das manifestações patológicas	48
Quadro 4 – Aplicação da Matriz GUT	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Hierarquização das manifestações pelo método GUT	50
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	<i>Building Information Modeling</i>
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
GUT	Metodologia de Gravidade, Urgência e Tendência

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS.....	17
1.1.1. Objetivo geral.....	17
1.1.2. Objetivos específicos	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE	18
2.2. PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES	19
2.3. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	20
2.3.1. Eflorescência	20
2.3.2. Bolor e mofo	20
2.3.3. Trincas e fissuras	21
2.3.4. Manifestações por umidade	21
2.3.5. Descolamento.....	21
2.4. ENGENHARIA DIAGNÓSTICA	23
2.5. INSPEÇÃO PREDIAL.....	23
2.6. MANUTENÇÃO PREDIAL.....	24
2.7. MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO.....	24
2.8. METODOLOGIA BIM.....	25
2.9. MAPEAMENTO DE DANOS.....	26
2.10. ESTUDOS DE CASO COM APLICAÇÃO DO BIM NA INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES	27
3. METODOLOGIA	31
3.1. TIPOLOGIA DA PESQUISA.....	31
3.2. LOCAL DO ESTUDO	31
3.3. PROCEDIMENTO DA PESQUISA.....	33
3.3.1. Procedimento realizado no <i>software Revit</i>	34
3.3.2. Mapeamento das manifestações patológicas	43
3.3.3. Aplicação do Método GUT de Priorização.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1. INSPEÇÃO PREDIAL.....	44
4.2. MODELO VIRTUAL DESENVOLVIDO	49
4.3. TABELAS.....	49

4.4.	MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO GUT	50
4.5.	MAPEMANETO DOS DANOS	51
5.	CONCLUSÃO	54
5.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.2.	SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICE A – TABELAS OBTIDAS NO REVIT	60
	APÊNDICE B – PROJETO MANUTENÇÃO PREDIAL	61

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, ao decorrer dos anos, a construção civil obteve grande evolução em diversas áreas, adquirindo relevante progresso quanto aos seus métodos, materiais empregados e ferramentas para a realização de atividades relacionadas à engenharia civil (FERREIRA; LOBÃO, 2018, p. 72). No entanto, mesmo em meio a todos os avanços tecnológicos e ferramentas disponíveis, ainda surgem diversas anomalias nas edificações, que provocam manifestações patológicas, que vão de pequenos problemas estéticos até complicações mais críticas (FARRAPO et al., 2013, p. 2).

As manifestações patológicas podem surgir nas edificações em qualquer etapa da construção, devido a falhas ou imprevistos, como falhas de concepção e execução, bem como pela precária ou ausência de manutenção preventiva. O seu estudo se refere à investigação dos fatores que oferecem riscos e prejudicam o funcionamento de uma estrutura, e um diagnóstico que consiga identificar a origem do problema, a etapa em que surgiu, e a sua extensão (BERTI; SILVA JÚNIOR; AKASAKI, 2019, p. 35).

Diante disso, as ações de inspeção e gestão de manutenção são essenciais para identificar antecipadamente as situações de risco e estabelecer ações necessárias de intervenção e recuperação a curto, médio e longo prazo (SOUSA, 2017, p. 1). Um bom plano de manutenção realiza a caracterização do edifício e uma análise detalhada das manifestações identificadas na inspeção predial, para serem estudadas e consideradas as intervenções mais adequadas, de modo a manter bom estado de conservação da a edificação (FRAZÃO, 2020, p. 1).

Dessa forma, segundo Sousa (2017, p. 112), a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) pode ser utilizada na gestão de manutenção nas obras e edificações visto que permite reunir informações adquiridas nas inspeções. Assim, obtendo grandes contribuições do uso da metodologia na manutenção, que permite consultar as informações fornecidas pelo modelo e também atualização dos dados posteriormente.

O uso da metodologia BIM tem se tornado cada vez difundido, sendo considerado como uma nova prática para o desenvolvimento de empreendimentos de arquitetura e de engenharia (BRASIL, 2018, p. 7). Com isso, o Governo Federal criou a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* – BIM, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, com o intuito de impulsionar a utilização do BIM no país, por meio de ações e iniciativas do setor público e do privado, promovendo a modernização e a transformação digital da construção e garantindo um ambiente adequado para seu uso (BRASIL, 2019).

A matriz GUT, é uma ferramenta utilizada quando é necessário priorizar ações dentro de conjunto de alternativas, independente da natureza da atividade (COSTA *et al.*, 2017, p. 203). Diante disso, o método analisa os problemas e permite selecionar aqueles que necessitam de maior priorização no seu tratamento (BRASIL, 2013, p. 35).

Portanto, com a necessidade de buscar novos meios de aprimorar os processos da gestão de manutenção, ainda realizados manualmente, este estudo busca aplicar a tecnologia BIM na realização de manutenção predial e no monitoramento das manifestações patológicas. Logo, a edificação de estudo se trata de uma edificação pública municipal, de pequeno porte, com apenas um pavimento e poucos ambientes, situada na cidade de Jaguaruana/CE, a 183 km da capital Fortaleza/CE.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O atual tópico aborda as considerações iniciais acerca do tema e a motivação do estudo. O tópico 2 compreende o embasamento teórico sobre a patologia das edificações, sobre a metodologia BIM, inspeção e manutenção predial e também sobre o método de priorização. Em seguida, o tópico 3 aborda os materiais e métodos realizados na utilização do software BIM e na aplicação do método de priorização GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). O tópico 4 expõe os resultados adquiridos e as discussões dos procedimentos e análises. E por fim, no tópico 5, apresenta-se as considerações finais do estudo.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Desenvolver o mapeamento das manifestações patológicas da edificação utilizando a metodologia BIM.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar e analisar as manifestações patológicas presentes na edificação mediante a inspeção;
- Aplicar matriz GUT como método de priorização para as manifestações patológicas;
- Criação do modelo 3D da edificação a partir do levantamento realizado;
- Documentar e mapear as manifestações patológicas utilizando o modelo 3D no *Revit*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE

Entende-se o desempenho como o comportamento individual de um produto em serviço, ao longo de sua vida útil, e a sua medida relativa associada ao resultado do desenvolvimento do trabalho nas etapas de projeto, construção e manutenção. Porém, quando em algum determinado momento, uma edificação apresentar desempenho insatisfatório, não indica necessariamente que esteja comprometida, visto que é necessário realizar intervenção técnica para analisar (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 17).

Do mesmo modo, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 13), Norma de Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, desempenho de uma edificação “consiste na capacidade da estrutura manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada”. Ou seja, é a maneira que a edificação se comporta de acordo com o seu uso.

Logo, percebe-se que o conceito de desempenho está diretamente relacionado com o de vida útil (VU), que conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2021, p. 15), Norma de Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais, é definida como o “período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção”.

De acordo com Souza e Ripper (1998, p. 17), a vida útil de um material é o período no qual as suas propriedades permanecem acima dos limites mínimos estabelecidos. Diante disso, quando a vida útil é afetada, as edificações ficam sujeitas a sofrerem consequências que podem ser desde danos estéticos até algo mais crítico que comprometa definitivamente a sua estrutura e sua durabilidade (ALVES, 2021, p. 16).

O conceito de durabilidade também está associado com o de vida útil, podendo ser entendida, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 13), como a capacidade de uma estrutura resistir aos agentes ambientais previstos e definidos em projeto. A durabilidade é dada através da variação do desempenho e da vida útil, relacionada com a capacidade de uma edificação e seus elementos de manterem o desempenho previsto ao longo do tempo, portanto, não é uma propriedade definida nos materiais (FRAZÃO, 2020, p. 12).

2.2. PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES

Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2019, p. 1), patologia é a “ciência que estuda a origem, os mecanismos, os sintomas e a natureza das doenças”. Esse termo, cujo significado é “estudo das doenças”, originam-se das palavras gregas *pathos* (doença) e *logia* (estudo). Assim, essa ciência estuda a anormalidade que conflita com a integridade habitual do elemento, apoiada em inspeções para o entendimento e/ou remediação do defeito, para que se possa adotar medidas corretivas.

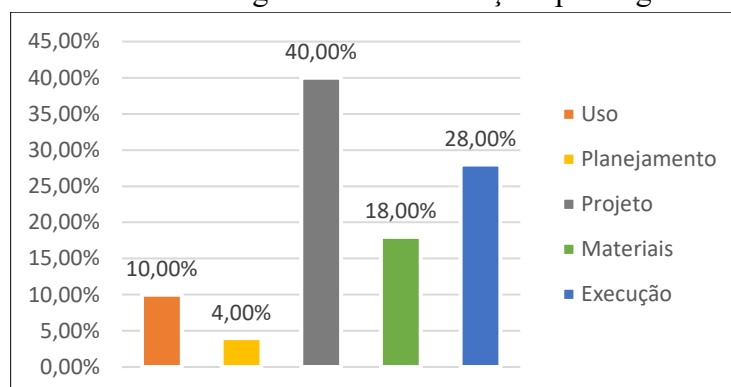
O termo patologia, normalmente, é associado a medicina, porém, há várias décadas, também tem sido frequentemente utilizado na área da construção civil, atrelado ao estudo das doenças e danos das construções. Dessa forma, a patologia das construções é a ciência que estuda e entende os defeitos nas edificações como um todo, buscando diagnosticar as origens e propor tratamento adequado (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 1).

As manifestações patológicas “são problemas visíveis ou observáveis, indicativos de falhas do comportamento normal”, conceito empregado e inserido na patologia das construções (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 9). Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013) manifestação patológica é uma “irregularidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem com problemas que não decorram do envelhecimento natural”.

O surgimento das manifestações patológicas nas edificações, de maneira geral, imprime na existência de uma ou mais falhas durante a execução de uma das etapas de concepção, como também no sistema de controle de qualidade próprio a uma ou mais atividades (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 23). Algumas das mais comuns em edificações são as trincas, fissuras, infiltrações e danos causados por umidade excessiva (BERTI; SILVA JÚNIOR; AKASAKI, 2019, p. 33).

Segundo Helene (1992, p.19) as eflorescências, flechas excessivas, manchas, corrosão de armaduras, entre outros, também são comuns. Desse modo, vale ressaltar que identificar a origem desses problemas também permite identificar o que as originou, visto que as manifestações patológicas normalmente surgem nas primeiras etapas da obra, sendo elas fases de projeto e execução (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Origem das manifestações patológicas



Fonte: Adaptado de Helene (1992)

2.3. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

2.3.1. Eflorescência

A eflorescência, também chamado popularmente de “salitre”, consiste na deposição de sais cristalizados na superfície do revestimento, de aparência esbranquiçada pelo efeito de percolação da água através do revestimento, promovendo a lixiviação destes sais para a superfície de evaporação da água (FERNANDES, 2010, p. 16). Ou seja, são compostos solúveis em água presentes nos materiais, que ao migrarem para a superfície mais quente, a água evapora lentamente, permanecendo apenas a solução saturada em sais, que cristalizam na superfície. São mais presentes em épocas secas, pois se acumula em baixa umidade que a dissolve, porém, podem surgir em qualquer época, sobretudo em materiais porosos que acumulam maior quantidade de sais (MORENO *et al.*, 2010, p. 164).

2.3.2. Bolor e mofo

Mofo e bolor, de acordo com Montecielo e Edler (2016, p. 3) são manchas que surgem geralmente sobre a superfície e, por pertencerem ao grupo de seres vivos (fungos, algas e bactérias) se proliferam em condições de clima favoráveis, como em ambientes úmidos, mal ventilados ou mal iluminados. O avanço desses microrganismos em revestimentos provoca modificações estéticas de tetos e paredes pela formação de manchas escuras – de cor preta, marrom e verde – ou, eventualmente, manchas claras – sendo esbranquiçadas ou amareladas (JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013, p. 79).

2.3.3. Trincas e fissuras

As fissuras, são pequenas aberturas, que decorrem da atuação de tensões nos componentes, facilitando a entrada de agentes agressivos a integridade da estrutura, podendo interferir na estética, funcionalidade, durabilidade e características das estruturas, tendendo a se acomodar, geralmente. Podem surgir devido a recalques diferenciados, sobrecargas, movimentações térmicas, falhas construtivas, entre outros. Já as trincas são aberturas mais profundas e acentuadas (SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2017, p. 79).

2.3.4. Manifestações por umidade

Além de frequentes, os problemas relacionados a umidade são um dos maiores problemas de uma edificação durante sua vida útil. A sua ocorrência está relacionada à idade da edificação, ao clima, aos materiais utilizados, às técnicas construtivas aplicadas e ao controle de qualidade realizado na obra. São diversas as formas de manifestação dos problemas relacionados a umidade, tais como manchas, formação de bolor ou mofo, aparecimento de fissuras e trincas, entre outras (JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013, p. 79).

De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2021, p. 20) “a umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído”. A mancha por umidade que se manifesta nas edificações pode surgir através de infiltrações diversas, deslocamento de revestimento, condensação da água na superfície da estrutura, ascensão da água do solo por capilaridade ou ainda acidental, vazamentos de instalações hidrossanitárias e em rede de tubulações hidráulicas, pluviais e de esgoto, entre outras (BORGES, 2008, p. 8).

2.3.5. Descolamento

Dentre os problemas mais comuns em revestimentos, destaca-se os descolamentos, que prejudicam o bom funcionamento em relação a estética, às funções de proteção e isolamento dos revestimentos. O descolamento é a separação de uma ou mais camadas de revestimentos, como o reboco e emboço, apresentando extensão que varia desde pequenas áreas até a totalidade de uma alvenaria. Podem ser causados pela hidratação inadequada dos materiais utilizados, baixa qualidade dos materiais, preparo inadequado da pasta, presença de impurezas na base,

baixa rugosidade do substrato, entre outros. Podem se manifestar por empolamento, em placas ou com pulverulência (BAUER, 2008, p. 903).

2.3.5.1. Descolamento por empolamento

Ocorre quando a superfície do reboco se desprende do emboço, formando empolamentos ou bolhas que aumentam gradativamente. As possíveis causas estão relacionadas a infiltração de umidade e a existência de cal parcialmente hidratada na argamassa que desaparece logo após sua aplicação, que aumenta de volume e se expande. Frequentemente ocorre nas camadas com maior proporção de cal, todavia, a variação de volume está associada também a presença de óxido de magnésio não hidratado, devido a sua hidratação lenta (BAUER, 2008, p. 904).

2.3.5.2. Descolamento em placas

Decorre do descolamento em forma de placas, que se mostram endurecidas, quebrando com dificuldade, ou sendo quebradiças, podendo se partir com facilidade. Apresenta um som cavo quando a superfície é submetida à percussão. Podem ser causadas quando possui argamassa muito rica em aglomerantes, possuir camada muito espessa, superfície da base muito lisa sem apresentar aderência, ausência de chapisco ou utilização de chapisco preparado com areia muito fina, molhagem deficiente da base, presença de impurezas na base, entre outras (BAUER, 2008, p. 904).

2.3.5.3. Descolamento com pulverulência

A pulverulência é um fenômeno recorrente em fachadas de edificações, possuindo características de uma argamassa friável, sendo caracterizada pela desagregação e consequente esfarelamento da argamassa ao ser pressionada manualmente. Em revestimentos que recebem pintura, a película de tinta se destaca facilmente carregando partículas de reboco (BAUER, 2008, p. 905). De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 2013, p. 6), Norma de Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas, “a pulverulência pode ser causada por excesso de finos no agregado; traço pobre em aglomerante; carbonatação insuficiente da cal, em argamassas de cal, dificultada por clima seco e temperatura elevada ou por ação do vento”.

2.4. ENGENHARIA DIAGNÓSTICA

Conforme Gomide *et al.* (2020, p. 2) a Engenharia Diagnóstica “é a arte de criar ações proativas por meio de diagnósticos, prognósticos e prescrições técnicas, visando à qualidade total da edificação”. Ou seja, é o campo de estudo da engenharia que investiga, analisa, prevê, entende e determina medidas corretivas de controle e recuperação das edificações que apresentam manifestações patológicas (SOUZA, 2019, p. 2).

Para a realização de um diagnóstico correto de uma manifestação patológica, se faz necessário, realizar a inspeção visual para coletar os dados, identificar os sintomas, a localização e a intensidade destes problemas. Quando necessário, pode ser realizado ensaios específicos e também análise dos projetos, para complementar e auxiliar no diagnóstico. As etapas de análise dos dados, diagnóstico dos problemas, prognóstico, explicando todas as consequências caso não sejam efetuadas as medidas corretivas, e a etapa de terapia, sucedem as etapas supracitadas (TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p. 5).

2.5. INSPEÇÃO PREDIAL

A inspeção predial “é a análise técnica de fato, condição ou direito relativo a uma edificação, com base em informações genéricas e na experiência do engenheiro diagnóstico”. Ou seja, pode ser entendida como o *checkup* de uma edificação, que visa a sua boa qualidade e também a boa saúde dos seus usuários. Diante disso, é necessário a realização do diagnóstico, armazenando os dados obtidos, para posteriores medidas de reparos e serviços de manutenção predial (GOMIDE *et al.*, 2020, p. 1).

Normalmente, utiliza-se a técnica da análise visual na realização da inspeção predial, para catalogar e analisar as consequências das falhas e manifestações patológicas nas edificações. Posteriormente, tem-se a elaboração de um laudo técnico com todas as orientações adequadas, como medidas para prevenir, corrigir ou minimizar essas falhas (SILVA, 2023, p. 13).

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE, disponibiliza a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012, p. 1) que colabora com a “saúde dos edifícios”, com a sua segurança, funcionalidade, manutenção adequada e valorização patrimonial. A norma apresenta conceitos e critérios para a realização da inspeção predial e elaboração do seu laudo, classificando as anomalias na edificação e indica orientações técnicas de manutenção dos sistemas e elementos construtivos.

2.6. MANUTENÇÃO PREDIAL

Entende-se por manutenção, o conjunto de atividades necessárias para garantir o bom funcionamento de uma estrutura ao longo do tempo, ou seja, é um conjunto de rotinas com a finalidade de prolongar a vida útil, a um custo compensador. Um bom programa de manutenção possui metodologias adequadas de operação, controle e execução de uma obra, e na análise de custo-benefício desta manutenção (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 21).

As edificações são construídas para atender as necessidades dos usuários durante muitos anos, devendo ao longo desse tempo apresentar condições adequadas de uso, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades físicas. Logo, exige-se a manutenção das edificações ao longo de sua utilização, caso contrário, são retiradas do serviço antes de atingir a sua vida útil de projeto, causando transtorno aos usuários e um sobrecusto dos serviços de recuperação (ABNT NBR 5674, 2012, p. vi).

De acordo com a Norma de Manutenção de edificações – NBR 5674 (2012, p. vi), é fundamental a elaboração e implantação de um programa de manutenção preventiva e corretiva nas edificações, tanto para preservar a segurança e qualidade de vida dos usuários, quanto para a manutenção dos níveis de desempenho ao longo da vida útil projetada.

2.7. MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO

As manifestações patológicas devem ser dispostas seguindo uma sequência lógica e organizada, de forma a facilitar a priorização de reparação. Segundo a Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012, p. 13), recomenda-se que sejam dispostas em ordem decrescente quanto ao grau de risco e intensidade, por meio de metodologias técnicas de “gerenciamento de risco” como a Matriz GUT (metodologia de Gravidade, Urgência e Tendência), FEMEA (metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falhas), ou ainda pela listagem de criticidade decorrente da Inspeção Predial. Além das metodologias supracitadas, também pode ser aplicada a FTA (metodologia da Análise da Árvore de Falhas).

Estas ferramentas estabelecem uma base sólida e um ambiente favorável para uma melhoria, permitindo organizar os dados e fatos, transformando-os em informação para a gestão. O método de priorização GUT, ou matriz GUT, é uma ferramenta utilizada e aplicada quando for necessário priorizar ações dentro de conjunto de alternativas, independente da natureza da atividade (COSTA *et al.*, 2017, p. 203). A Matriz GUT é um método que analisa os problemas e permite selecionar aqueles que necessitam ter seu tratamento priorizado; sua

sigla representa a abreviatura dos parâmetros de análise da matriz: gravidade (G), urgência (U) e tendência (T) (BRASIL, 2013, p. 35).

Estes elementos podem ser definidos, segundo Polli (2014, p. 90), como:

- Gravidade: é a intensidade dos danos que o problema pode causar se não for solucionado;
- Urgência: é o tempo em que se deve solucionar de imediato o problema para evitar os seus danos indesejáveis caso não seja solucionado;
- Tendência: é o desenvolvimento que o problema sofrerá caso não seja resolvido durante um determinado tempo.

Para construir a matriz, são atribuídos pesos de 1 (um) a 5 (cinco) para as variáveis G, U e T, aplicando nas ações, caso um problema seja de extrema gravidade, ele obterá nota 5, caso seja pouco urgente, obterá nota 2. Se a urgência exigir ação imediata terá nota 5, se pode esperar, terá nota 1, se a tendência não irá mudar, a nota será 1 (Quadro 1). A nota final será o produto de $G \times U \times T$. Assim, os problemas com as maiores notas finais serão, a princípio, tratados com prioridade (CORRÊA, 2019, p. 166).

Quadro 1 – Matriz GUT

Peso	G Gravidade	U Urgência	T Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente se nada for feito
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo se nada for feito
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar ao longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Adaptado de Corrêa (2019)

2.8. METODOLOGIA BIM

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*), traduzido para o português como modelagem da informação da construção, é uma representação virtual das características de uma edificação, considerando os parâmetros físicos e de funcionamento, proporcionando projeções do possível comportamento futuro da edificação, auxiliando na previsão de erros, reduzindo o tempo de execução da obra e aumentando o desempenho (BESSA, 2022, p. 28).

Segundo Souza *et al.* (2022, p. 102), o BIM compreende um grupo de informações criadas que permitem a construção da realidade em um modelo virtual, logo, toda a base de dados pode ser alterada durante toda o ciclo de vida do empreendimento, desde o planejamento até sua demolição. Ou seja, pode ser utilizada como um banco de dados virtual, para armazenar, organizar e trocar informações sobre o desempenho da edificação, obtidas na realização de inspeções ao longo de sua vida útil, auxiliando na previsão de problemas e facilitando na intervenção, caso necessário (BESSA, 2022, p. 12).

O modelo BIM permite a inserção de parâmetros compartilhados que contenham informações que possibilita a caracterização das manifestações patológicas. Esses parâmetros podem ser adicionados nas famílias, que possibilitam a criação de tabelas contendo as informações cadastradas. As famílias são elementos que contém os parâmetros, que são um conjunto comum de propriedades e informações, e uma representação gráfica relacionada (MAINARDI NETO, *et al.*, 2021, p. 4).

Um dos programas muito utilizados nos últimos anos dentro do sistema BIM é o *Revit*[®] de uma grande autora de programas voltadas para a construção civil, a *Autodesk*[®].

2.9. MAPEAMENTO DE DANOS

O mapeamento de danos tem a finalidade de realizar a representação gráfica do levantamento dos danos presentes na edificação, relacionando-os aos seus agentes e causas (BRASIL, 2005, p. 28). Analogamente, Braga (2003, p. 31) define mapeamento de danos como sendo o registro gráfico do estado de conservação e das manifestações patológicas identificadas na edificação, utilizando uma simbologia para indicar cada um dos danos encontrados.

Conforme Mentone (2019, p. 34), a ausência da documentação dos arquivos das edificações e dos projetos, dificulta a implantação de programas de inspeção e manutenção regulares eficientes. Logo, é crucial possuir uma base de dados confiável e documentada do projeto, que possibilita e facilita no processo de manutenção. Desse modo, a tecnologia BIM cria uma base de dados para a manutenção, garantindo redução de erros, incompatibilidades e retrabalhos (MAINARDI NETO, *et al.*, 2021, p. 2).

2.10. ESTUDOS DE CASO COM APLICAÇÃO DO BIM NA INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Fernandes (2022) propôs uma metodologia de auxílio da gestão de manutenção predial por meio do mapeamento das manifestações patológicas utilizando a ferramenta de tecnologia BIM, com isso, realizou-se uma vistoria na edificação, a modelagem 3D do local, definindo parâmetros para elaborar a metodologia no *software Revit*. Posteriormente, gerou tabelas definindo os parâmetros e quantitativos que seriam fornecidos de acordo com as configurações e informações pré definidas. A metodologia criada possibilitou a sua aplicação na gestão da manutenção das edificações com resultado satisfatório, possibilitando também a integração de outras informações, como diagnostico, medidas de recuperação, entre outras.

Costa Filho (2022) também realizou um estudo para propor um método para gestão da manutenção das manifestações patológicas utilizando a metodologia BIM, com isso ele realizou o desenvolvimento do *template* no *software Revit*, modelagem da edificação e das manifestações patológicas, por meio da parametrização das informações, e posteriormente a composição do custo para recuperação. Com isso, gerou-se tabelas capazes de organizar e documentar as manifestações, manutenções e levantamentos realizados na inspeção predial, como forma de auxiliar na gestão da manutenção. Após as simulações, foi possível concluir que a ferramenta permite a melhoria da gestão de manutenção predial, como também para o controle e funcionamento.

Santos e Calmon (2019) desenvolveram um método com auxílio da metodologia BIM de gestão da manutenção de edificações, com foco nas manifestações patológicas, como forma de suporte para inspeção predial, identificação e resolução de problemas patológicos. Para isso, além da modelagem da edificação no *Revit*, foi realizada a vistoria utilizando o *software BIM 360® Field*, destinado para controle de produção e de qualidade de execução da obra. Posteriormente, foram cadastradas as informações para cada tipo de elemento, como orientações, cuidados de uso, manutenção, entre outras, como também elaborou o planejamento e agendamento das tarefas. Desta forma, essa metodologia possibilitou a integração dos modelos virtuais 3D com outros tipos de informações da edificação, a adição de dados e referências técnicas relacionadas ao diagnóstico e recuperação dos elementos, maior controle, facilidade no acesso as informações documentadas, identificação e mapeamento das manifestações, padronização dos procedimentos, ausência de perda de dados, entre outras. Porém, o emprego do BIM ainda é restrito, devido aos custos relacionados ao software e

necessidade de capacitação da equipe, pela ausência de projetos, especificações técnicas dos elementos, entre outros.

Teixeira (2019) também estudou o uso da tecnologia BIM para determinar as causas e soluções dos problemas patológicos das obras públicas. Logo, foi realizada a caracterização da edificação para depois realizar o mapeamento das manifestações patológicas, indicando as causas e propondo soluções de reparação e prevenção de falhas futuras. Diante disso, são criadas tabelas com informações de grau de urgência de manutenção e também da localização geográfica georreferenciada para acesso *in loco*, compartilhadas por meio da plataforma Trimble Connect, de forma a possibilitar uma colaboração entre vários projetistas para que acessem, visualizem e compartilhem as informações dos projetos de qualquer lugar, a qualquer momento. Essa metodologia mostrou ser eficaz devido ao compartilhamento e armazenamento das informações essenciais, possibilitando o melhor gerenciamento de manutenção.

Frazão (2020) viu a necessidade de buscar uma ferramenta digital aliada a tecnologia BIM para o controle e manutenção dos elementos construtivos devido as frequentes alterações que as edificações sofrem. Diante disso, o autor procurou um método de previsão de vida útil estimada dos elementos construtivos juntamente com o auxílio do *software* para o desenvolvimento e construção de uma interface digital, que permita que os usuários possuam um produto mais eficaz e inteligente para a gestão da manutenção. Portanto, foi definido um método de previsão de vida útil e geração de requisitos no *software*, feito um recorte do local de estudo, depois realizou a implantação dos parâmetros no modelo BIM para inserir os dados, alimentando o método escolhido e o sistema operacional de gestão de manutenção. Com isso, constatou-se a importância da inserção dos dados no ato de projetar, de forma a ficarem arquivadas para serem acessadas posteriormente na fase de manutenção, podendo a metodologia ser aplicada tanto em edificações já existentes quanto nas que ainda vão ser ou estão sendo construídas. O autor destaca a viabilidade de gerenciar os dados inseridos desde a fase inicial de projeto até a fase após finalização da edificação, acompanhando as fases durante o uso e ocupação, como também o uso do método para estimar a vida útil junto a metodologia BIM, obtendo a preservação da edificação por meio da manutenção periódica. Se faz necessário verificar o método de modelagem e extração dos dados necessários como também realizar testes entre o método de gestão sem e com o BIM, para a veracidade dos benefícios.

Da mesma forma, Garcia, Bueno e Silva (2019) estudaram a eficiência da plataforma BIM em relação ao gerenciamento da operação e manutenção da edificação, focando a aplicação em edifícios públicos. Para isso, foi realizado a caracterização da edificação e sua

modelagem no *Revit*, inserção dos parâmetros de manutenção, e a análise crítica do potencial da ferramenta. Os autores concluíram que a inserção de parâmetros de manutenção é uma forma promissora de aprimorar os procedimentos, já que o modelo gerado pode ser conectado a ferramentas de gestão; e a criação de novos parâmetros pode ser considerada uma peça chave nos procedimentos de gestão da manutenção predial. Esse método pode atenuar problemas relacionados à manutenção, como a falta de diretrizes de projeto, falta de *as built*, falta de registros de manutenção e a falta de um sistema de retroalimentação de dados.

Mainardi Neto *et al.* (2021) aplicaram essa metodologia no estudo de gestão e manutenção de pontes e viadutos, contemplando o uso de tecnologias como nuvem de pontos e fotografias 360° de escaneamento a laser. O estudo se desenvolveu a partir da modelagem em BIM das condições reais de uma ponte, do levantamento das manifestações patológicas presentes na estrutura e da documentação dessas anomalias no modelo, a fim de classificar a condição estrutural da ponte. A documentação permite uma visualização clara do estado da ponte após uma inspeção, como também permite o uso contínuo dos dados e a gestão do histórico das manutenções já realizadas, garantindo uma padronização das informações. Podem ser realizados ainda estudos para investigar formas distintas de documentar automaticamente a associação entre a anomalia e o elemento hospedeiro (estrutural).

Bragança e Lima (2022) realizaram um estudo de caso sobre o uso de drones e da plataforma BIM na inspeção predial, buscando facilitar as atividades pertinentes a inspeção predial, averiguar as vantagens da aplicação dessa metodologia. Com isso, foi realizada a inspeção a fim de caracterizar as manifestações patológicas e obter dados relevantes. Foram feitas capturas fotográficas com o uso do drone, e utilizou a metodologia GUT para tomada de decisões com base nas informações obtidas. Logo, com a utilização desse método foi possível obter melhorias e ganho de eficiência nas visitas inspecionais, além de ser uma inspeção mais rápida e bem precisa, em conjunto com o levantamento em 3D. Estes dois recursos podem ser utilizados para trazer uma maior eficiência para a realização de perícias, bem como as análises de dados coletados.

Bessa (2022) também realizou um estudo de caso aplicando a metodologia BIM na caracterização e monitoramento de construções existentes, devido a necessidade de utilizar um sistema de armazenamento de dados e também com alertas e avisos de vistorias, manutenção e operação. Com isso, o trabalho buscou analisar os benefícios do uso do BIM na melhoria e confiabilidade das inspeções prediais para uma futura manutenção. Para a realização do estudo, primeiro foi realizado a modelagem no *Revit*, depois foi realizado a inspeção da estrutura da

ponte e ensaios necessários, posteriormente ocorreu o mapeamento e catalogação dos danos, e por fim, todas as informações coletadas na inspeção técnica foram adicionadas no modelo em BIM, como também os resultados dos ensaios. O autor obteve resultados satisfatórios quanto ao uso do BIM na caracterização e monitoramento das construções com ênfase nas manifestações patológicas, possibilitando a integração do modelo 3D com outras informações da edificação. Com o uso do método é possível adquirir maior controle, velocidade e precisão no acesso às informações, reduzir o tempo de trabalho, identificar e mapear as manifestações, facilidade na análise e tomada de decisão, entre outros.

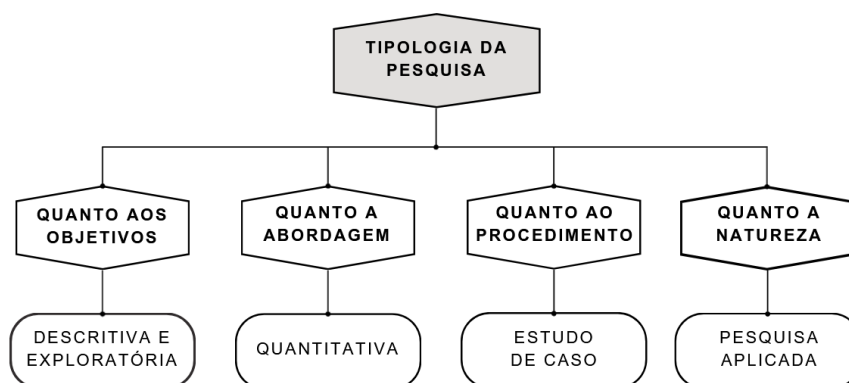
3. METODOLOGIA

3.1. TIPOLOGIA DA PESQUISA

O presente estudo se caracteriza quanto aos seus objetivos como uma pesquisa descritiva e exploratória, já que será explorado o entendimento do uso do BIM na manutenção de edificações como também será identificado os tipos de manifestações patológicas da edificação através da vistoria. Quanto a abordagem se trata de uma pesquisa quantitativa diante da análise dos dados obtidos na vistoria e posterior hierarquização das manifestações patológicas.

Quanto ao procedimento (Figura 1) a pesquisa se trata de um estudo de caso devido a investigação das manifestações patológicas na edificação de estudo, utilizando o BIM para a realização da manutenção das edificações, de maneira a proporcionar mais agilidade no momento de repará-los. Diante disso, se trata de uma pesquisa aplicada diante do estudo do uso e aplicação do BIM na manutenção de edificações.

Figura 1 – Tipologia da pesquisa



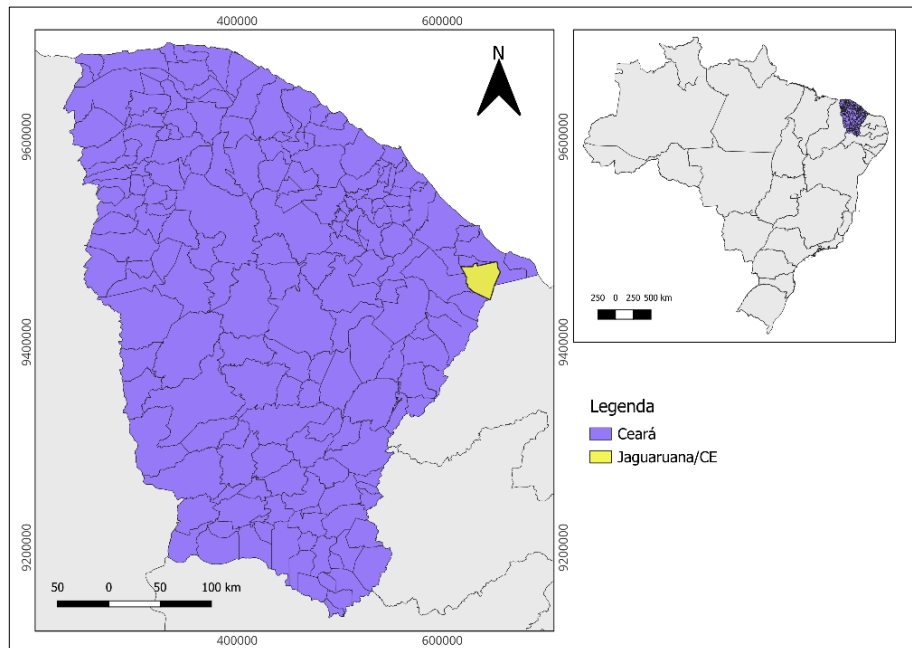
Fonte: Autoria Própria (2023)

3.2. LOCAL DO ESTUDO

O presente trabalho foi realizado no município de Jaguaruana-CE, localizado no estado do Ceará (Figura 2), na microrregião do Baixo Jaguaribe e na mesorregião do Jaguaribe, a 183 km da capital Fortaleza-CE. A edificação do estudo é um edifício público, onde funciona uma Agência dos Correios (Figura 3), localizada na Rua Ademar Lustosa, na cidade de Jaguaruana-CE, de apenas um pavimento, com 4 salas e 2 banheiros, sendo apenas 1 sala e 1 banheiro permanecendo em utilização atualmente. Inaugurada em outubro de 2020, o local apresenta revestimentos simples, com as paredes pintadas, banheiros com azulejo e piso com cimento queimado, onde foi realizada a vistoria e investigação do local para a realização do trabalho.

A escolha da edificação foi baseada na disponibilidade e por ser uma edificação de uso da prefeitura, onde oferece serviços à população em geral. Diante disso, o estudo possibilita maior segurança as pessoas que frequentam o local, podendo prevenir acidentes, além de contribuir para a durabilidade das edificações.

Figura 2 – Localização da cidade de Jaguaruana/CE



Fonte: Autoria própria (2023)

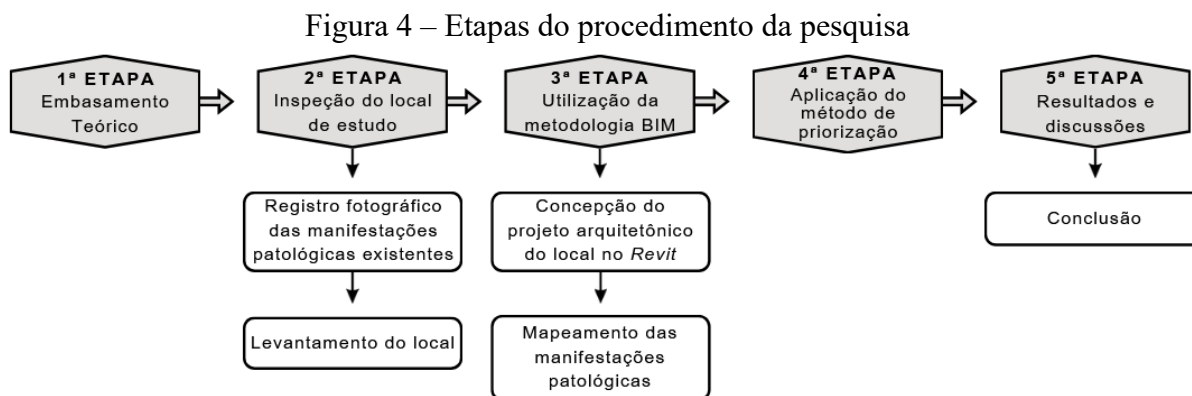
Figura 3 – Localização da edificação do estudo



Fonte: Adaptado de Google Maps (2023)

3.3. PROCEDIMENTO DA PESQUISA

O presente estudo foi dividido em 5 etapas principais para a realização dos procedimentos: embasamento teórico, inspeção do local de estudo, utilização da metodologia BIM, mapeamento das manifestações patológicas e resultados e discussões (Figura 4).



Fonte: Autoria Própria (2023)

Na primeira etapa, foi realizado todo o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento do trabalho, acerca dos diferentes tipos de manifestações patológicas, pesquisas nas normas vigentes sobre o assunto, sobre os métodos de priorização existentes, como também acerca da metodologia BIM e do *software* utilizado, *Revit*.

Posteriormente, ocorreu a inspeção da edificação de estudo para coleta de dados, onde foi feito todo o levantamento do local, utilizando uma trena digital para medições, juntamente com a realização de registro fotográfico das manifestações patológicas presentes. Na terceira etapa, foi aplicado a metodologia BIM para a realização da concepção da modelagem 3D da edificação diante os dados obtidos através do levantamento, utilizando o *Revit*.

Na quarta etapa foram adicionadas as informações obtidas na vistoria da edificação, como os tipos das manifestações patológicas e sua localização, na modelagem 3D desenvolvida no *Revit*, bem como os dados adicionais – descrição visual, as possíveis causas e medidas profiláticas – das manifestações patológicas identificadas. Com isso, foram geradas tabelas com todas essas informações contidas no *Revit* de forma a facilitar a leitura e entendimento do mapeamento.

Em seguida, foi realizado a aplicação do método GUT de priorização das manifestações patológicas, de forma a hierarquizá-las, classificando-as da mais urgente a menos urgente.

3.3.1. Procedimento realizado no *software Revit*

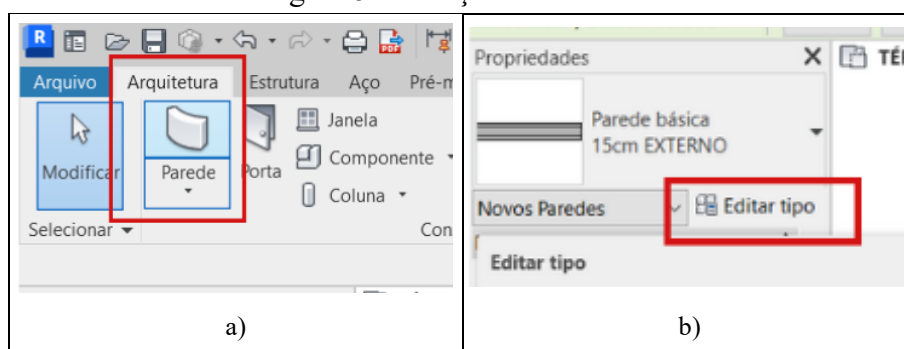
Inicialmente, com todos os dados obtidos no levantamento da edificação utilizando uma trena digital, foi realizada a modelagem arquitetônica em 3D no Revit, realizado a modelagem desde a planta baixa até a cobertura, gerando posteriormente a vista em 3D da edificação. Todas as informações obtidas no levantamento foram adicionadas de forma a tornar a modelagem o mais fiel possível da realidade.

Para a realização dos procedimentos de criação das tabelas foram utilizados como base o estudo do autor Costa Filho (2022) e da autora Fernandes (2022), que desenvolveram trabalhos com a utilização da metodologia BIM no mapeamento das manifestações patológicas, empregando o *software Revit*.

3.3.1.1. Criação das famílias dos elementos

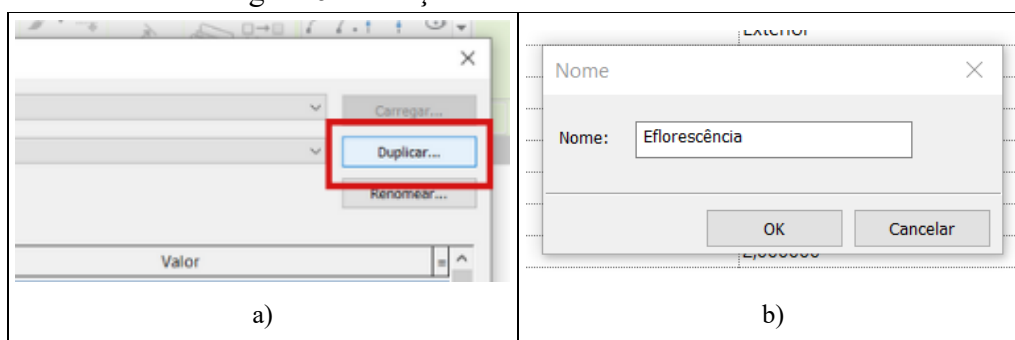
Primeiramente, iniciou-se a adição das informações relacionadas as manifestações patológicas. Na aba arquitetura do *Revit*, foi criada uma nova família de parede, piso e forro, configurados para a identificação das manifestações patológicas na edificação. Para isso, na aba arquitetura do *software* foi selecionado o elemento parede (Figura 5-a) e em seguida nas propriedades foi selecionado editar tipo (Figura 5-b) para duplicar e criar um novo elemento a partir de elementos já existentes (Figura 6-a), assim então foi nomeado com o tipo da manifestação patológica (Figura 6-b).

Figura 5 – Criação das famílias



Fonte: Autoria Própria (2023)

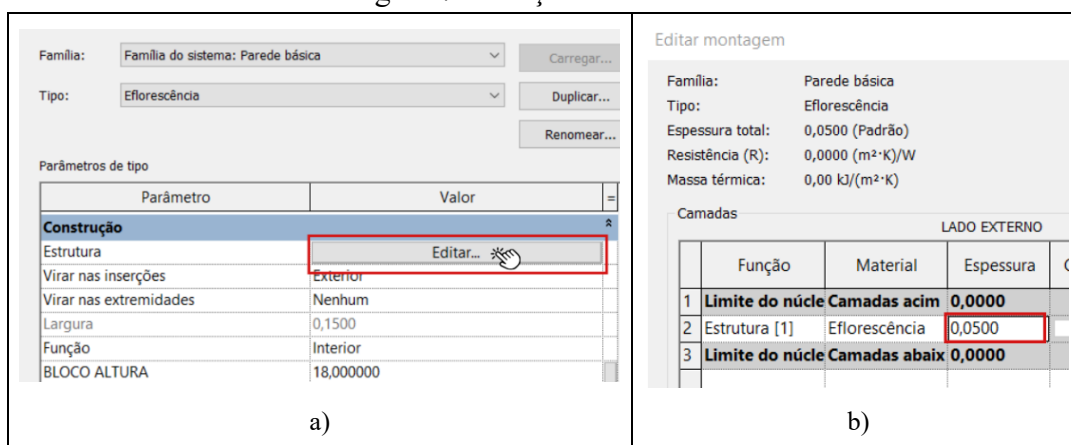
Figura 6 – Criação das famílias dos elementos



Fonte: Autoria Própria (2023)

Após duplicar e nomear o novo elemento, ainda na aba editar tipo, foi realizada a edição da estrutura (Figura 7-a), adicionando uma espessura fictícia, que nesse caso foi de 5cm, (Figura 7-b) que seria a espessura representativa do elemento na modelagem.

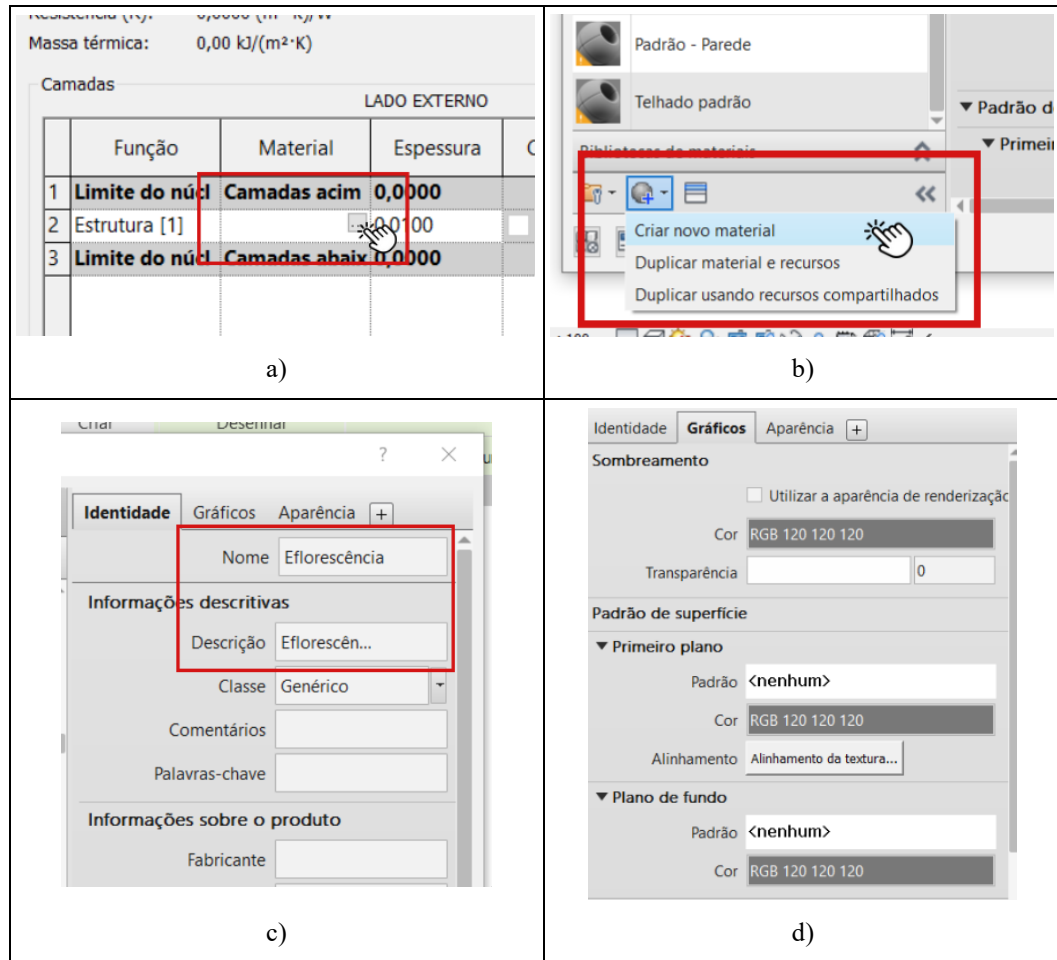
Figura 7 – Edição das Famílias



Fonte: Autoria Própria (2023)

Em seguida, ainda na edição da estrutura, na aba do material (Figura 8-a), foi criado um novo material especificamente para cada tipo de manifestação patológica (Figura 8-b), colocando o nome referente a cada tipo de manifestação na aba identidade (Figura 8-c) e também definidas e inseridas cores para cada uma (Quadro 2), na aba gráficos (Figura 8-d), de forma a melhor caracterizar e diferenciar na modelagem. Todo esse mesmo procedimento foi realizado para manifestações de piso e forro.

Figura 8 – Criação dos materiais para as manifestações patológicas



Fonte: Autoria Própria (2023)

Quadro 2 – Cores referentes a cada manifestação patológica

Manifestação Patológica	Cor
Eflorescência	
Trinca	
Fissura	
Mancha por umidade	
Descolamento	

Fonte: Autoria Própria (2023)

3.3.1.2. Inserção dos parâmetros compartilhados

Com as etapas supracitadas concluídas, foi realizado a criação de tabelas no próprio *software* para obter uma melhor visualização e controle das informações e do gerenciamento de manutenção. Com isso, primeiramente é necessário gerar os parâmetros compartilhados na aba gerenciar (Figura 9-a), posteriormente o primeiro passo foi criar um novo parâmetro e depois um novo grupo (Figura 9-b) nomeado como “Manifestações Patológicas” dentre do parâmetro criado (Figura 9-c).

O passo seguinte foi a criação dos parâmetros em “novo” (Figura 9-d), com isso, são inseridos o nome, a disciplina e o tipo de parâmetros (Figura 9-e), obtendo-se, assim, os parâmetros compartilhados (Figura 10).

Figura 9 – Criação dos parâmetros compartilhados

(continua)

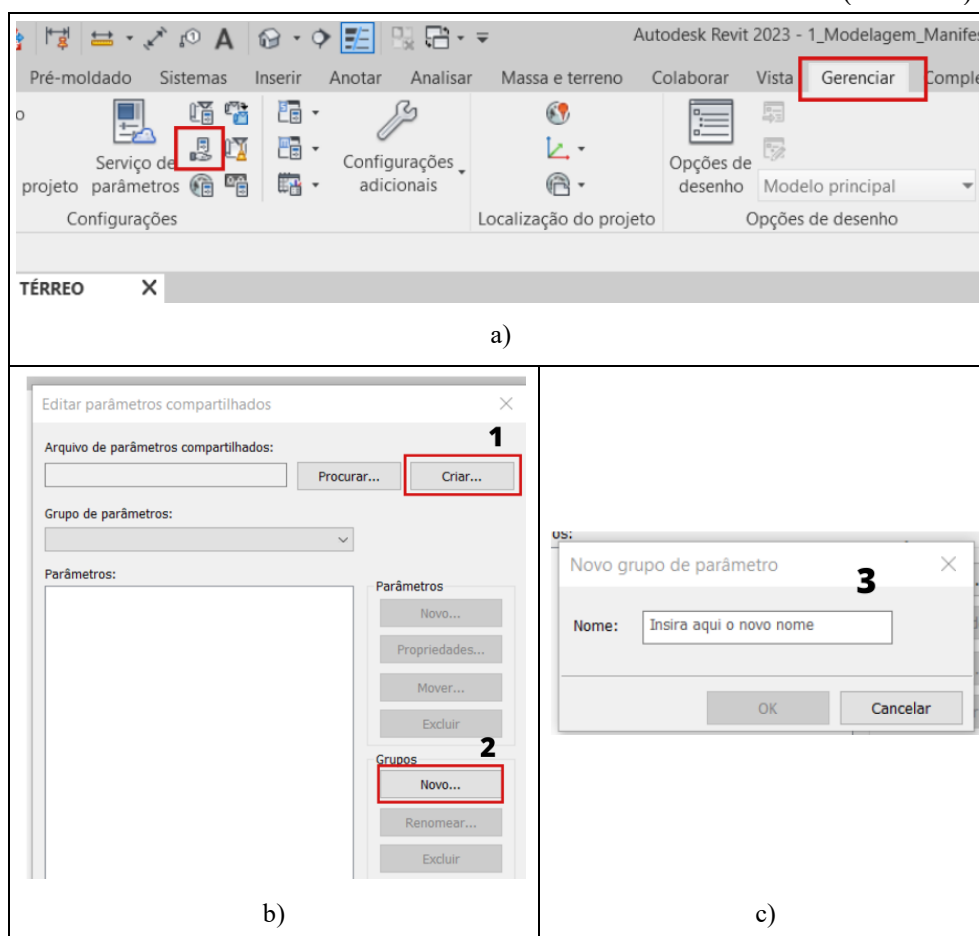
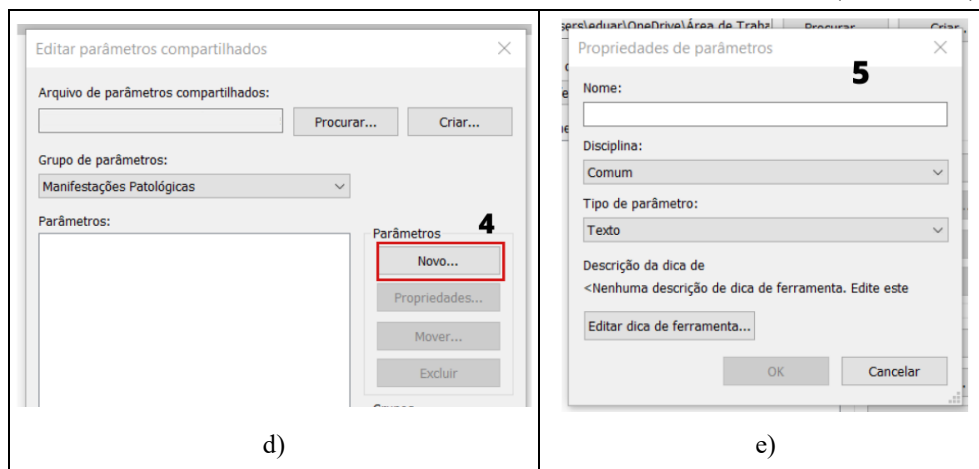
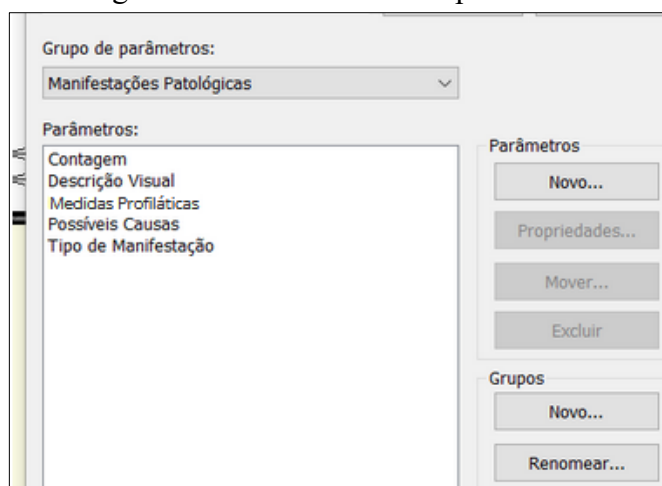


Figura 9 – Criação dos parâmetros compartilhados
(conclusão)



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 10 – Parâmetros Compartilhados

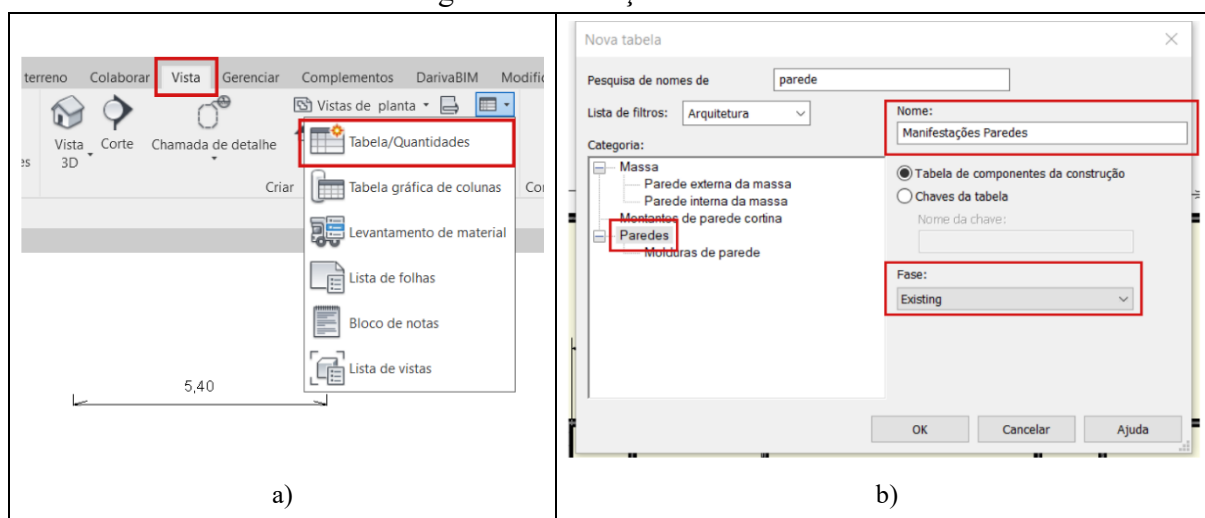


Fonte: Autoria Própria (2023)

3.3.1.3. Criação das tabelas

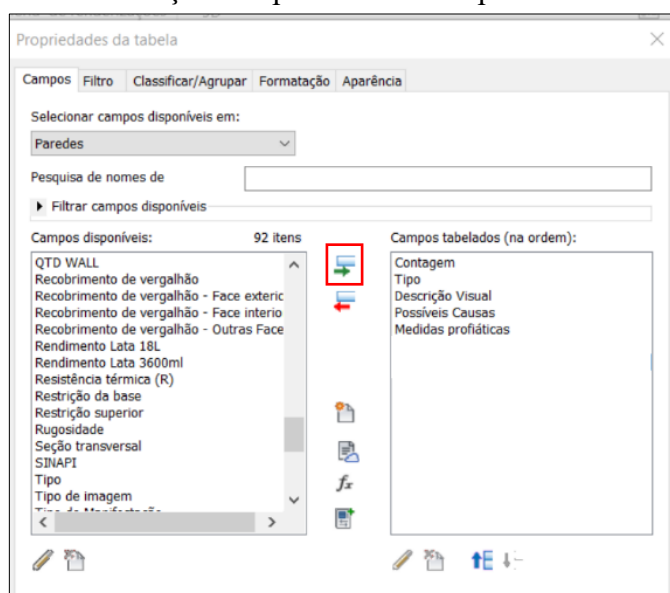
Em seguida, criou-se as tabelas, na aba vista do *Revit*, foi selecionado o comando tabela (Figura 11-a), e então foi selecionado a categoria “paredes” e depois a tabela foi nomeada como “Manifestações Paredes”, mantendo selecionado “tabela de componentes da construção” e em fase selecionando “existing” (Figura 11-b). Posteriormente, foram adicionados na tabela os parâmetros compartilhados criados anteriormente (Figura 12).

Figura 11 – Criação das tabelas



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 12 – Inserção dos parâmetros compartilhados na tabela

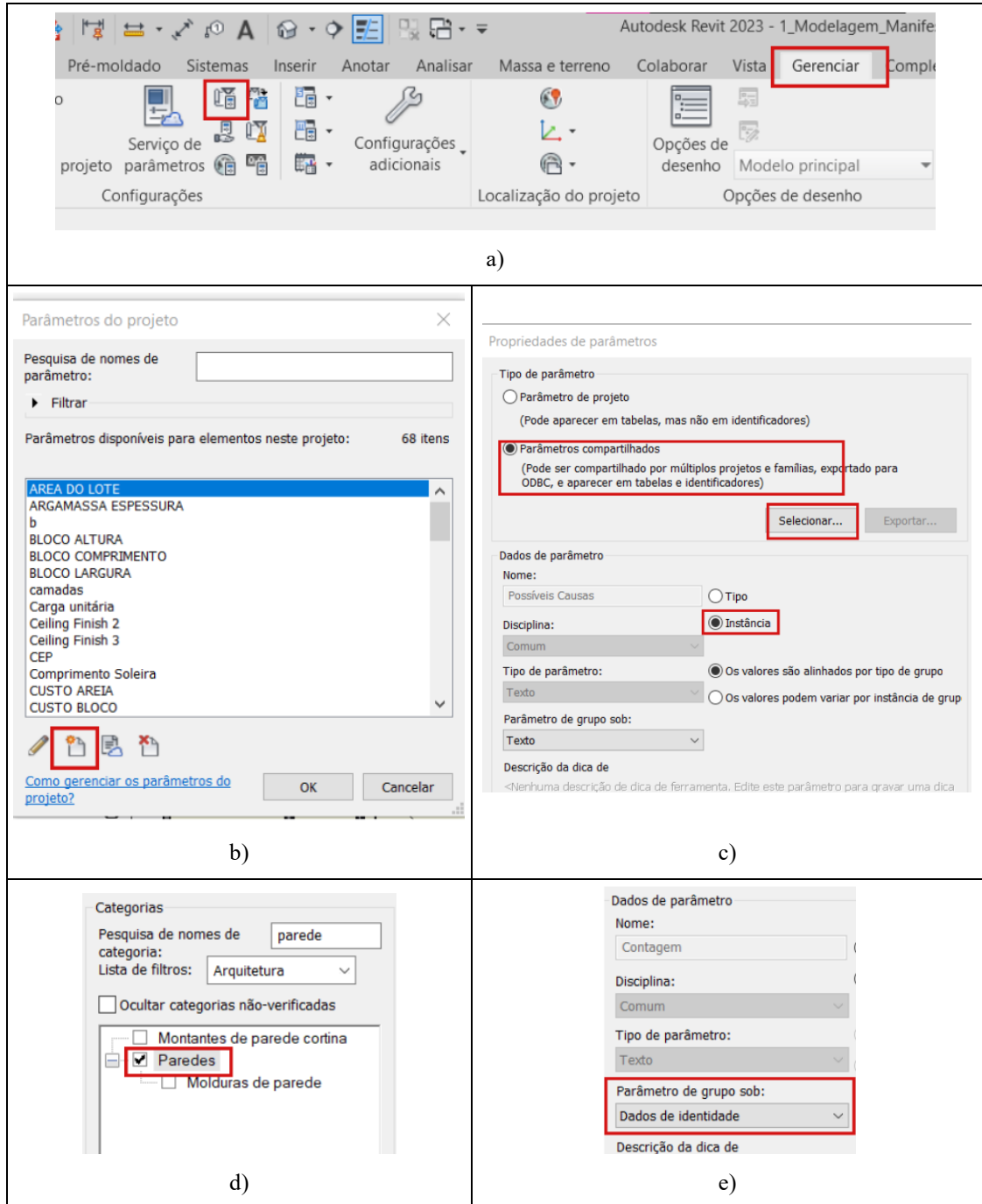


Fonte: Autoria Própria (2023)

Por fim, os parâmetros criados foram atribuídos ao projeto ao selecionar “parâmetros de projeto” na aba gerenciador (Figura 13-a). Ao abrir a janela de propriedades de parâmetros, clicou-se em adicionar para inserir os parâmetros (Figura 13-b) abrindo a janela de propriedades de parâmetros, em tipo de parâmetros, foi selecionado “parâmetros compartilhados” e clicou em selecionar para ter acesso aos parâmetros compartilhados criados, adicionando um por um, e em dados de parâmetros, foi selecionado parâmetro em “instância” (Figura 13-c). Em categorias, foi selecionado elemento parede, repetindo esse processo para piso e forro, (Figura

13-d) e em dados de parâmetros, foi selecionado que os parâmetros seria aplicado na categoria “Dados de identidade” (Figura 13-e).

Figura 13 – Atribuição dos parâmetros no projeto



Fonte: Autoria Própria (2023)

Dessa forma, foram criadas as tabelas de manifestações de paredes, pisos e forros, com os seguintes parâmetros (Figura 14):

Figura 14 – Parâmetros compartilhados das tabelas

<Manifestações Paredes>				
A	B	C	D	E
Contagem	Tipo	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas

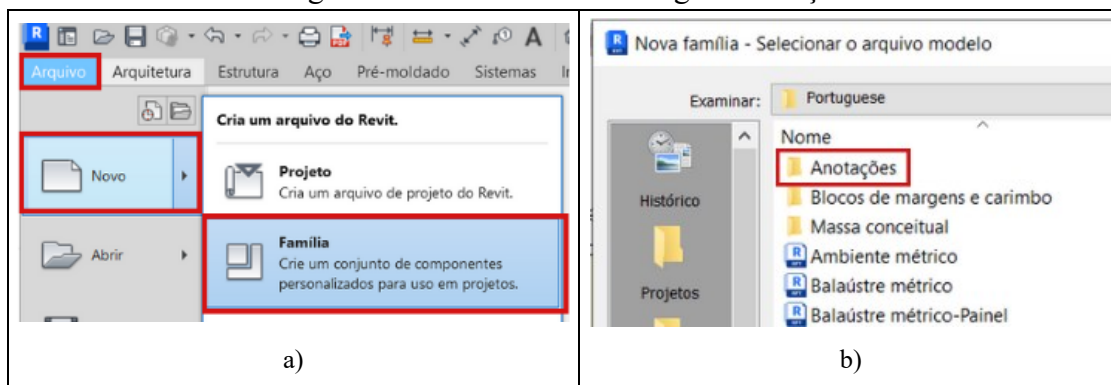
Fonte: Autoria Própria (2023)

3.3.1.4. Criação da tag de identificação

Para identificação das manifestações patológicas na modelagem foi criado uma tag de identificação no *Revit*, para além de identificar o tipo de manifestação também facilitar a leitura do mapeamento das manifestações no projeto. As tags extraem características de um elemento da família selecionada, exibindo essa informação através de texto.

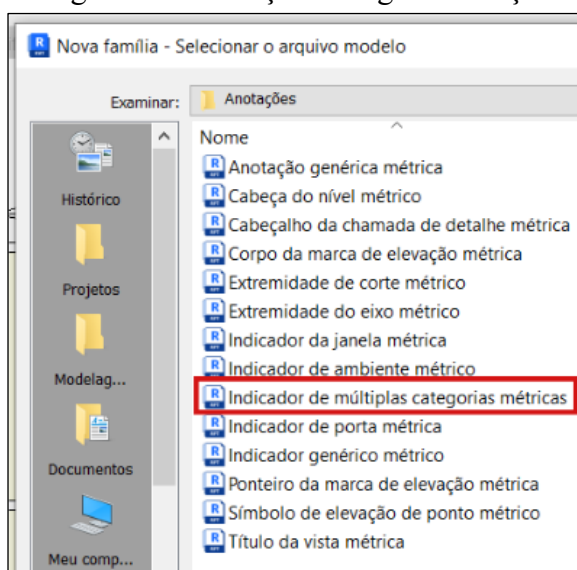
Diante disso, o primeiro passo é criar uma nova família. Na aba arquivo, foi selecionado novo e em seguida família (Figura 15-a), que irá abrir uma nova aba com opções de identificador dadas pelo próprio Revit. Logo, na pasta anotações (Figura 15-b) foi selecionado o indicador de multiplas categorias métricas (Figura 16).

Figura 15 – Nova família de tag de anotação



Fonte: Autoria Própria (2023)

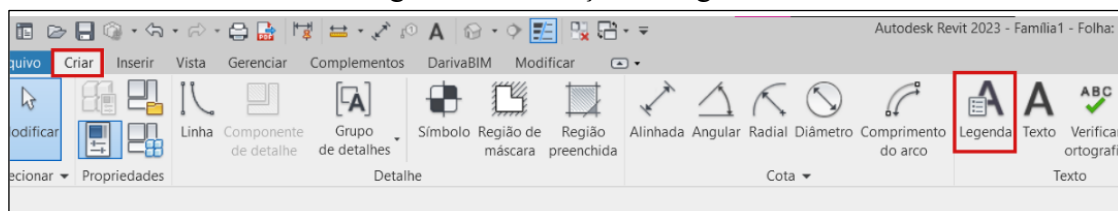
Figura 16 – Inserção de tag de anotação



Fonte: Autoria Própria (2023)

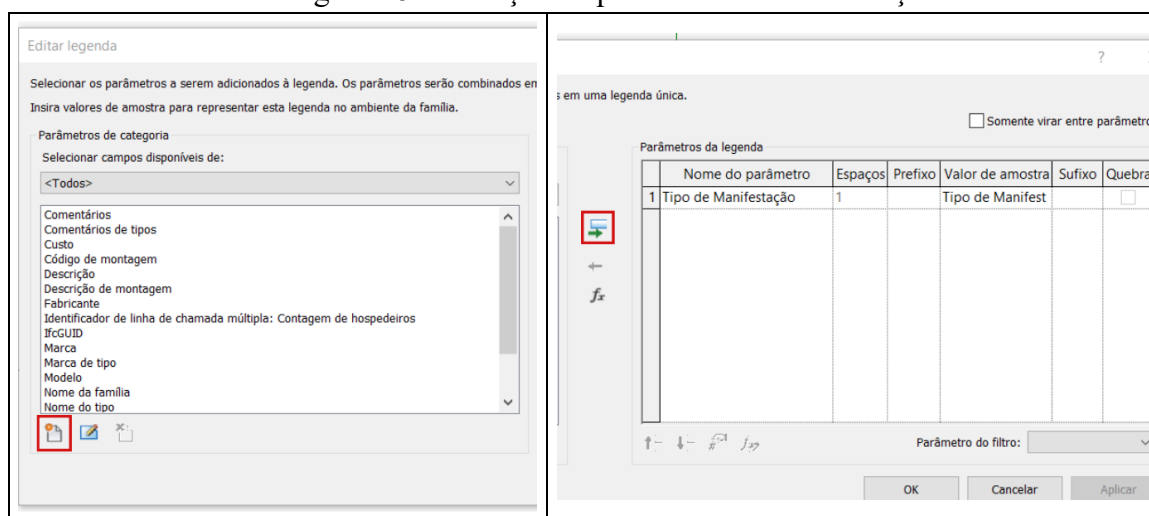
Posteriormente, foi adicionado a anotação de identificação, com base nos parâmetros compartilhados criados. Com isso, na aba criar, em texto foi selecionado legenda (Figura 17), e posteriormente foi adicionado o parâmetro de identificação “Tipo de Manifestação” (Figura 18). Ao finalizar essa etapa, a tag foi carregada no projeto.

Figura 17 – Inserção de legenda



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 18 – Inserção de parâmetro de identificação



Fonte: Autoria Própria (2023)

3.3.2. Mapeamento das manifestações patológicas

Com a modelagem 3D finalizada e as tabelas criadas, foi realizado a etapa de inserir as manifestações patológicas na modelagem. Ao selecionar o elemento parede, piso ou forro na aba arquitetura do *Revit*, foi selecionado o elemento contendo as informações da manifestação patológica solicitada e em seguida foi desenhada no local em que a manifestação pertencia quando a vistoria foi realizada, até adicionar todas as manifestações requeridas.

3.3.3. Aplicação do Método GUT de Priorização

Inicialmente, todas as manifestações patológicas visualizadas na vistoria foram analisadas e listadas, e, considerando a situação em que cada uma se encontrava, foram dadas as notas, levando em consideração a gravidade, urgência e tendência de cada manifestação. Diante disso, foram atribuídos pesos de 1 (um) a 5 (cinco) para as variáveis G, U e T, aplicando nas ações, a depender de cada situação, e, em seguida, multiplicou-se os fatores $G \times U \times T$, obtendo resultados que, a partir deles, foi formado um *ranking*. Assim, os problemas que obtiveram as maiores notas finais serão, a princípio, tratados com prioridade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. INSPEÇÃO PREDIAL

Na realização da vistoria da edificação, foi realizada a análise visual e registro fotográfico das manifestações patológicas. Logo, não é possível afirmar de fato o que ocasionou o surgimento de cada problema, já que para isso é preciso realizar estudos mais específicos e aprofundados, como realização de ensaios. Diante disso, pode-se apenas caracterizar e apresentar os possíveis agentes causadores para o surgimento de tais problemas.

Dessa forma, observou-se a existência de manifestações como eflorescências (Figura 19), geralmente ocasionado devido a presença de umidade nas paredes.

Figura 19 – Presença de eflorescências



Fonte: Autoria Própria (2023)

Observou-se também manchas por umidade nas áreas molhadas (Figura 20), devido a infiltrações, e muito presente na fachada da edificação (Figura 21), devido o contato com intempéries climáticas, como chuva e luz solar. Também foi observado a presença de trincas e fissuras em paredes e pisos (Figura 22), possivelmente devido a variações de temperatura, o que facilita a passagem de água, podendo causar ou agravar problemas já existentes.

Figura 20 – Manchas por umidade no banheiro



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 21 – Mancha por umidade na fachada



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 22 – Trincas e fissuras em fachada e piso



Fonte: Autoria Própria (2023)

A manifestação patológica com maior incidência na edificação foi o descolamento, principalmente o descolamento em placas e por empolamento, tanto nas paredes internas (Figura 23), como no forro (Figura 24) e também na fachada da edificação (Figura 25), o que contribui para o surgimento de diversos outros problemas patológicos. Estes problemas geralmente surgem devido a presença de umidade, como também pela falta de aderência.

Figura 23 – Descolamento nas paredes internas

(continua)



Figura 23 – Descolamento nas paredes internas (conclusão)



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Figura 24 – Descolamento no forro



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Figura 25 – Descolamento na fachada



Fonte: Aatoria Própria (2023)

Diante a realização da inspeção, percebe-se que a umidade é um dos problemas mais recorrentes na edificação, podendo ser proveniente de água das precipitações ou de vazamentos. Além disso, a presença de fissuras e trincas na edificação pode facilitar a passagem de água, possibilitando o surgimento de diversos outros problemas, como manchas de umidade, eflorescências, proliferação de fungos, corrosão das armaduras, descolamento – sendo a mais comum na edificação de estudo. Percebe-se que a maioria das manifestações estão presentes na parte inferior das paredes, o que pode ser indicação de infiltração de água por capilaridade.

A manifestação destes problemas também pode ser devido à carência de impermeabilização da estrutura, a falta de materiais adequados, processo de execução inadequado, e também a idade da edificação. Estes problemas afetam a estética da edificação como também prejudica a vida útil da estrutura.

As manifestações observadas, as possíveis causas e algumas formas de manutenção foram indicadas no projeto (Quadro 3).

Quadro 3 – Informações das manifestações patológicas

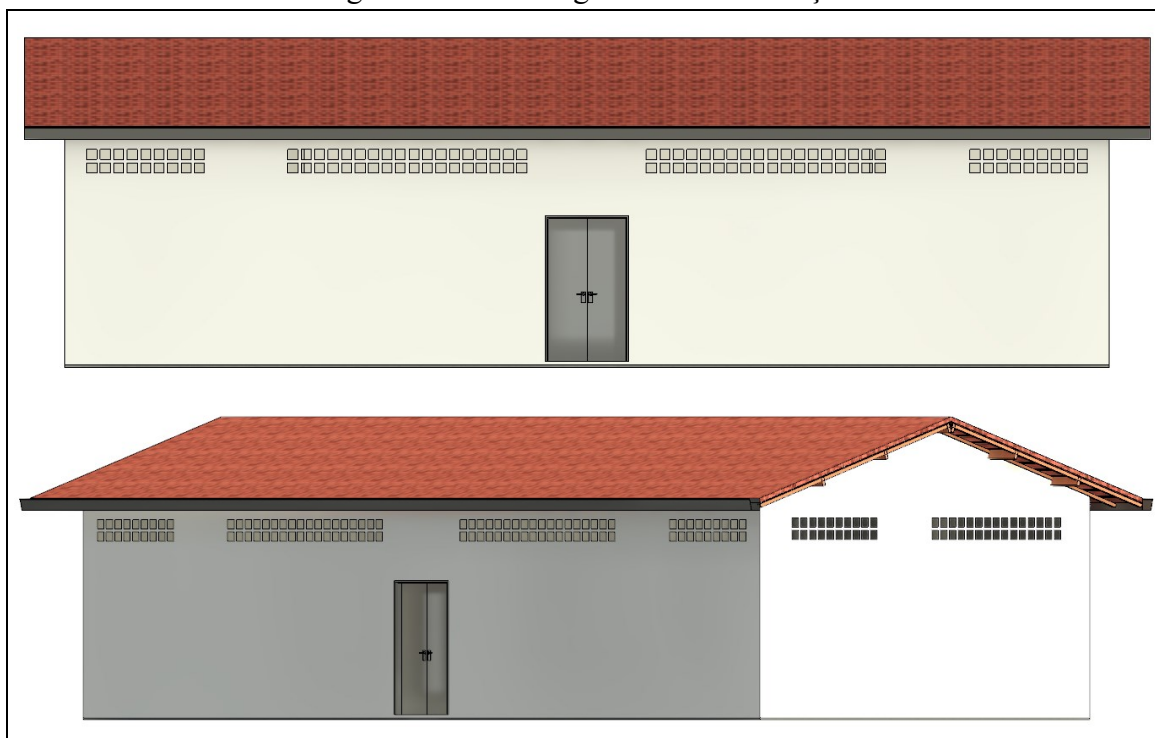
Tipo de Manifestação Patológica	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas
Descolamento	Segregação do revestimento	Presença de umidade; falta de aderência	Remoção do revestimento afetado, recuperação do substrato e aplicação de novo revestimento
Mancha por umidade	Mancha de cor cinza ou alaranjada	Presença de umidade	Identificação do vazamento, remoção do revestimento afetado e uso de materiais impermeabilizantes
Eflorescência	Mancha esbranquiçada	Presença de sais e umidade	Limpeza do local afetado com escova de aço e água ou solução de ácido muriático
Trinca	Trinca no piso ou revestimento	Movimentação térmica	Remoção do revestimento não aderente e selagem da fenda
Fissura	Fissura no piso	Movimentação térmica	Remoção do revestimento não aderente e selagem da fenda

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2021)

4.2. MODELO VIRTUAL DESENVOLVIDO

Com a aplicação da metodologia BIM por meio da utilização do *software Autodesk Revit®* foi possível realizar o modelo virtual da edificação (Figura 26), como planta baixa, vistas, cortes, 3D, de uma forma mais simplificada e com mais agilidade, obtendo resultados satisfatórios.

Figura 26 – Modelagem 3D da edificação



Fonte: Autoria Própria (2023)

A modelagem 3D possibilitou a inserção de informações referente a inspeção realizada, o mapeamento e a visualização das manifestações patológicas, permitiu utilizá-lo como uma ferramenta de auxílio de armazenamento de dados, possibilitando o seu uso no gerenciamento de manutenção e na concepção de medidas de correção das falhas.

4.3. TABELAS

Após inserir as informações das manifestações patológicas, obtidas na vistoria da edificação de estudo, no modelo virtual, foi possível gerar as tabelas (Apêndice A), de acordo com cada elemento e parâmetros inseridos. Além disso, foram adicionadas informações como a descrição visual, possíveis causas e medidas profiláticas para cada manifestação.

Em comparação com a pesquisa de Costa Filho (2022) e Fernandes (2022), os resultados das tabelas estiveram bem semelhantes, com a diferença de que nesta pesquisa foi adicionado a contagem de cada manifestação patológica, que quantifica quantas vezes o problema existe na edificação e que as tabelas desse estudo não apresentam área e custo de manutenção, pois não é a finalidade desse trabalho. As tabelas permitem o levantamento da edificação, mais organização, a documentação das manifestações e também de outras informações, como das manutenções que ocorrerem ou podem ocorrer, permite a exportação e acesso de dados.

4.4. MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO GUT

Com base nas manifestações identificadas na edificação durante a vistoria, foi possível aplicar o método de priorização GUT (Quadro 4) com a finalidade de realizar uma hierarquização de prioridades (Tabela 1), de modo que, a manifestação patológica que obtiver maior pontuação tem prioridade na resolução do problema, e o que obtiver menor pontuação, teria menor prioridade.

Quadro 4 – Aplicação da Matriz GUT

Peso			Manifestação Patológica	Resultado (G x U x T)
G	U	T		
2	2	3	Eflorescência	12
4	4	4	Trinca	64
3	3	3	Fissura	27
1	2	3	Mancha por umidade	6
2	3	3	Descolamento	18

Fonte: Autoria Própria (2023)

Tabela 1 – Hierarquização das manifestações pelo método GUT (continua)

Manifestação Patológica	Grau de prioridade
Trinca	1º
Fissura	2º

Tabela 1 – Hierarquização das manifestações pelo método GUT
(conclusão)

Descolamento	3º
Eflorescência	4º
Mancha por umidade	5º

Fonte: Autoria Própria (2023)

De acordo com o resultado, a manifestação de trincas deve ser priorizada na realização da manutenção da edificação, em seguida encontra-se a fissura, pois são problemas que acarretam e possibilita o surgimento de outras manifestações patológicas, agravando a durabilidade e vida útil da edificação. Os problemas de descolamento, por maior que seja a sua incidência na edificação, não está em primeiro e nem em último, mas deve ser priorizado depois das fissuras, pois pode se agravar. Logo depois tem-se as eflorescências seguida das manchas por umidade, que devem ser consideradas na manutenção, mas não ao ponto de serem priorizadas tanto quanto as outras, pois inicialmente, ambas causam apenas danos estéticos.

4.5. MAPEMANETO DOS DANOS

O uso do *template* criado, com a criação de famílias para as manifestações, dos parâmetros e também das *tag's* de identificação, permitiu aprimorar a inspeção predial, tornando um processo mais simplificado e rápido de ser elaborado. Com a aplicação no modelo 3D elaborado no *Revit* e o mapeamento das manifestações patológicas houve resultado satisfatório, como a boa visualização da representação das manifestações na edificação, facilitando a sua localização e o tipo do problema, além de possibilitar a geração de tabelas que auxiliam no processo de manutenção.

Diante disso, foi possível gerar as pranchas (Apêndice B) contendo todas as informações necessárias e obtidas na utilização do software para gestão de manutenção predial. Na Figura 28 é possível observar as vistas e planta baixa da edificação contendo a identificação da manifestação patológica como também a sua localização.

Figura 27 – Mapeamento da edificação

(continua)

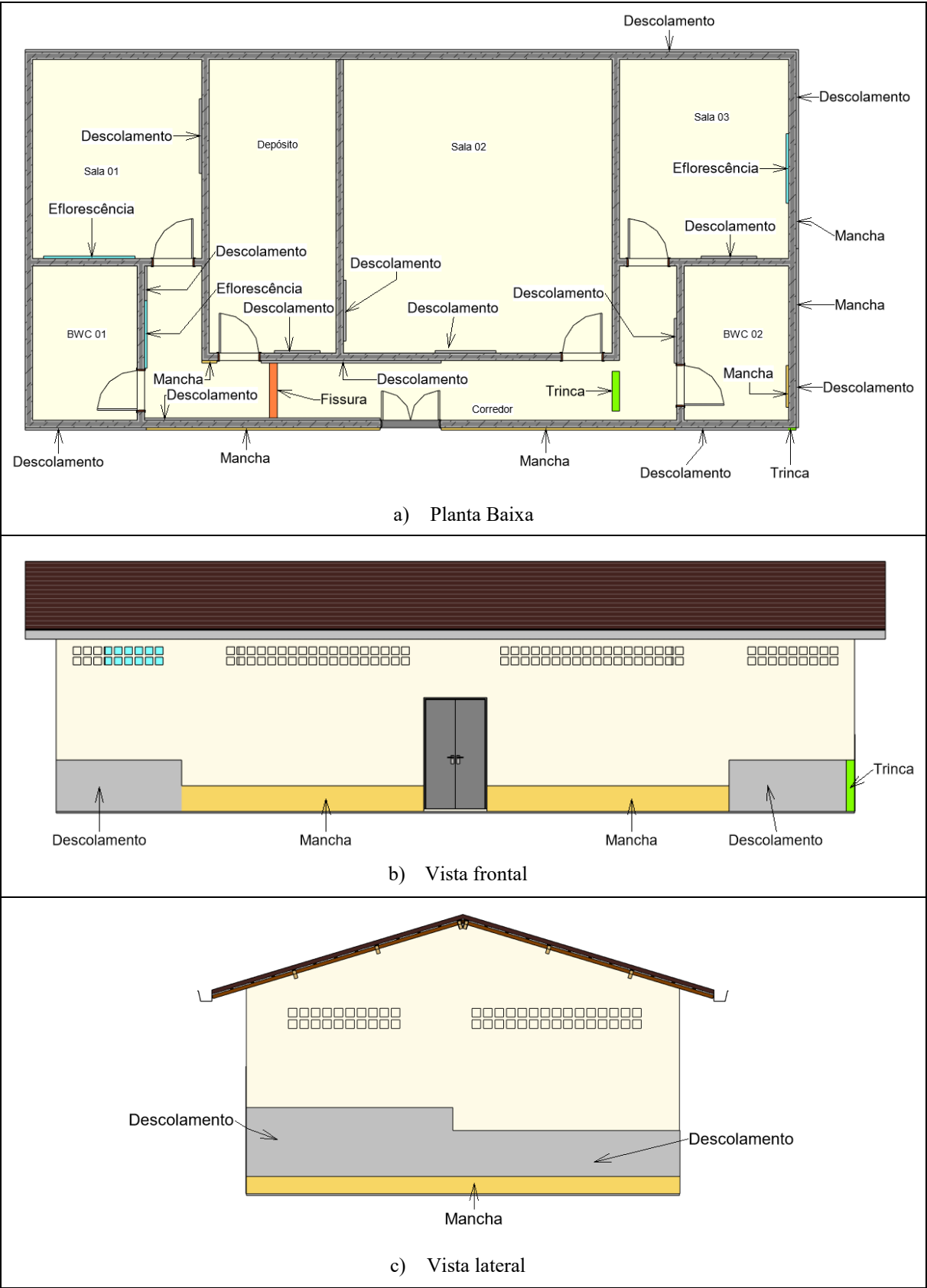
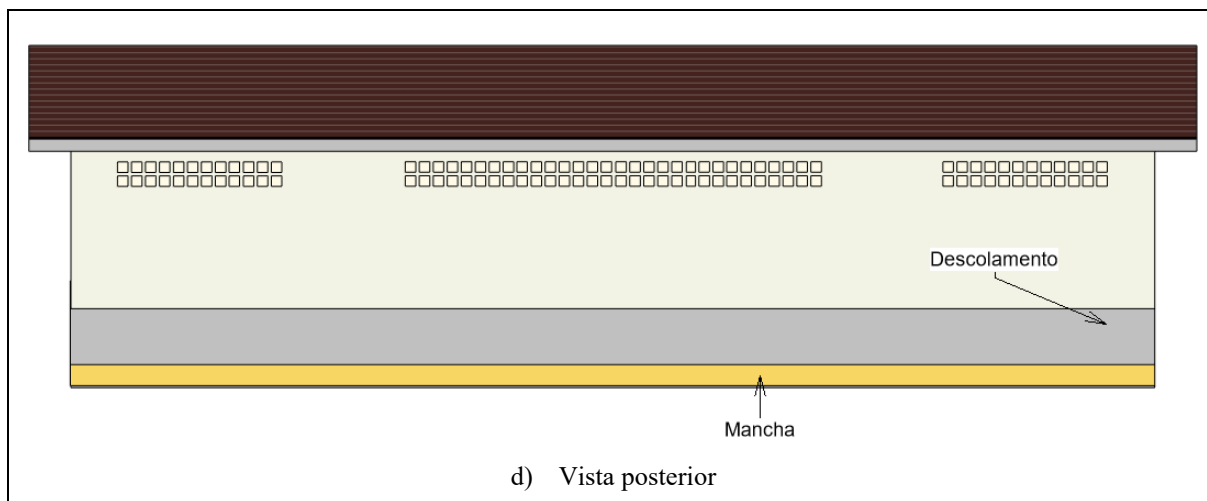


Figura 27 – Mapeamento da edificação

(conclusão)



Fonte: Autoria Própria (2023)

Ao final da aplicação das informações é possível ter uma visualização mais clara do estado da edificação, possibilitando a visualização de todas as manifestações patológicas juntamente com suas informações. Os dados podem ser atualizados constantemente de acordo com a realização de futuras inspeções, obtendo um maior controle da evolução das anomalias. Essas informações podem ser armazenadas, padronizadas, compartilhadas, acessadas a qualquer momento, como também realizar alguma alteração.

5. CONCLUSÃO

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo tinha a finalidade de desenvolver o mapeamento das manifestações patológicas da edificação utilizando a metodologia BIM com o *software* Revit. Em virtude de constantemente manifestações patológicas surgirem nas edificações, a realização de inspeção e de manutenção predial são importantes para identificar as situações de risco e propor medidas necessárias de intervenção e recuperação.

Na realização da inspeção predial foi possível visualizar a presença de diversas manifestações patológicas, como eflorescência, descolamento, manchas, trincas e fissura, a maioria sendo provocadas pela presença de umidade, perceptível na edificação. Não é possível afirmar de fato o que ocasionou o surgimento de cada problema, já que para isso é preciso realizar estudos mais específicos e aprofundados, como realização de ensaios.

Após aplicar o modelo 3D para realizar o mapeamento das manifestações, foi possível observar que a utilização do *software* Revit possibilitou, além de maior agilidade na realização da modelagem, a integração de outras informações da edificação no modelo 3D, como as manifestações patológicas presentes, além de permitir adicionar dados relacionados as medidas de recuperação, análise, e também da vistoria. Essa metodologia, de acordo com os resultados, pode ser utilizada na caracterização como também no controle das manifestações patológicas das edificações, tanto novas quanto as já existentes.

A realização de um modelo 3D utilizando um software BIM facilitou o mapeamento das manifestações patológicas, que além de realizar o armazenamento de informações que o gestor julgar necessário, auxilia na visualização das anomalias, trazendo mais rapidez, agilidade e assertividade na manutenção predial.

A inserção dos parâmetros compartilhados, criação de famílias dos elementos para as manifestações, criação de *tags* de identificação, também trazem agilidade no processo, pois resulta na criação do *template* que pode já ficar configurado e padronizado para utilizar em outras manutenções.

Apesar da grande praticidade da utilização desse método, ainda existe limitações quanto ao uso dos *softwares*, que requerem custo para aquisição, como também capacitação para a utilização. A falta de projetos pode ser um fator que dificulte o processo, já que, nesse caso, é necessário fazer o levantamento da edificação, o que em casos de edificações de grande porte pode ter mais dificuldade.

A execução da matriz GUT, como método de priorização para as manifestações patológicas, foi de grande importância, pois por meio dele é possível organizar um *ranking* da manifestação mais crítica para menos crítica, facilitando na execução do processo de reparação. Porém, a sua aplicação depende do ponto de vista do profissional que está avaliando, já que os pesos são dados de acordo com a pessoa.

Diante do exposto, conclui-se que a aplicação da metodologia BIM se revelou uma ferramenta excelente para mapear as manifestações patológicas em edificações. A utilização do *software* Revit para criar um modelo 3D não apenas facilitou o processo, mas também permitiu a integração de informações importantes acerca da edificação e inspeção. Além disso, os projetos e mapeamento das manifestações proporcionaram um melhor gerenciamento e controle, reduzindo erros durante o processo de manutenção.

5.2. SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Pesquisas futuras poderão investigar a utilização de outros *softwares* em BIM para mapear, adicionar informações e obter tabelas sobre as manifestações patológicas e realizar uma comparação entre eles. Também pode ser desenvolvido manual de instruções para a utilização do BIM na manutenção de edificações, com direcionamento para o uso do *software*.

Também pode ser realizado um aperfeiçoamento do *template*, adicionando outras informações que podem ser úteis, como a obtenção de custo de manutenção. Pode ser aplicado também outros métodos de priorização e realizar a comparação entre os métodos.

Além disso, pode se utilizar o método, aprimorando a vistoria predial com a realização de ensaios e estudos mais aprofundados das manifestações patológicas, de forma a propor soluções mais assertivas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Fabrício Leite. **Análise de manifestações patológicas**: estudo de caso em edificação pública na cidade de Apodi/RN. 131 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Especificação. Rio de Janeiro, 2013. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2021. 48 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012. 31 p.
- BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção 2**. Revisão técnica João Fernando Dias. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 538 p.
- BERTI, J. V. M.; SILVA JÚNIOR, G. P. da; AKASAKI, J. L. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 12, n. 26, p. 33-47, 2019.
- BESSA, Maycon Handerson de Oliveira. **Tecnologia BIM na caracterização e monitoramento de construções existentes**: estudo de caso. 2022. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Russas, 2022.
- BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas**. 1. ed. São Paulo: Oficina de texto, 2019. 31 p. v. 1.
- BORGES, Micheline Gonçalves. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. 2008. 111 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2008.
- BRAGA, Márcia. **Conservação e restauro**: arquitetura brasileira. Rio de Janeiro: Editora Rio, 2003. 129 p. Coleção criada como material didático de apoio ao curso de extensão em conservação e restauro, promovido pela Universidade Estácio de Sá.
- BRAGANÇA, Karen Christine Paiva; LIMA, Rodrigo Barbosa. Uso de drone e plataforma BIM na inspeção predial: Estudo de caso. **Revista Científic@ Universitas**, Itajubá, v. 9, n. 3, p. 72-85, dez. 2022.
- BRASIL. **Decreto nº 9.983**, de 22 de agosto de 2019. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 ago. 2019. Seção 1, p. 3.
- BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Programa Monumenta. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**. Elaboração José Hailon Gomide,

Patrícia Reis da Silva, Sylvia Maria Nelo Braga. _ Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005. 76 p.

BRASIL, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM**. Distrito Federal: Bim Br Construção Inteligente. 2018. p. 1-33.

BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Técnica de Análise de Problemas para Auditorias**. Brasília: TCU, Segecex, Secretaria de Métodos Aplicados e Suporte À Auditoria (Seaud), 2013. 27 p.

CORRÊA, Fernando Ramos. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2019. 350 p.

COSTA FILHO, Jorge Veiga Silva. **Gestão da manutenção predial com BIM**: estudo de caso açougue público Caraúbas-RN. 2022. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2022.

COSTA, A. R. S. *et al.* Aplicação da matriz GUT na gestão integrada de resíduos sólidos da cidade do Recife-PE. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**: Investigación, desarrollo y práctica, v. 10, n. 2, p. 201-203, 6 ago. 2017.

FARRAPO, M. A. F. *et al.* **Análise das manifestações patológicas apresentadas na ponte sobre o Rio Acaraú, Sobral - CE**. In: IX Congresso Internacional Sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas - CINPAR, 2013, João Pessoa. Anais do IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas, 2013.

FERNANDES, Edyelly Cristtian Galdino. **Mapeamento de manifestações patológicas em BIM**: estudo de caso em prédio da UFERSA. 2022. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2022.

FERNANDES, Paulo Henrique Campos. **Estudo sobre a influência do massará no processo de formação de salitre em rebocos na região de Teresina-PI**. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Natal, 2010.

FERREIRA, J. B.; LOBÃO, V. W. N. **Manifestações patológicas na construção civil**. Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas, Aracaju, v. 5, n. 1, p. 71-80, 2018.

FRAZÃO, Keila Nissahe Takagi. **Manutenção predial utilizando a metodologia BIM com ênfase na vida útil dos componentes construtivos**. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

GARCIA, Letícia Ramos; BUENO, Cristiane; SILVA, Sandra Regina Mota. Estudo do potencial de ferramentas bim aplicadas à manutenção predial em edifícios públicos. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 5, n. 10, p. 17185-17196, out. 2019. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n10-001>.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de Pesquisa*. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 120 p.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira *et al.* **Inspeção predial total**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de inspeção predial nacional**. São Paulo: IBAPE, 2012.

JONOV, Cristiane Machado Parisi; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; SILVA, Adriano de Paulo e. Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação. **Revista ambiente construído**, Porto Alegre, v.13, n.3, p.75-94, 2013.

MAINARDI NETO, A. I. de B. *et al.* **O uso do BIM na manutenção e gestão de pontes e viadutos**. In: Simpósio brasileiro de tecnologia da informação e comunicação na construção, 3., 2021, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-7.

MENTONE, Fernando J. Prazo de validade vencido. **Cresce Brasil: Engenharia de Manutenção**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.32-35, jun. 2019.

MONTECIELO, Janaina; EDLER, Marco Antônio Ribeiro. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. **XXI Seminário Interinstitucional de Ensino**, 2016.

MORENO, Maria M. T. *et al.* Formação de eflorescência em materiais de construção. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 23, n. 2, p. 163-170, 2010.

POLLI, Marco Fábio. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Estácio de Sá, 2014. 152 p.

RIBEIRO, Maria Eduarda Carvalho. **Manifestações patológicas nas habitações residenciais: estudo de caso na cidade de Jaguaruana-CE**. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2021.

SANTOS, Cleyton R. Bezerra dos; SILVA, Dione Luiza da; NASCIMENTO, Ismaylly M. Silva do. Incidência de manifestações patológicas em edificações residenciais na região metropolitana do Recife (RMR). **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, Recife, v. 2, n. 3, p. 76-83, 2017.

SANTOS, Karine de Paula B; CALMON, João Luiz. Gestão da manutenção de edificações com o bim enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 19586-19604, out. 2019. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n10-178>.

SILVA, Mônica Fernanda Campos. **Sistema de fachadas na construção civil: um estudo de caso sobre patologias em revestimentos cerâmicos [recurso eletrônico]**. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

SOUSA, G. J. B. **Implementação BIM no contexto de inspeção e gestão da manutenção de Obras de Arte em betão armado**: proposta de metodologia e aplicação piloto. 2017. 179p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal, 2017.

SOUZA, L. A. de *et al.* Metodologia BIM na construção civil. **Arquitetura e Engenharia: ensaios multidisciplinares**, p. 99-112, 8 abr. 2022. AYA Editora.
<http://dx.doi.org/10.47573/aya.5379.2.70.7>.

SOUZA, Murilo Marques de. Principais patologias estruturais e atuais metodologias de controle na construção civil. **Inter-American Journal Of Development And Research**. Ouro Preto do Oeste, v. 2, n. 1, p. 57-73, 2019.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

TEIXEIRA, Luís Paulo Góis. **Análise de patologias em obras públicas edificadas em estruturas de aço na cidade de Mariana-MG, aplicando tecnologia BIM como proposta de reparação**. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Engenharia das Construções, Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Boletín Técnico 1**: Inspección, diagnóstico y pronóstico en la construcción civil. Mérida, México: Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, ALCONPAT, 2013.

APÊNDICE A – TABELAS OBTIDAS NO REVIT

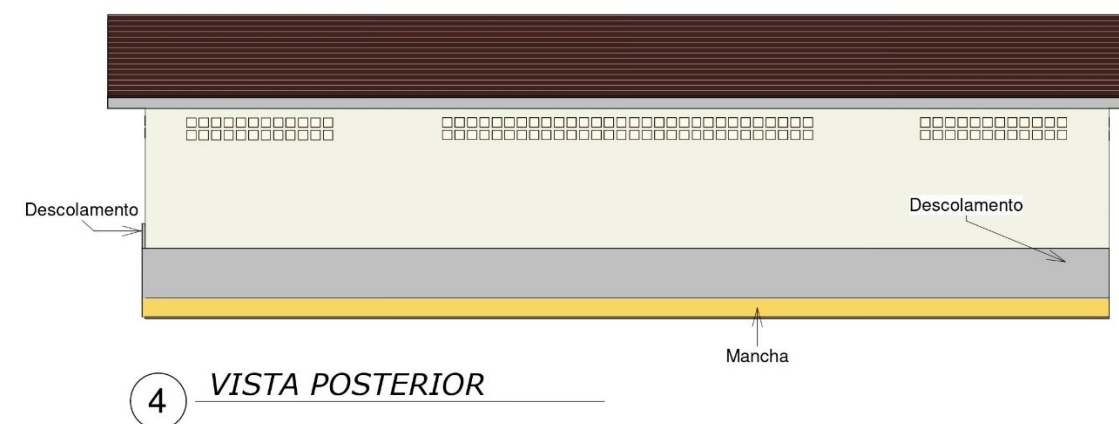
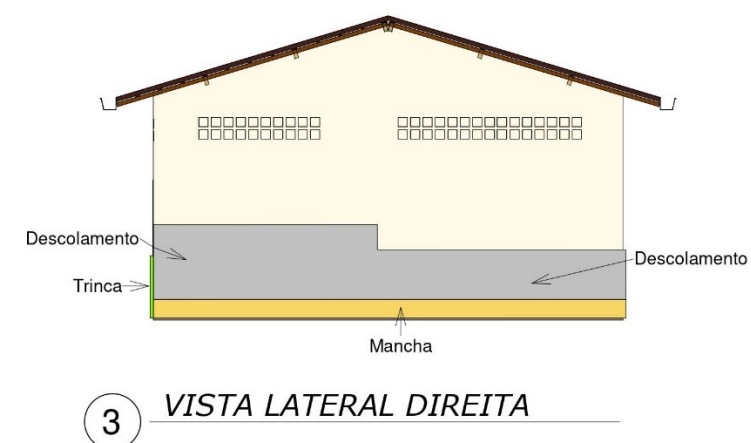
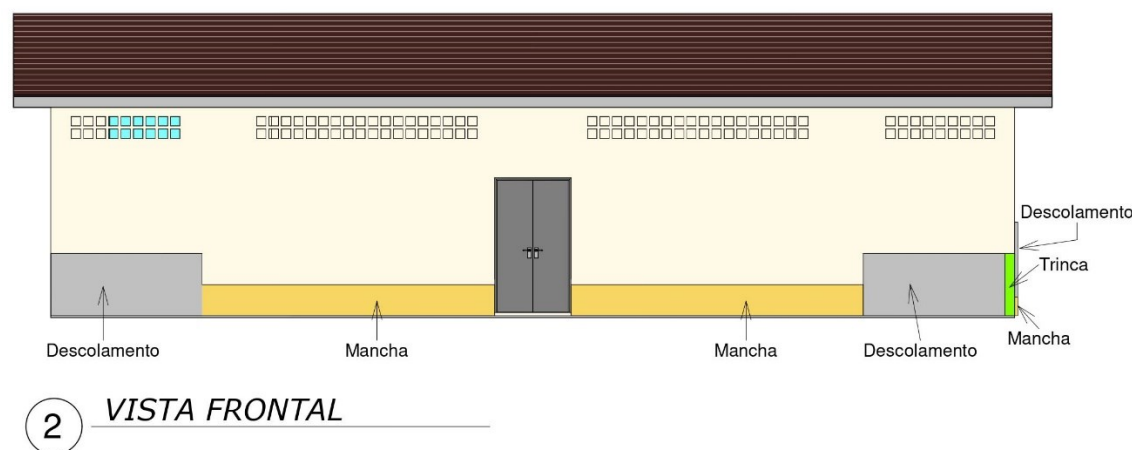
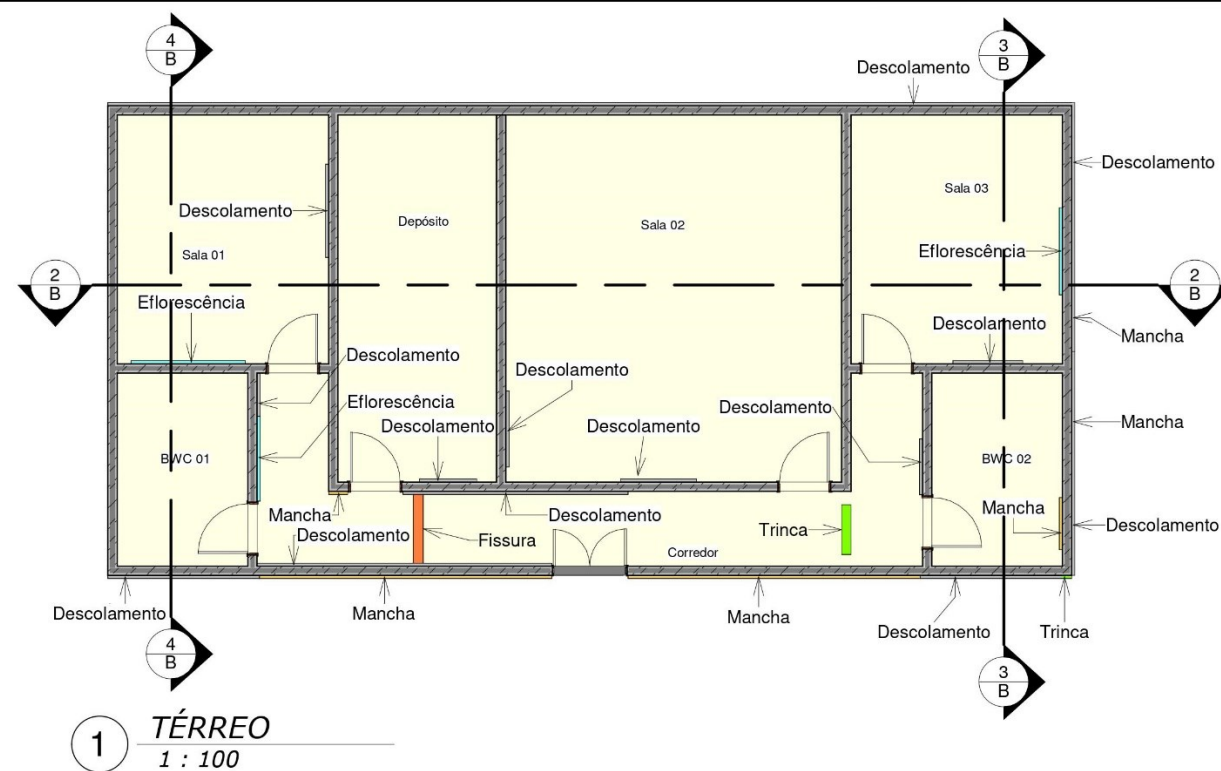
Manifestações Paredes				
A	B	C	D	E
Contagem	Tipo	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas
1	Mancha	Mancha de cor alaranjada	Presença de umidade	Identificação dos vazamentos, remoção do revestimento afetado e uso de materiais impermeabilizantes
6	Mancha	Mancha de cor cinza ou preta	Presença de umidade	Remoção do revestimento afetado e uso de materiais impermeabilizantes
5	Eflorescência	Mancha esbranquiçada	Presença de sais e umidade	Limpeza do local com escova de aço e água ou com solução de ácido muriático
15	Descolamento	Segregação do revestimento	Presença de umidade e/ou falta de aderência	Remoção do revestimento afetado, recuperação do substrato e aplicar o novo revestimento
1	Trinca	Trinca na argamassa/alvenaria	Movimentação térmica	Realizar a remoção do revestimento não aderente ao longo da fissura e realizar a selagem da fenda

Manifestações Piso				
A	B	C	D	E
Contagem	Tipo	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas
1	Fissura	Fissura no pavimento	Movimentação térmica	Realizar a remoção do revestimento não aderente ao longo da fissura e realizar a selagem da fenda
1	Trinca	Trinca no pavimento	Movimentação térmica	Realizar a remoção do revestimento não aderente ao longo da fissura e realizar a selagem da fenda

Manifestações Forro				
A	B	C	D	E
Contagem	Tipo	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas
1	Descolamento	Segregação de revestimento do forro	Presença de umidade e/ou falta de aderência	Remoção do revestimento afetado, recuperação do substrato e aplicar o novo revestimento

Fonte: Autoria própria (2023)

APÊNDICE B – PROJETO MANUTENÇÃO PREDIAL

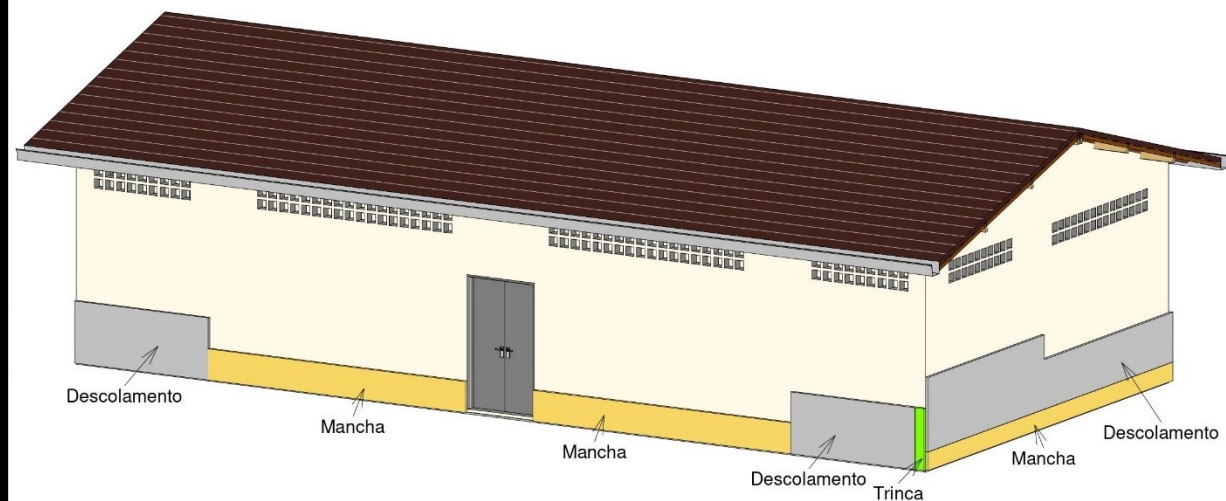


Manifestações Piso				
Contagem	Tipo	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas
1	Fissura	Fissura no pavimento	Movimentação térmica	Realizar a remoção do revestimento não aderente ao longo da fissura e realizar a selagem da fenda
1	Trinca	Trinca no pavimento	Movimentação térmica	Realizar a remoção do revestimento não aderente ao longo da fissura e realizar a selagem da fenda

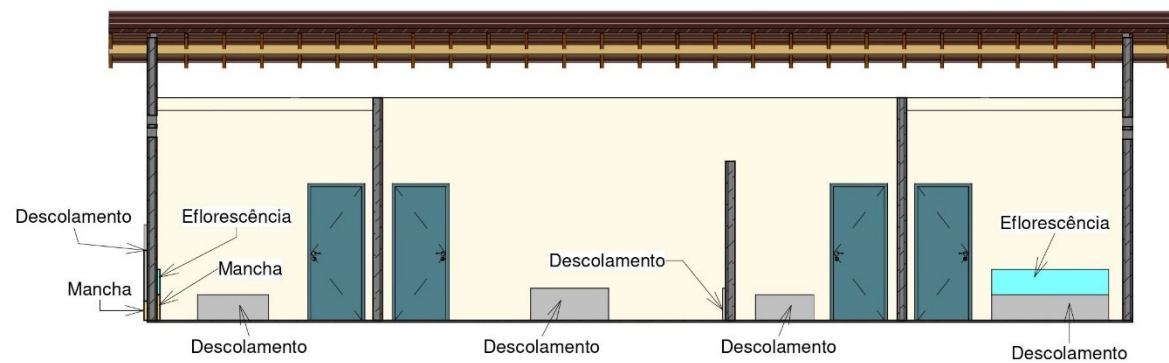
LEGENDA MANIFESTAÇÕES

	Eflorescência
	Trinca
	Fissura
	Mancha por umidade
	Descolamento

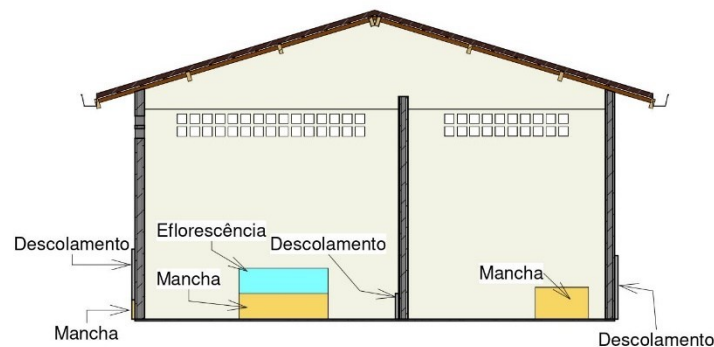
PROJETO MANUTENÇÃO PREDIAL	
Cliente:	A 01
Rua :	
Data:	
Engenheiro Responsável : Maria Eduarda Carvalho	Escala: 1:100



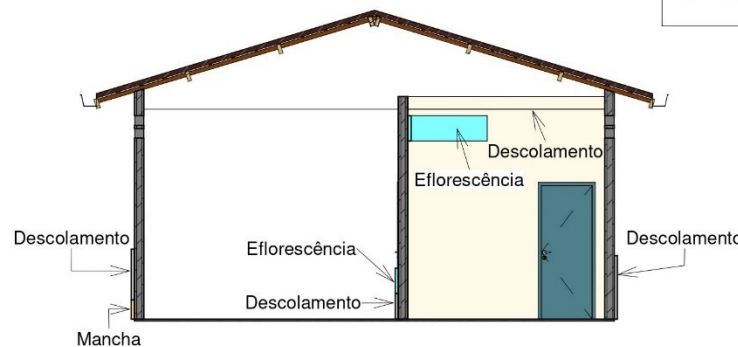
1 ISOMÉTRICO



2 CORTE 1
1 : 100



3 CORTE 2
1 : 100



4 CORTE 3
1 : 100

Manifestações Forro				
Contagem	Tipo	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas
1	Descolamento	Segregação de revestimento do forro	Presença de umidade e/ou falta de aderência	Remoção do revestimento afetado, recuperação do substrato e aplicar o novo revestimento

Manifestações Paredes				
Contagem	Tipo	Descrição Visual	Possíveis Causas	Medidas Profiláticas
1	Mancha	Mancha de cor alaranjada	Presença de umidade	Identificação dos vazamentos, remoção do revestimento afetado e uso de materiais impermeabilizantes
6	Mancha	Mancha de cor cinza ou preta	Presença de umidade	Remoção do revestimento afetado e uso de materiais impermeabilizantes
5	Eflorescência	Mancha esbranquiçada	Presença de sais e umidade	Limpeza do local com escova de aço e água ou com solução de ácido muriático
14	Descolamento	Segregação do revestimento	Presença de umidade e/ou falta de aderência	Remoção do revestimento afetado, recuperação do substrato e aplicar o novo revestimento
1	Trinca	Trinca na argamassa/alvenaria	Movimentação térmica	Realizar a remoção do revestimento não aderente ao longo da fissura e realizar a selagem da fenda

LEGENDA MANIFESTAÇÕES

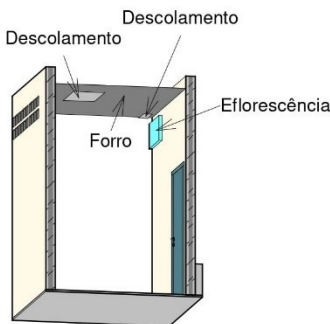
Eflorescência

Trinca

Fissura

Mancha por umidade

Descolamento



5 ISOMÉTRICO BWC 01

PROJETO MANUTENÇÃO PREDIAL

Cliente:

Rua :

Data:

Engenheiro Responsável : Maria Eduarda Carvalho

B 01

Escala: 1:100

