



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

Aplicação do BIM ao Património Histórico. Um caso de estudo: Igreja de S. Miguel do Fetal (Viseu)

Francesca Porto Alves Provinciali Polydoro

Dissertação

Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor Paulo Alexandre da Silveira Costeira Marques da Silva
Professor Doutor Wellington Mazer

Novembro de 2024



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

Aplicação do BIM ao Património Histórico. Um caso de estudo: Igreja de S. Miguel do Fetal (Viseu)

Francesca Porto Alves Provinciali Polydoro

Dissertação

Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor Doutor Paulo Alexandre da Silveira Costeira Marques da
Silva

Professor Doutor Wellington Mazer

Novembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me conceder a vida e a oportunidade de realizar este trabalho. A meus pais, Michelle e Eduardo, que desde a minha infância me mostraram o verdadeiro significado de coragem e determinação, e que sempre estiveram ao meu lado com seu apoio incondicional. A meus avós, em especial à minha avó Maria da Graça, que me apoiou diariamente enquanto esteve presente e que agora me observa com orgulho de onde está.

À minha irmã, Ana Clara, que, mesmo à distância, manteve-se próxima através de seu amor inigualável. Além da minha família, quero expressar minha gratidão a todos os meus amigos e amigas do Brasil, que de alguma forma me apoiaram durante todo esse processo.

Agradeço também a alguns amigos que fiz ou com quem me aproximei aqui em Portugal, em especial a Laura Mello, Gabriela Clemente, Nicolly Novais, Miguel Reghin e Juliane Kuser. A presença e o apoio de cada um de vocês foram essenciais, tanto nos momentos felizes quanto nos desafiadores. Suas contribuições e incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, gostaria de expressar minha profunda gratidão ao Professor Paulo Costeira, cuja orientação e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Seu comprometimento e expertise foram essenciais para o meu progresso. Agradeço também ao Professor Wellington Mazer pela colaboração para a conclusão deste projeto.

RESUMO

A preservação e reabilitação do Património Cultural continua a ser uma preocupação relevante, exigindo a coleta de todas as informações disponíveis sobre os materiais e processos construtivos utilizados, as transformações sofridas pelo edifício, e as patologias existentes, entre outros aspectos. Normalmente, essas informações são obtidas a partir de documentos históricos, desenhos, fotografias, inspeções visuais, levantamentos geométricos e fotográficos, campanhas de ensaios, etc. A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) tem demonstrado um grande potencial devido à sua capacidade de visualização em modelo tridimensional (3D) e à centralização de toda a informação associada a um único ambiente digital. Este trabalho visa aplicar a metodologia BIM na análise e modelagem da Igreja de S. Miguel do Fetal, em Viseu, com o objetivo de integrar todos os aspectos relevantes para a sua conservação e gestão. Para tanto, foi necessário realizar um levantamento geométrico e fotográfico do edifício, bem como uma inspeção visual que possibilitasse a documentação e localização das patologias e danos existentes. Em seguida, desenvolveu-se um modelo 3D do edifício com recurso ao *software* Revit (Autodesk, 2023). As informações coletadas foram integradas ao modelo 3D virtual (*Digital Twin*), permitindo a análise da gravidade das patologias identificadas e a elaboração de um plano preliminar de intervenção.

A combinação de inspeções visuais, modelagem digital no Revit e criação de mapas de danos demonstrou ser eficaz na identificação e caracterização das patologias, com informações detalhadas e a possibilidade de futuras atualizações. A priorização das patologias através de parâmetros GUT facilitaram a organização e gestão das informações, contribuindo para planos de manutenção mais eficazes. O trabalho contribui para a aplicação do BIM na preservação de edificações históricas e oferece um modelo prático para a documentação e análise de patologias, com implicações para futuras pesquisas e práticas de conservação.

Palavras-chave: BIM; HBIM; Digital Twin; Inspeção e diagnóstico.

ABSTRACT

The preservation and rehabilitation of Cultural Heritage continues to be a major concern, requiring the collection of all available information about the materials and construction processes used, the transformations added to the building, and existing pathologies, among other aspects. Normally, this information is obtained from historical documents, drawings, photographs, visual inspections, geometric and photographic surveys, test campaigns, etc. The BIM (Building Information Modeling) methodology has demonstrated great potential due to its capacity for three-dimensional (3D) visualization and the centralization of all associated information within a single digital environment. This study aims to apply the BIM methodology in the analysis and modeling of the Church of S. Miguel do Fetal, in Viseu, with the goal of integrating all relevant aspects for its conservation and management. To achieve this, a geometric and photographic survey of the building was carried out, as well as a visual inspection to document and locate existing pathologies and damage. A 3D model of the building was then developed using Revit software (Autodesk, 2023). The collected information was integrated into the 3D virtual model (Digital Twin), enabling the analysis of the severity of identified pathologies and the development of a preliminary intervention plan.

The combination of visual inspections, digital modelling in Revit and the creation of damage maps proved effective in identifying and characterizing the pathologies, with detailed information and the possibility for future updates. The prioritization of pathologies using GUT parameters facilitated the organization and management of information, contributing to more effective maintenance plans. This study contributes to the application of BIM in the preservation of heritage buildings and provides a practical model for documenting and analysing pathologies, with implications for future research and conservation practices.

Keywords: BIM; HBIM; Digital Twin; Inspection and diagnosis.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABELAS	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos da Investigação	2
1.3 Abordagem Metodológica.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1.Importância do BIM para Modelagem de Edifícios Históricos	7
2.2.Exemplos de Modelagem de Edifícios Históricos em BIM.....	9
2.3.Formas de Modelar um Edifício Histórico em BIM	14
2.3.1. Medição direta	16
2.3.2. 3D <i>Laser Scanning</i>	17
2.3.3. Fotogrametria digital	18
2.3.4. Integração entre os métodos de levantamento.....	19
2.4.Dificuldades de Modelar um Edifício Histórico em BIM	19
2.5.Modelar Patologias em Edifícios no BIM.....	20
2.6.Levantamento de Patologias – Fichas de Inspeção.....	21
2.7.Classificação e Causas das Patologias	24
2.8 Matriz GUT.....	28
2.9 Mapa de Danos	30
3. ESTUDO DE CASO – IGREJA DE S. MIGUEL DO FETAL	33
3.1.Descrição da Igreja.....	33
3.1.1. História da Igreja de S. Miguel do Fetal	33
3.1.2. Lendas que envolvem a Igreja de S. Miguel do Fetal	35
3.1.3. Estudos e intervenções anteriores	36
3.2.A Arquitetura e a Estrutura da Igreja	38

3.3. Levantamento Geométrico da Igreja.....	48
4. CRIAÇÃO DO MODELO 3D	51
4.1. Vistas Gerais do Modelo	51
4.2. Modelagem das Paredes.....	54
4.3. Modelagem dos Vãos.....	57
4.4. Modelagem das Colunas e Arcos	57
4.5. Modelagem dos Pavimentos	58
4.6. Modelagem das Escadas	59
4.7. Modelagem dos Ornamentos.....	61
4.8. Modelagem da Cobertura.....	62
4.9. Definição dos Materiais.....	63
5. LEVANTAMENTO E MODELAÇÃO DAS PATOLOGIAS.....	65
5.1. Inspeção Visual.....	65
5.2. Resultados da Inspeção Visual	66
5.2.1. Dados de fissuras/fendas	66
5.2.2. Dados de abertura de Juntas.....	69
5.2.3. Dados de patologias não estruturais	70
5.3. Modelagem das Patologias no Revit	71
5.3.1. Modelagem das fendas	73
5.3.2. Modelagem de mancha de humidade	75
5.3.3. Modelagem de perda de argamassa.....	77
5.3.4. Colonização biológica.....	78
5.3.5. Extração de dados em tabelas	80
5.4. Mapas de Danos da Igreja de S. Miguel do Fetal	82
5.5. Proposta de Intervenção	89
6. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	93
6.1. Conclusões.....	93
6.2. Desenvolvimentos Futuros.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
APÊNDICES	101
APÊNDICE A – Plantas, Alçados, Cortes e outros Pormenores.....	103
APÊNDICE B – Fichas de Inspeção	117
APÊNDICE C – Fotografias das Patologias.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Edifício no Largo da Oliveira (Silva, 2021)	9
Figura 2 – Modelo 3D do edifício no Largo da Oliveira proposto pelo autor (Silva, 2021).....	10
Figura 3 - Book Tower (Pauwels <i>et al.</i> , 2013).....	10
Figura 4 - O modelo 3D BIM da Book Tower (Pauwels <i>et al.</i> , 2013).....	11
Figura 5 – Detalhes das abóbodas esféricas da Igreja Santa Maria (Brumana <i>et al.</i> , 2013).....	11
Figura 6 – Secção horizontal dos pontos do scanner a laser das abóbodas da Igreja Santa Maria (Brumana <i>et al.</i> , 2013).....	12
Figura 7 – Modelação 3D de parte do telhado da Igreja Santa Maria (Brumana <i>et al.</i> , 2013)	12
Figura 8 - Palácio Gustavo Capanema (Canuto, 2017)	13
Figura 9 - Etapas do estudo de caso do Palácio Gustavo Capanema (Canuto, 2017)	13
Figura 10 - Classificação das principais técnicas de levantamento (Groetelaars, 2015).....	15
Figura 11 – Equipamentos comumente utilizados na medição direta (Leroy Merlin, 2024).....	16
Figura 12 – Medidor laser (Leroy Merlin, 2024).....	17
Figura 13 – Ilustração 3D <i>Laser Scanning</i> (https://hivevp.com/3d-laser-scanning-for-chemical-plant-applications/).....	18
Figura 14 – Exemplo da ficha de inspeção da categorização das patologias (Vilela, 2019).....	22
Figura 15 – Exemplo da ficha de inspeção de uma cobertura (Vilela, 2019)	23
Figura 16 – Exemplos de patologias frequentes na pedra (Vilela, 2019).....	26
Figura 17 – Exemplo de degradação em madeira (Vilela, 2019).....	27
Figura 18 – Perda de argamassa em parede de tabique (Pinto, 2015).....	27
Figura 19 – Exemplo de um mapa de danos (Tinoco, 2009)	31
Figura 20 – Localização geográfica da Igreja de S. Miguel do Fetal (Google Earth, 2024).....	33
Figura 21 – Nicho de pedra a guardar memória a D. Rodrigo	34
Figura 22 – Legenda gravada no túmulo de D. Rodrigo.....	34

Figura 23 – Ilustração do estudo arqueológico (Tente <i>et al.</i>, 2014).....	35
Figura 24 – Intervenções com argamassa cimentícia na Igreja	37
Figura 25 – Visão aérea da Igreja	38
Figura 26 – Alçado Principal.....	38
Figura 27 – Alçado Lateral Direito	39
Figura 28 – Alçado Lateral Esquerdo	39
Figura 29 – Alçado Posterior	40
Figura 30 – Croqui da planta da Igreja.....	41
Figura 31 – Vista da nave a partir da capela-mor.....	41
Figura 32 – Vista da nave a partir do púlpito na direção da capela-mor	42
Figura 33 – Escada de acesso ao púlpito	42
Figura 34 – Pormenores da capela-mor	43
Figura 35 – Nicho para imagem religiosa.....	43
Figura 36 – Vista da sacristia	44
Figura 37 – Armário embutido na parede da sacristia	44
Figura 38 – Escada de acesso ao pavimento intermediário sobre a sacristia.....	44
Figura 39 – Pormenores do piso intermédio sobre a sacristia.....	45
Figura 40 – Segundo piso	45
Figura 41 – Pormenores da face inferior do pavimento do segundo piso	46
Figura 42 – Estrutura de madeira da cobertura da sacristia	46
Figura 43 – Parede da capela-mor e sacristia com entalhes para apoio de elementos de madeira.....	46
Figura 44 – Paredes de tabique que compõe a caixa de escadas	47
Figura 45 – Pavimento de pedra da nave da Igreja	47
Figura 46 – Pormenor de disposição das pedras do pavimento da nave da Igreja	48
Figura 47 – Equipamentos utilizados no levantamento	48
Figura 48 – Exemplo da forma como foram registradas as medições (em metros)	49
Figura 49 – Drone DJI mini 3 pro.....	50
Figura 50 – Vista da Igreja e área circundante (obtida por drone).....	50
Figura 51 – Alçado lateral esquerdo (Revit)	51
Figura 52 – Planta do piso térreo (Revit)	52
Figura 53 – Alçado principal (Revit)	53
Figura 54 – Corte 1 (Revit)	53
Figura 55 – Vista isométrica (Revit)	54

Figura 83 – Visualização no Revit da modelação de uma colonização biológica....	79
Figura 84 – Janela do Revit ao criar uma tabela.....	80
Figura 85 – Janela do Revit para definição das propriedades da tabela	81
Figura 86 – Tabela gerada após seleção da família “Colonização Biológica”	81
Figura 87 - Janela do Revit para a criação de filtros nos dados das tabelas.....	82
Figura 88 – Tabela do Revit referentes à patologia filtrada “Colonização Biológica em face”	82
Figura 89 – Legenda de cores das patologias no Revit.....	83
Figura 90 – Alçado Lateral Esquerdo Exterior	83
Figura 91 – Mapa de Danos do Alçado Lateral Esquerdo Exterior	84
Figura 92 – Alçado Principal Exterior	84
Figura 93 – Mapa de Danos do Alçado Principal Exterior	84
Figura 94 – Parte do Alçado Lateral Direito Exterior (zona da nave)	85
Figura 95 – Parte do Alçado Lateral Direito Exterior (zona da capela-mor e sacristia)	85
Figura 96 – Mapa de Danos da Alçado Lateral Direito Exterior.....	85
Figura 97 – Alçado Posterior Exterior	86
Figura 98 – Mapa de Danos do Alçado Posterior Exterior.....	86
Figura 99 – Tabela de Alteração gerada no Revit	87
Figura 100 - Tabela de Bolor gerada no Revit.....	87
Figura 101 – Tabela de Colonização Biológica gerada no Revit	87
Figura 102 – Tabela de Manchas de Humidade gerada no Revit	87
Figura 103 – Tabela de Fissuras/Fendas gerada no Revit	88
Figura 104 – Tabela de Perda de Argamassa gerada no Revit	88
Figura 105 – Esquema de processo sugerido para a intervenção.....	90
Figura AP A.1. – Planta do Piso Térreo	103
Figura AP A.2. – Planta do Piso Intermédio sobre a Sacristia.....	104
Figura AP A.3. – Planta do Segundo Piso sobre a Sacristia	104
Figura AP A.4. – Planta da Cobertura	105
Figura AP A.5. – Alçado Principal.....	106
Figura AP A.6. – Alçado Posterior	106
Figura AP A.7. – Alçado Lateral Esquerdo	107
Figura AP A.8. – Alçado Lateral Direito.....	107
Figura AP A.9. – Corte 1.....	107

Figura AP A.10. – Corte 2.....	108
Figura AP A.11. – Corte 3.....	108
Figura AP A.12. – Corte 4.....	109
Figura AP A.13. – Corte 5.....	109
Figura AP A.14. – Perspetiva isométrica 1.....	110
Figura AP A.15. – Perspetiva isométrica 2.....	110
Figura AP A.16. – Nave com vista para a Parede Lateral Direita	111
Figura AP A.17. – Renderização da Nave com vista para a Parede Lateral Direita	111
Figura AP A.18. – Nave com vista para o Átrio de entrada, Coro e Púlpito	112
Figura AP A.19. – Renderização da Nave com vista para a Parede Lateral Esquerdo.....	112
Figura AP A.20. – Renderização da Nave com vista para o Átrio da Entrada e Coro.....	113
Figura AP A.21. – Capela-mor vista para a Parede Lateral Esquerda.....	113
Figura AP A.22. – Capela-mor vista para a Parede Lateral Direita	114
Figura AP A.23. – Vista do corpo da Sacristia	114
Figura AP A.24. – Sacristia com vista para a Parede Lateral Direita.....	115
Figura AP A.25. – Pavimento do Piso Intermédio.....	115
Figura AP A.26. – Pavimento do Segundo Piso e arranque da Torre Sineira	116

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Sinais de alerta estrutural para funcionamento deficiente (adaptado Vilela, 2019)	28
Tabela 2 – Classificação da Gravidade (adaptado Verzola <i>et al.</i> , 2014).....	29
Tabela 3 – Classificação da Urgência (adaptado Verzola <i>et al.</i> , 2014)	30
Tabela 4 - Classificação da Tendência (adaptado Verzola <i>et al.</i> , 2014).....	30
Tabela 5 - Fissuras/fendas existente nas várias paredes da Igreja	68
Tabela 6 - Fissuras/fendas existente em vários elementos da Igreja.....	69
Tabela 7 – Abertura de Juntas existentes nos vários elementos da Igreja.....	70
Tabela 8 – Resumo de ocorrências das patologias não estruturais nos elementos avaliados da Igreja.....	71
Tabela 9 – Comparativo das quantidades de patologias nas fichas de inspeção e no Revit	88
Tabela 10 – Lista de prioridades para possível intervenção.....	90
Tabela AP. B1 – Ficha de inspeção do Alçado Principal Externo	117
Tabela AP. B2 – Ficha de inspeção do Alçado Principal Interno	118
Tabela AP. B3 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Direito Externo.....	119
Tabela AP. B4 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Direito Interno	120
Tabela AP. B5 – Ficha de inspeção da Parede do Arco Principal Interna (Face da Nave)	121
Tabela AP. B6 – Ficha de inspeção da Parede do Arco Principal Interna (Face da Capela-mor)	122
Tabela AP. B7 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Esquerdo Interno.....	123
Tabela AP. B8 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Esquerdo Externo	124
Tabela AP. B9 – Ficha de inspeção da Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Capela-mor).....	125
Tabela AP. B10 – Ficha de inspeção da Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Sacristia, Piso Intermédio e Segundo Piso).....	126
Tabela AP. B11 – Ficha de inspeção do Alçado Posterior Interno	127
Tabela AP. B12 – Ficha de inspeção do Alçado Posterior Externo	128
Tabela AP. B13 – Ficha de inspeção das Paredes cujas superfícies se encontram acima da Cobertura.....	129

Tabela AP. B14 – Ficha de inspeção da Parede de Tabique da Caixa de Escada de acesso ao Coro	130
Tabela AP. B15 – Ficha de inspeção da Escada de Madeira de acesso ao Coro....	131
Tabela AP. B16 – Ficha de inspeção do Forro de Madeira da Cobertura sobre a Nave.....	132
Tabela AP. B17 – Ficha de inspeção do Forro de Madeira da Cobertura sobre a Capela-mor	133
Tabela AP. B18 – Ficha de inspeção da Face Inferior do Pavimento Intermédio	134
Tabela AP. B19 – Ficha de inspeção do Átrio de Entrada (madeira).....	135
Tabela AP. B20 – Ficha de inspeção da Parede Interna Lateral da Capela-mor (Face da Capela-mor)	136

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Localização: Ligação Interna entre a Parede Frontal e a Parede Lateral Direita.....	137
Fotografia 2 – Localização: Ligação Interna entre a Parede Frontal e a Parede Lateral Esquerda	138
Fotografia 3 – Localização: Alçado Principal.....	139
Fotografia 4 – Localização: Alçado Principal.....	140
Fotografia 5 – Localização: Alçado Principal.....	141
Fotografia 6 – Localização: Alçado Principal.....	141
Fotografia 7 – Localização: Alçado Principal.....	142
Fotografia 8 – Localização: Alçado Lateral Direito	143
Fotografia 9 – Localização: Alçado Lateral Direito	144
Fotografia 10 – Localização: Alçado Lateral Direito	145
Fotografia 11 – Localização: Alçado Lateral Direito	146
Fotografia 12 – Localização: Alçado Lateral Direito	147
Fotografia 13 – Localização: Alçado Lateral Direito	148
Fotografia 14 – Localização: Alçado Lateral Direito	148
Fotografia 15 – Localização: Alçado Lateral Direito	149
Fotografia 16– Localização: Alçado Lateral Direito	150
Fotografia 17 – Localização: Alçado Lateral Direito	151
Fotografia 18 – Localização: Parede Lateral Direita (interna).....	151
Fotografia 19 – Localização: Parede Lateral Direita (interna).....	152
Fotografia 20 – Localização: Parede Lateral Direita da Capela-mor (interna)	153
Fotografia 21 – localização: Parede Frontal (interna) por cima do Coro	153
Fotografia 22 – Localização: Parede Frontal (interna) ao lado do Átrio da Entrada	154
Fotografia 23 – Localização: Parede Frontal (interna) por baixo do Coro	154
Fotografia 24 – Localização: Parede Frontal (interna) por baixo do Coro	155
Fotografia 25 – Localização: Parede Frontal (interna) por baixo do Coro	155
Fotografia 26 – Localização: Parede do Arco Principal (face da Nave).....	156
Fotografia 27 – Localização: Parede do Arco Principal (face da Capela-mor).....	156
Fotografia 28 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura.....	157
Fotografia 29 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura.....	157

Fotografia 30 – Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave	158
Fotografia 31 – Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave	158
Fotografia 32 – Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave	159
Fotografia 33 - Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave.....	159
Fotografia 34 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Nave.....	160
Fotografia 35 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Nave.....	160
Fotografia 36 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Capela-mor	161
Fotografia 37 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) do Corredor de Acesso à Sacristia	161
Fotografia 38 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) do Corredor de Acesso à Sacristia	162
Fotografia 39 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna)	162
Fotografia 40 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna)	163
Fotografia 41 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	163
Fotografia 42 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	164
Fotografia 43 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	164
Fotografia 44 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	165
Fotografia 45 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	166
Fotografia 46 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	166
Fotografia 47 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	167
Fotografia 48 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	167
Fotografia 49 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo	168
Fotografia 50 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor	168
Fotografia 51 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor	169
Fotografia 52 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Capela-mor	169
Fotografia 53 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor	170
Fotografia 54 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor	171
Fotografia 55 – Localização: Sacristia	172
Fotografia 56 – Localização: Sacristia	172
Fotografia 57 – Localização: Sacristia	173
Fotografia 58 – Localização: Sacristia	174
Fotografia 59 – Localização: Sacristia	174
Fotografia 60 – Localização: Cobertura.....	174
Fotografia 61 – Localização: Cobertura.....	175

Fotografia 62 – Localização: Cobertura.....	175
Fotografia 63 – Localização: Cobertura.....	176
Fotografia 64 – Localização: Cobertura.....	176
Fotografia 65 – Localização: Cobertura.....	177
Fotografia 66 – Localização: Cobertura.....	177
Fotografia 67 – Localização: Escada de Acesso ao Piso Intermédio sobre a Sacristia	177
Fotografia 68 – Localização: Escada de Acesso ao Piso Intermédio sobre a Sacristia	178
Fotografia 69 – Localização: Escada de Acesso ao Piso Intermédio sobre a Sacristia	178
Fotografia 70 – Localização: Alçado Posterior	179
Fotografia 71 – Localização: Alçado Posterior	179
Fotografia 72 – Localização: Alçado Posterior	180
Fotografia 73 – Localização: Alçado Posterior	180
Fotografia 74 – Localização: Piso Intermédio sobre a Sacristia	181
Fotografia 75 – Localização: Paredes de Tabique da Caixa de Escadas de Acesso ao Coro	181
Fotografia 76 – Localização: Paredes de Tabique da Caixa de Escadas de Acesso ao Coro	182
Fotografia 77 – Localização: Escada de Acesso ao Coro	183
Fotografia 78 – Localização: Escada de Acesso ao Coro	183
Fotografia 79 – Localização: Forro da Cobertura da Nave	184
Fotografia 80 – Localização: Forro da Cobertura da Nave	184
Fotografia 81 – Localização: Forro da Cobertura da Nave	185
Fotografia 82 – Localização: Forro da Cobertura da Nave	185
Fotografia 83 – Localização: Forro da Cobertura da Capela-mor.....	186
Fotografia 84 – Localização: Átrio de Entrada	186
Fotografia 85 – Localização: Janela do Átrio de Entrada.....	187
Fotografia 86 – Localização: Alçado Principal Externo	187
Fotografia 87 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura.....	188
Fotografia 88 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura.....	188

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o contexto e a motivação para o desenvolvimento deste trabalho, destacando a importância da preservação de edifícios históricos e os desafios decorrentes da falta de informações precisas e atualizadas sobre esses patrimônios. Introduce-se o conceito de *Building Information Modeling* (BIM) como uma metodologia inovadora e eficaz para a documentação, gestão e conservação de edificações históricas. Serão também apresentados os objetivos do estudo e a abordagem metodológica utilizada para integrar o BIM ao processo de preservação e manutenção da Igreja de S. Miguel do Fetal, em Viseu.

1.1 Enquadramento

A preservação do Património Histórico é de extrema importância, mas muitos edifícios históricos enfrentam uma grave carência de informações essenciais. Em muitos casos, faltam dados atualizados sobre a geometria, os sistemas construtivos, as propriedades dos materiais, o estado de conservação e informações sobre intervenções anteriores. Este problema é agravado pela ausência de desenhos precisos, registros de materiais e técnicas usadas, e informações sobre os profissionais envolvidos nas intervenções passadas. A falta de acesso a informações confiáveis e atualizadas representa um desafio significativo para a gestão e conservação desses edifícios.

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia colaborativa que integra a participação de profissionais de diversas áreas do setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), durante o ciclo de vida da construção. O BIM baseia-se na digitalização da informação, permitindo a criação de um modelo digital abrangente que reúne, num único formato aberto, toda a informação relevante sobre um edifício, incluindo geometria tridimensional, características dos materiais, sistemas de construção, fabricantes, etc. Desta forma, o BIM tem um enorme potencial para ajudar na gestão e preservação de edifícios históricos (Dimovska, 2017).

A aplicação do BIM ao património histórico é uma evolução natural, uma vez que proporciona precisão e minimiza possíveis divergências. Para implementar o BIM de forma eficaz em edifícios históricos, é necessário realizar uma coleta inicial detalhada de

informações geométricas e históricas, a fim de criar um modelo virtual 3D rigoroso que reflita as técnicas de construção tradicionais. Para isso, foi desenvolvida a metodologia HBIM (*Heritage Building Information Modeling*), que refere à aplicação do BIM em edifícios históricos. Esta informação de base deve ser recolhida junto dos arquivos municipais e de outras entidades, sendo posteriormente complementada com imagens digitais obtidas por diversos tipos de equipamentos, nomeadamente, as tecnologias fotográficas, *3D Laser Scanning* e levantamento por meio de drones (Sampaio, 2020). Embora essas técnicas avançadas ofereçam benefícios significativos, métodos tradicionais como o levantamento direto, que consiste em medições manuais dos edifícios, ainda podem desempenhar um papel importante na coleta de dados, fornecendo uma base adicional e essencial para a modelagem.

No entanto, as bibliotecas de objetos paramétricos disponíveis nas ferramentas BIM ainda são limitadas, exigindo o desenvolvimento de novos objetos paramétricos específicos para modelação dos sistemas construtivos em edifícios históricos.

Por estas razões, justifica-se o desenvolvimento de mais estudos sobre os aspetos relativos à recolha de informação e ao processo de modelação em BIM de edifícios históricos.

1.2 Objetivos da Investigação

O presente trabalho visa a integração do *Building Information Modeling* (BIM) na preservação e gestão de edifícios históricos, com foco específico na aplicação da metodologia à Igreja de S. Miguel do Fetal. Os objetivos principais deste trabalho são delineados como segue:

1. Caracterizar a Utilização do BIM no Património Histórico

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a aplicação do BIM na preservação e gestão do património histórico. Este objetivo inclui a apresentação de exemplos de aplicação da metodologia BIM a edifícios históricos, buscando identificar como a digitalização e modelagem podem contribuir para a conservação e gestão eficiente desses bens culturais.

2. Executar um Levantamento Arquitetónico e um Diagnóstico

Conduzir um levantamento arquitetónico da Igreja. Este processo engloba, para além da obtenção das dimensões geométricas, a identificação dos sistemas

estruturais e construtivos, a pesquisa e análise de textos históricos, bem como a execução de inspeções visuais para diagnóstico do estado atual da edificação. A coleta de dados será fundamental para a construção de um modelo BIM preciso e informativo.

3. Desenvolver um Modelo 3D Virtual da Igreja

Criar um modelo tridimensional virtual do edifício utilizando o *software* Revit, que incluirá tanto os elementos arquitetônicos quanto estruturais. Este modelo servirá de base para a documentação digital das características e condições do edifício, facilitando a visualização e análise das patologias e intervenções necessárias.

4. Integrar e Armazenar Dados no Modelo BIM

Inserir e armazenar informações relevantes no modelo BIM, como dados sobre as patologias identificadas e informações sobre danos estruturais. Essa integração visa consolidar toda a informação disponível num formato digital acessível e atualizado, permitindo um gerenciamento mais eficiente do patrimônio histórico.

5. Análise e Desenvolvimento de Planos de Intervenção Baseados em BIM

Utilizar o modelo BIM para analisar e desenvolver planos de intervenção para as patologias identificadas na Igreja. Com este objetivo pretende-se apresentar uma proposta de orientações para a elaboração de um plano de intervenção baseado nas informações disponíveis no modelo, incluindo a indicação de quais as patologias que necessitam de uma intervenção mais urgente.

Esses objetivos visam não apenas a aplicação prática do BIM na gestão de edifícios históricos, mas também a contribuição para o avanço do conhecimento sobre metodologias de preservação e conservação, oferecendo uma abordagem sistemática e digitalizada para a manutenção do patrimônio histórico.

1.3 Abordagem Metodológica

A realização do levantamento arquitetônico e estrutural, bem como da inspeção visual e diagnóstico das patologias, envolverá visitas presenciais à Igreja, utilizando equipamentos básicos, que serão detalhados ao longo deste trabalho, complementadas por registros fotográficos. Essas visitas permitirão realizar o levantamento geométrico da

edificação. Em seguida, serão realizadas inspeções visuais detalhadas do edifício para identificar e documentar as condições de conservação e as patologias presentes. Durante essa fase, será elaborada uma ficha de inspeção personalizada para sistematizar e registrar todas as observações relacionadas ao estado da estrutura.

Para a modelagem em BIM, vai utilizar-se o *software* Revit (Autodesk, 2023), com suporte inicial do AutoCAD, ambos da Autodesk. Na fase preliminar, o AutoCAD será empregue para criar as plantas arquitetônicas com as principais medidas coletadas *in situ*, proporcionando uma base precisa para o levantamento dos espaços. Essas plantas serão então importadas para o Revit, facilitando a modelagem tridimensional (3D). A modelagem será iniciada com as paredes externas, seguida pelas colunas externas até se concluir o piso térreo. O trabalho será sistematicamente organizado por setores da Igreja, progredindo de maneira sequencial. O Revit foi escolhido por permitir a modelagem em 3D, bem como a inserção de informações detalhadas, especificações e dados relevantes de cada elemento do edifício.

Após a conclusão da modelagem 3D do edifício no Revit, serão implementadas no modelo as patologias, com parâmetros específicos para cada uma, reservando espaços para a inserção de informações adicionais relevantes. A criação de mapas de danos será demonstrada, evidenciando a sua importância para o processo de conservação.

Além disso, o trabalho mostrará como extrair do modelo BIM dados das patologias em formato de tabelas, facilitando a análise das condições e da gravidade de cada problema. Isso permitirá elaborar um plano genérico de manutenção, priorizando as intervenções necessárias para a preservação da edificação.

1.4 Estrutura da Dissertação

No Capítulo 1, é apresentada a introdução do trabalho, justificando sua relevância, destacando os seus objetivos principais e fornecendo uma visão geral da abordagem metodológica utilizada ao longo da pesquisa.

O Capítulo 2 contém a revisão de literatura, onde se discute a importância do BIM na preservação e gestão de edifícios históricos e se introduz o conceito de HBIM (*Heritage Building Information Modeling*). São apresentados exemplos de aplicações do HBIM em trabalhos similares, discutindo-se diferentes abordagens para modelar um edifício histórico em BIM. O capítulo também aborda as dificuldades associadas a essa tarefa, as

especificidades das famílias de elementos históricos no BIM, os métodos para levantamento de patologias, a classificação e as causas dessas patologias, e conclui com uma explicação sobre a elaboração de um mapa de danos.

No Capítulo 3, o foco é o estudo de caso, começando com uma descrição detalhada da Igreja de S. Miguel do Fetal, incluindo sua história e lendas associadas. Em seguida, discute-se os estudos e intervenções realizadas anteriormente no edifício e apresenta-se o levantamento geométrico conduzido como parte deste trabalho.

O Capítulo 4 é dedicado à modelagem BIM do edifício. Neste capítulo, são descritos os processos de criação dos principais elementos arquitetônicos e estruturais, destacando-se os desafios enfrentados e as soluções adotadas durante a modelagem.

O Capítulo 5 concentra-se nas patologias e danos identificados na Igreja. Descreve-se o processo de levantamento das patologias, a inserção de cada uma delas no modelo do Revit, e os parâmetros específicos definidos. Além disso, explica-se como extrair do Revit tabelas de informações sobre as patologias modeladas, apresentam-se mapas de danos dos quatro alçados da Igreja e propõe-se um plano preliminar de intervenção.

Finalmente, no Capítulo 6 resumem-se as principais conclusões do estudo realizado, destacando-se os aspectos positivos mais relevantes, as dificuldades encontradas, as áreas que necessitam de melhoria e apresentam-se algumas sugestões para futuros desenvolvimentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo explora a aplicação do *Building Information Modelling* (BIM) na modelagem de edifícios históricos, enfatizando a importância desta metodologia e introduzindo o *Heritage Building Information Modelling* (HBIM). Esta revisão da literatura resume como o BIM tem sido utilizado para a preservação de patrimônios históricos, oferecendo uma integração eficaz de informações ao longo do ciclo de vida dos edifícios. Além disso, serão discutidos exemplos práticos e métodos empregados na modelagem digital desses edifícios, destacando os desafios e oportunidades que essa abordagem inovadora apresenta.

2.1. Importância do BIM para Modelagem de Edifícios Históricos

O *Building Information Modelling* (BIM) tem-se destacado como a metodologia de maior crescimento na indústria da construção, oferecendo um rigoroso controle de gestão de informações ao longo das fases do projeto das especialidades envolvidas, integrando todos os intervenientes ao longo do ciclo de vida de cada construção por meio de um modelo digital unificado do edifício (Silva, 2021). Essa integração impacta positivamente a eficiência operacional, resultando em economia de custos e recursos, contribuindo assim para o avanço sustentável da indústria da construção. Além dessa notável contribuição, o BIM também desempenha um papel crucial na redução de conflitos e erros durante o processo de construção. Ao proporcionar uma plataforma unificada para todas as partes interessadas, facilita a comunicação e a colaboração, minimizando mal-entendidos e garantindo uma compreensão compartilhada do projeto. Isso não só resulta em economia de tempo e recursos, mas também num ambiente de trabalho mais harmonioso e produtivo para todas as equipes envolvidas. Outra importante faceta do BIM é que, além de documentar o estado atual dos edifícios, possibilita a integração de dados multidisciplinares provenientes de diversas fontes, simplificando a gestão das medidas de conservação essenciais para a preservação de edifícios históricos (Cuperschmid *et al*, 2018).

A preservação do patrimônio histórico é uma questão de grande importância cultural e social, pois essas estruturas representam não apenas a história de uma comunidade ou nação, mas também a sua identidade e a herança cultural. Nesse contexto, as tecnologias

digitais desempenham um papel cada vez mais vital na conservação e manutenção desses locais preciosos. Por meio da criação de modelos digitais detalhados dessas estruturas históricas, o BIM permite documentar a sua forma e as suas características originais, e também, simular virtualmente diferentes cenários de restauração e conservação. O modelo digital não apenas representa as características físicas, mas também as funcionalidades do objeto em questão, permitindo a manipulação e atualização das informações ao longo do ciclo de vida do edifício e dos seus materiais constituintes (Lino *et al.*, 2012, citado por Silva, 2021). Além da sua utilidade prática na preservação física das estruturas históricas, o BIM também desempenha um papel importante na continuidade da relevância cultural desses locais. Ao facilitar o acesso digital e a visualização interativa dessas edificações históricas, o BIM permite que um público mais diversificado, técnicos ou leigos, explorem e valorizem o seu valor cultural e histórico.

Embora o BIM prometa ser uma ferramenta eficaz na preservação do património histórico, é importante reconhecer que a sua aplicação nem sempre é tão direta quanto parece. Autores como Pauwels *et al.* (2013) destacam que modelar um edifício histórico nem sempre captura fielmente a sua forma original de construção. Eles ressaltam as nuances e desafios envolvidos nesse processo, onde a representação digital pode não refletir com precisão a complexidade e detalhes do edifício real. Além disso, Brumana *et al.* (2013) apontam para aspetos críticos e barreiras encontradas ao lidar com a modelagem de objetos complexos, eles enfatizam a necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre essas questões, a fim de superar os obstáculos e aprimorar a eficácia da modelagem BIM no contexto da preservação de património.

A utilização do BIM para a preservação de construções históricas apresenta uma abordagem inovadora, conhecida como HBIM (*Heritage Building Information Modelling*). Este conceito, introduzido por Murphy *et al.* (2007), visa desenvolver modelos BIM a partir de dados históricos, incorporando tecnologias avançadas como sistemas de captura a laser em nuvem de pontos e fotogrametria digital, entre outros métodos que serão discutidos posteriormente. O HBIM representa uma evolução na aplicação do BIM, adaptando-o para atender às necessidades específicas da conservação e restauração de edifícios históricos. Ao invés de criar um modelo BIM a partir de dados de projeto contemporâneos, o HBIM utiliza informações históricas, como desenhos, fotografias antigas e registros documentais, como base para a modelagem digital. O uso de tecnologias como a captura a laser em nuvem de pontos e fotogrametria digital

desempenham um papel fundamental na criação desses modelos. Essas tecnologias permitem a digitalização precisa e detalhada das características físicas dos edifícios históricos, capturando até mesmo os mínimos detalhes arquitetônicos e estruturais. Além disso, oferecem uma maneira não intrusiva de coletar dados, minimizando o impacto nos edifícios sensíveis à preservação.

2.2. Exemplos de Modelagem de Edifícios Históricos em BIM

Ao aprofundar os estudos no tema, torna-se evidente a sua alta relevância ao se deparar com uma ampla gama de estudos correlacionados. Um exemplo prático elucidativo desse processo é encontrado na pesquisa de Silva (2021), que abordou a modelagem em BIM de um edifício (Largo da Oliveira, situado na Rua Alfredo Guimarães) na zona histórica de Guimarães, mostrado na Figura 1. Nesse estudo, foram empregues métodos tradicionais, como a utilização de fita a laser, croquis, fotografias e fita métrica, para capturar os dados necessários à construção do modelo digital do edifício. Após concluir os levantamentos e seguir cuidadosamente todos os passos considerados relevantes, a autora enfrentou algumas dificuldades com o alinhamento das paredes, mas finalmente chegou ao modelo 3D proposto, como ilustrado na Figura 2.



a) Alçado principal



b) Alçado lateral

Figura 1 – Edifício no Largo da Oliveira (Silva, 2021)



Figura 2 – Modelo 3D do edifício no Largo da Oliveira proposto pelo autor (Silva, 2021)

Pauwels *et al.* (2013) conduziram um estudo notável da Book Tower em Ghent, na Bélgica (Figura 3), no qual criaram um modelo BIM. No fim da modelagem, eles empregaram tecnologias de web semântica para retratar seus elementos e informações correspondentes. Isso foi feito através do uso de uma ferramenta de desenvolvimento de jogos, que permitiu uma representação interativa e dinâmica do edifício e dos seus dados associados. Essa abordagem inovadora demonstrou o potencial do BIM para a visualização e análise de edifícios históricos, e também destacou o papel das tecnologias emergentes, como a web semântica, na expansão das capacidades do BIM e a sua aplicação em novos domínios. O resultado do modelo 3D está ilustrado na Figura 4.



Figura 3 - Book Tower (Pauwels *et al.*, 2013)



Figura 4 - O modelo 3D BIM da Book Tower (Pauwels *et al.*, 2013)

A web semântica, por sua vez, é um conceito que se refere à extensão da atual web, permitindo que a informação na internet seja compreendida não apenas por humanos, mas também por máquinas, utilizando dados estruturados e interconectados.

Brumana *et al.* (2013) empreenderam um estudo meticuloso ao documentarem em ordem cronológica as principais mudanças ao longo dos séculos na Igreja Santa Maria, situada na Itália. Durante esse processo, eles destacaram as transformações arquitetônicas que ocorreram ao longo do tempo, e também abordaram os desafios encontrados na criação do modelo digital do edifício. Um dos principais obstáculos identificados foi a ausência de famílias de componentes essenciais para aquela modelagem, como abóbadas e treliças, no *software* utilizado para modelagem. Para superar essa limitação os autores tiraram aproximadamente 90 fotografias distribuídas igualmente entre cada abóbada, criando assim uma nuvem de pontos que resultou na ortomagem apresentada na Figura 5.



Figura 5 – Detalhes das abóbodas esféricas da Igreja Santa Maria (Brumana *et al.*, 2013)

A secção horizontal dos pontos do scanner a laser utilizado no estudo pode ser observada na Figura 6. As peças do telhado foram modeladas como famílias independentes, cada uma com variações de geometria conforme exemplificado na Figura 7. Além disso, os autores observaram a falta de ferramentas adequadas para representar patologias e irregularidades nas paredes da Igreja. Este estudo ressaltou a importância da colaboração interdisciplinar e da busca por soluções inovadoras na modelagem BIM de edifícios históricos.

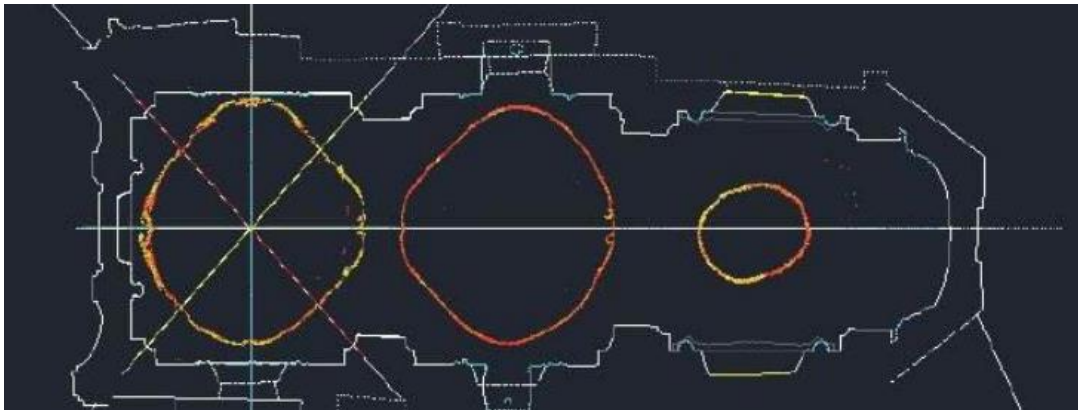


Figura 6 – Secção horizontal dos pontos do scanner a laser das abóbodas da Igreja Santa Maria (Brumana *et al.*, 2013)

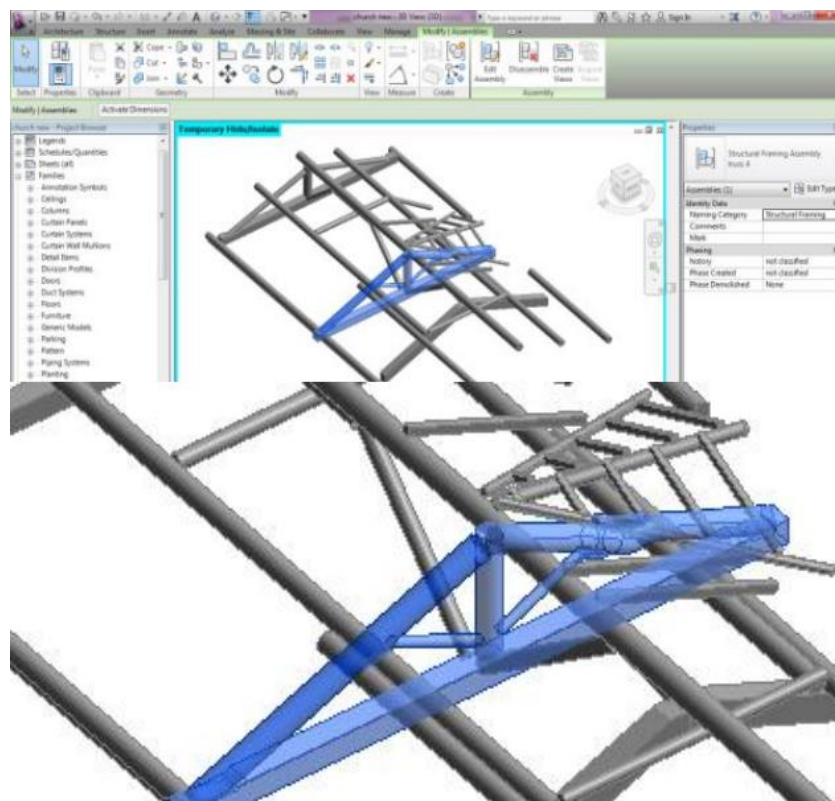


Figura 7 – Modelação 3D de parte do telhado da Igreja Santa Maria (Brumana *et al.*, 2013)

No Brasil, Canuto (2017) descreveu um caso fascinante de utilização da plataforma BIM para documentar o Palácio Gustavo Capanema (Figura 8), localizado no Rio de Janeiro. O autor emprega registros históricos para recriar o projeto original do edifício, datado da década de 1930, bem como as principais modificações realizadas desde então. Esse processo abrange informações construtivas e históricas num único modelo parametrizado. Ao reconstruir digitalmente o Palácio Gustavo Capanema, o autor capturou a essência do projeto original e registrou todas as mudanças e intervenções ocorridas ao longo do tempo. Isso proporcionou uma visão abrangente da evolução do edifício, permitindo uma análise detalhada da sua história e arquitetura. O autor resume o processo da criação do trabalho num esquema interessante ilustrado na Figura 9.



Figura 8 - Palácio Gustavo Capanema (Canuto, 2017)



Figura 9 - Etapas do estudo de caso do Palácio Gustavo Capanema (Canuto, 2017)

A maioria das pesquisas analisadas demonstrou uma tendência comum no uso do *software* de modelagem e projeto Revit, enquanto o estudo de Canuto (2017) se destacou ao optar pelo *software* Archicad. Embora tenham enfrentado desafios diversos, todos esses casos relataram sucesso significativo no desenvolvimento e aplicação dos modelos BIM. Esses resultados encorajadores também indicam um potencial promissor para futuras pesquisas e aplicações práticas do BIM numa variedade de contextos e setores da construção. Com a contínua evolução das tecnologias e práticas de modelagem BIM, espera-se que a eficiência e eficácia dessa metodologia continuem a crescer, impulsionando ainda mais a inovação e a excelência na indústria da construção e a utilização com edifícios históricos.

2.3. Formas de Modelar um Edifício Histórico em BIM

Quando se trata de um edifício histórico, está-se na presença de uma construção já existente e não de um projeto concebido desde o início. Segundo Wu *et al.* (2013), a utilização do BIM em edifícios históricos é “reversa”, uma vez que o modelo é desenvolvido depois que o património está estabelecido. Para criar o modelo digital de um edifício construído é importante levantar o máximo de informações possíveis, desde registros arquivados em livros ou documentos, até mesmo relatos de pessoas que conhecem, cuidam ou convivem no local. Após captar o máximo de dados existentes, há vários métodos de levantamentos que podem ser usados para a medição física dos elementos, e de acordo com Groetelaars (2015) esses métodos podem ser divididos entre “diretos” e “indiretos”, sendo os indiretos, subdivididos em métodos “ativos” ou “passivos”.

Groetelaars (2015) apresenta os seguintes métodos diretos: a medição direta, o braço articulado, a Máquina de Medição de Coordenadas (MMC) e o Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS).

A medição direta é um método tradicional, que consiste em contato físico do operador e dos seus equipamentos manuais (como por exemplo fitas métricas, medidores a laser, croquis e outros) para a medição do património edificado. Essa parte da visita presencial, não somente nesse método, é muito importante, pois a pessoa adquire uma visão real do tamanho e disposição da construção. Já os métodos indiretos consistem de levantamentos em posições mais afastadas em relação ao objeto a ser estudado, como por exemplo, fotogrametria digital e 3D *Laser Scanning* (Canuto, 2017).

Os métodos ativos utilizam sensores que emitem energia para medir os objetos, os quais refletem essa energia de volta aos dispositivos. Estes sensores podem operar em várias faixas do espectro eletromagnético, dependendo da tecnologia empregada. Exemplos destes métodos são o *Laser Scanning*, o georradar, a radiografia, entre outros. Por outro lado, nos métodos passivos, não há emissão de energia. Nesses casos, o sol desempenha um papel crucial, já que ele é a fonte de energia refletida pelos objetos e esta é capturada pelos sensores (Canuto, 2017). Exemplos destes métodos são a fotogrametria, a termografia, entre outros.

A Figura 10 ilustra as classificações de acordo com Groetelaars (2015), e destaca alguns conjuntos de técnicas de levantamento, conforme identificado na legenda. A seguir serão tratadas as técnicas consideradas mais relevantes para o presente trabalho.

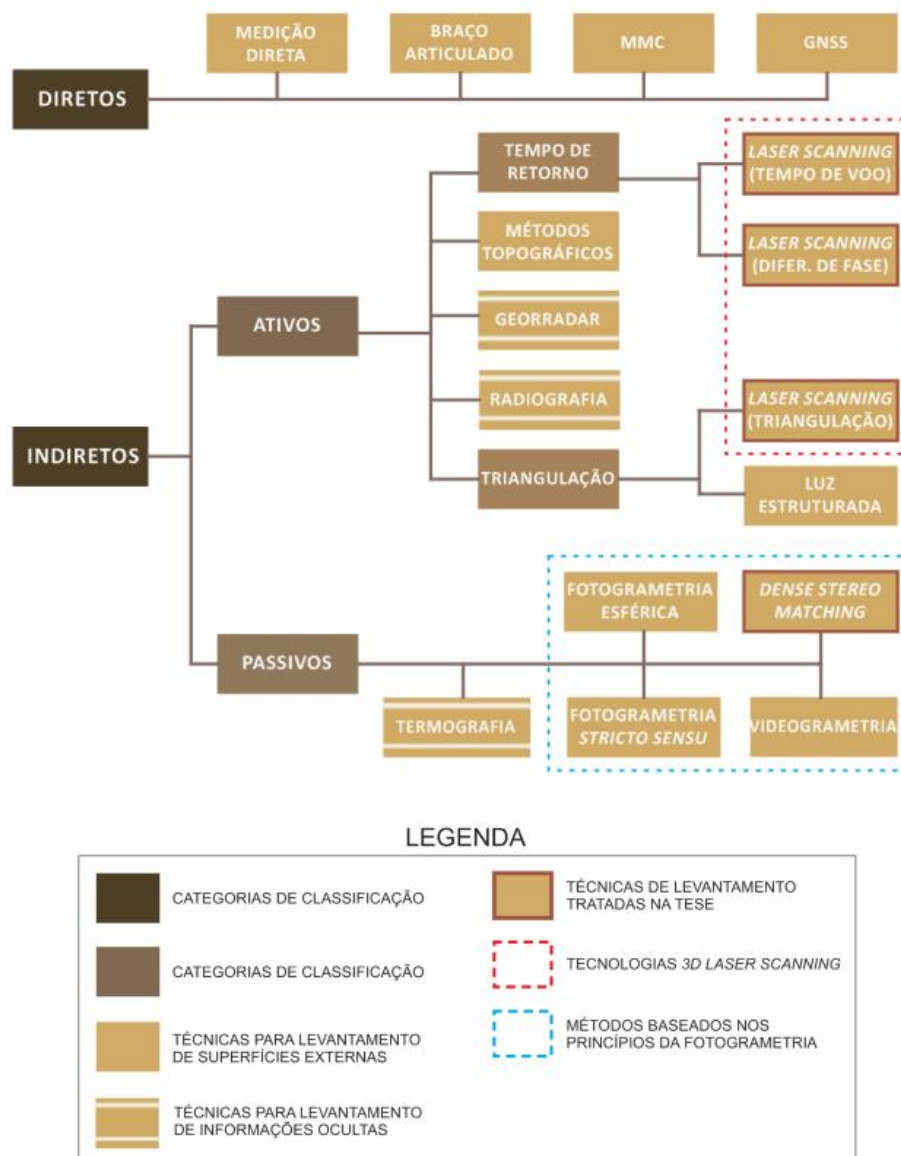


Figura 10 - Classificação das principais técnicas de levantamento (Groetelaars, 2015)

2.3.1. Medição direta

Esta técnica de medição, conhecida como medição direta ou levantamento manual, é uma das mais antigas e emprega instrumentos simples para realizar as medições. Os equipamentos comumente utilizados, ilustrados na Figura 11, incluem fitas métricas para medições lineares, dispositivos para verificar a verticalidade (como fios de prumo de face e de centro) e a horizontalidade (como níveis de mangueira, níveis de bolha ou níveis óticos).



Figura 11 – Equipamentos comumente utilizados na medição direta (Leroy Merlin, 2024)

Nesta técnica, o operador identifica no local os pontos específicos que precisam ser medidos. A decisão sobre onde e quantos pontos medir é baseada nas necessidades do projeto final, como o nível de detalhe necessário e os desenhos a serem criados.

Segundo Groetelaars (2015), essa técnica se mostra mais apropriada para o levantamento de objetos ou edificações simples e de pequenas dimensões, uma vez que demanda o contato direto do operador com cada ponto a ser medido. Já para edificações complexas e de grandes dimensões, a autora indica a necessidade de utilização de andaimes para acessar a pontos elevados, bem como a medição de uma quantidade significativa de pontos. Isso resulta num processo extremamente demorado e mesmo assim, muitas vezes, não é suficiente para representar de forma adequada as formas irregulares.

Para edifícios de maiores dimensões, uma opção viável é o uso do medidor a laser (Figura 12), o que agiliza consideravelmente o processo de medição. Para obter registros

mais precisos, pode-se empregar a estação total (instrumento topográfico usado para medir distâncias e ângulos, geralmente usado em levantamentos de terrenos para construção ou mapeamento), permitindo a obtenção de coordenadas de pontos de controle e, conseqüentemente, melhorar a precisão do levantamento.



a) Equipamento



b) Utilização do equipamento

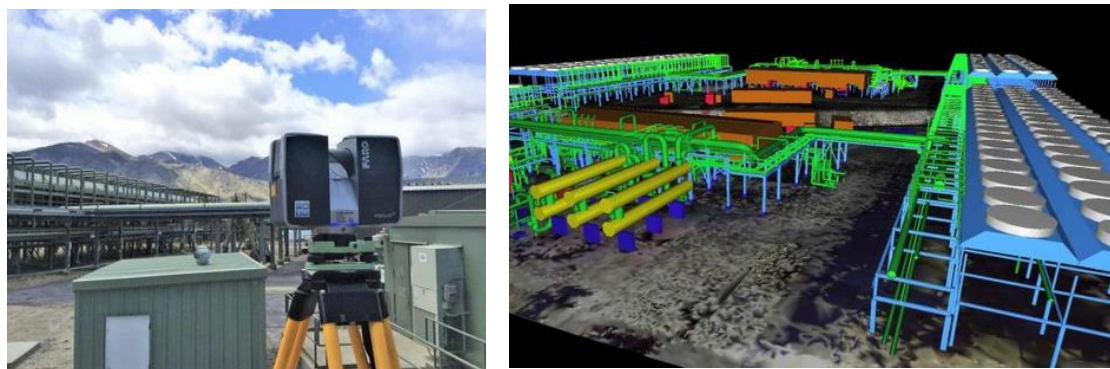
Figura 12 – Medidor laser (Leroy Merlin, 2024)

2.3.2. 3D Laser Scanning

A técnica de *3D Laser Scanning*, ilustrada na Figura 13, segundo Silva (2021) é uma técnica cada vez mais empregada para digitalizar as superfícies externas de objetos variados em termos de dimensões e complexidade. Utilizando um feixe de laser, essa abordagem é capaz de capturar digitalmente dados precisos de objetos, superfícies, construções e características topográficas. O resultado desse processo é uma vasta quantidade de pontos no espaço tridimensional, formando o que se chamam de "nuvem de pontos". Essa nuvem é composta por milhões de coordenadas 3D (coordenadas XYZ) e pode ser adquirida diretamente no local onde o varrimento é realizado. Atualmente a nuvem de pontos levantada a partir do *3D Laser Scanning* é gerada por *softwares* como o Recap da Autodesk, por exemplo.

Hoje, a questão não é mais como gerar a nuvem de pontos, e sim, como utilizar essa grande quantidade de informações capturadas de maneira adequada (Canuto, 2017). A partir da nuvem de pontos, é viável produzir plantas e cortes detalhados. Posteriormente,

é possível realizar ajustes na posição real dos objetos, bem como de outras medidas e dimensões relevantes.



a) Imagem real

b) Imagem após levantamento *Laser Scanning*

Figura 13 – Ilustração 3D *Laser Scanning* (<https://hivevp.com/3d-laser-scanning-for-chemical-plant-applications/>)

O *3D Laser Scanning* apresenta desvantagens como o alto custo e interferência na superfície por objetos como contentores, árvores e carros. Problemas adicionais surgem quando o objeto possui superfícies cobertas por vidro, por exemplo, pois o feixe pode atravessar e ser refletido por objetos no interior da edificação. No entanto, o varrimento a laser pode ser realizado à noite, facilitando o levantamento em locais de tráfego intenso, o que não seria viável com outros métodos como a fotogrametria (Canuto, 2017).

2.3.3. Fotogrametria digital

Primeiramente, antes desse método, é importante falar das fotografias em si. Estas são de grande auxílio, especialmente quando o acesso ao edifício é limitado ou quando o ponto a ser estudado está distante do local de trabalho. Elas possibilitam economizar tempo e evitar visitas desnecessárias.

A fotogrametria é uma técnica antiga que define com precisão a forma, as dimensões e a posição de objetos por meio de fotografias. Com o advento da fotogrametria digital houve uma simplificação do processo de restituição, permitindo a obtenção precisa de uma variedade de produtos como medidas, desenhos e modelos geométricos. Essa técnica moderna reduz significativamente o tempo necessário em campo, já que o processamento das fotos é realizado posteriormente. Com o avanço da tecnologia, especialmente com o uso de drones, a fotogrametria digital tornou-se mais eficiente e acessível, possibilitando a geração de modelos 3D complexos com facilidade. Isso a torna uma escolha vantajosa

para diversas aplicações, como representações arquitetônicas e detalhes de edificações (Canuto, 2017).

2.3.4. Integração entre os métodos de levantamento

Acredita-se que nenhum método isolado será a escolha ideal, uma vez que cada um possui as suas próprias limitações e deficiências. A integração de diferentes métodos é fundamental para aumentar a eficácia do trabalho e obter sucesso no resultado final, pois cada um deles, com as suas vantagens específicas, contribuirá para a criação de um modelo digital preciso da edificação.

Por exemplo, o 3D *Laser Scanning*, além de realizar o levantamento dos objetos através do varrimento a laser, oferece a possibilidade de capturar imagens utilizando câmeras integradas ao equipamento. Essas imagens auxiliam na compreensão das informações registradas e facilitam a geração de texturas realísticas. Além disso, as pesquisas de varrimento a laser podem ser integradas com técnicas baseadas em imagem, resultando numa abordagem mais abrangente. As imagens capturadas podem ser empregues para realizar medições adicionais de detalhes ou identificar elementos de degradação. Essa integração de técnicas complementares proporciona um resultado mais completo e preciso no processo de levantamento e análise de dados.

2.4. Dificuldades de Modelar um Edifício Histórico em BIM

Após a análise de diversos estudos sobre a modelagem de edifícios históricos, identificou-se que existem muitas dificuldades. Um dos relatos é de Silva (2021), ela descreve que uma das grandes dificuldades são as diferenças nas espessuras das paredes e nos seus alinhamentos, conforme sobem os pisos. A autora complementa afirmando que essas irregularidades nas paredes acabam por tornar-se um desafio no entendimento do projeto, pois muitas vezes os pisos parecem estar desalinhados ou com diferenças muito significativas.

Outro relato importante é o de Brumana *et al.* (2013) que se deparou com paredes irregulares no edifício no qual estava modelando, e como não havia esse tipo de parede no *software* Revit e nem comandos diretos para a criação da mesma, achou necessário

combinar uma parede regular das famílias do projeto com uma "camada" irregular, anexada a ela, que cuidaria de todas as deformações e aberturas.

2.5. Modelar Patologias em Edifícios no BIM

Uma das principais dificuldades encontradas pelos autores reside na falta de padronização das características dos edifícios históricos, tais como formatos de janelas, portas e outros elementos. Como resultado, é comum a ausência desses objetos específicos nos *softwares* utilizados para modelagem. Para obter resultados mais precisos e fiéis à realidade, o projetista ou engenheiro responsável pela modelagem de um edifício histórico muitas vezes precisa desenvolver famílias de objetos específicas para cada estrutura única. Silva (2021), em seu estudo sobre a implementação do BIM num escritório de arquitetura, ressalta a importância de designar uma pessoa dedicada exclusivamente à criação desses novos objetos e famílias.

No estudo de Groetelaars (2015), é enfatizado o mapeamento de textura fotorrealística em modelos BIM de edificações históricas, dada à riqueza de informações contidas nas texturas dos objetos, que podem ser tanto elementos decorativos, como danos e patologias, que precisam ser registrados, visualizados, quantificados e analisados.

No trabalho de Rodrigues (2023), foi realizada uma identificação automatizada de patologias utilizando a Inteligência Artificial. Essa abordagem foi escolhida devido à grande extensão do edifício analisado. Para a classificação das patologias, o autor baseou-se na nomenclatura desenvolvida pela Universidade Técnica de Delft – TU Delft, especificamente para patologias de tijolos. No entanto, o objetivo principal do trabalho está mais relacionado à automatização dos *softwares* utilizados para reconhecer e classificar as patologias, em vez da criação de uma família para representá-las.

No estudo de Junior *et al.* (2023), os autores utilizam o *software* Revit para modelar um edifício histórico e em vez de criarem famílias específicas para as patologias, optaram por adicionar parâmetros de instância dentro das famílias de cada elemento do projeto. Por exemplo, na família de uma parede, foram criados parâmetros como vida útil do material, ambiente inserido, ano de aplicação, entre outros. Essa abordagem tem o objetivo de facilitar a identificação de futuras patologias que possam ocorrer e auxiliar na criação de um plano de manutenção.

Tolentino (2018) também utilizou o *software* Revit para a modelagem de um edifício histórico. A autora descreveu detalhadamente o processo de modelagem do edifício, mas optou por não criar famílias específicas para as patologias. Em vez disso, ela integrou o *software* de modelagem com o Sistema de Informação de Cadastro de Bens Imóveis de Valor Cultural (SICG), uma ferramenta digital brasileira utilizada para o cadastro, gerenciamento e consulta de informações sobre bens imóveis de valor cultural.

Contudo, percebe-se a carência de trabalhos voltados ao desenvolvimento de famílias de patologias no Revit, o que representa um grande desafio e uma potencial inovação no campo da modelagem BIM para edifícios históricos.

2.6. Levantamento de Patologias – Fichas de Inspeção

Segundo Ramos (2008), o diagnóstico do estado de conservação de um edifício depende tanto da experiência do técnico quanto das ferramentas disponíveis para a inspeção. A complexidade arquitetônica e estrutural dos edifícios exige uma abordagem global e uma visão generalista, além de uma metodologia organizada para atingir todos os objetivos da inspeção.

De acordo com Vilela (2019), as fichas de levantamento de dados são essenciais para tornar a inspeção mais eficiente e sistemática. Essas fichas permitem a caracterização geométrica do imóvel, a identificação das soluções construtivas, a avaliação do estado de conservação e a classificação de parâmetros importantes para análises de risco, fornecendo uma visão clara sobre a urgência de uma intervenção.

Vilela (2019) sugere que as fichas de inspeção sejam divididas em três categorias principais: caracterização da construção, caracterização das patologias e análise da informação. A primeira categoria aborda a caracterização geral do imóvel, incluindo a sua geometria e os métodos construtivos utilizados. A segunda categoria foca-se na identificação das patologias, registrando os danos observados no edifício em estudo e nas estruturas adjacentes. As patologias são avaliadas para cada componente do edifício em estudo, tanto no exterior quanto no interior, com a avaliação organizada por diferentes seções da estrutura. A Figura 14 ilustra um exemplo da ficha de inspeção do alçado principal. Na terceira categoria realiza uma análise abrangente de todas as informações levantadas.

Fachada Principal

Interior

Danos Estruturais

Fissuração/ Fracturação

Alinhamento	Quantidade	Localização	Extensão	Espessura
Horizontal	<input type="checkbox"/> 1-3	<input type="checkbox"/> Junto aos cantos	<input type="checkbox"/> Curta (<50cm)	<input type="checkbox"/> Fina (<1mm)
Vertical	<input type="checkbox"/> 4-10	<input type="checkbox"/> Meio da Fachada	<input type="checkbox"/> Média (>50cm <2m)	<input type="checkbox"/> Média (>1mm<4mm)
Diagonal	<input type="checkbox"/> >10	<input type="checkbox"/> Junto às aberturas	<input type="checkbox"/> Grande (>2m)	<input type="checkbox"/> Espessa (>4mm)

Abertura de Juntas

Alinhamento	Quantidade	Dimensão
Horizontal	<input type="checkbox"/> 1-3	<input type="checkbox"/> Pequena <5mm
Vertical	<input type="checkbox"/> 4-10	<input type="checkbox"/> Média >5mm <10mm
Diagonal	<input type="checkbox"/> >10	<input type="checkbox"/> Grande >10mm

Esmagamento

Deformação

Arqueamento/ Abaulamento	<input type="checkbox"/>
Desapruno	<input type="checkbox"/>
Outra	<input type="checkbox"/>

Numeração do registo fotográfico:

Danos Não Estruturais

Perda de argamassa Destacamento de Placas Arenização Deficiências no reboco Erosão

Eflorescências Crostas Humidade/ Infiltrações Vegetação

13

Figura 14 – Exemplo da ficha de inspeção da categorização das patologias (Vilela, 2019)

Vilela (2019) também propõe uma estrutura de divisão das fichas de inspeção em seções específicas. A primeira ficha deve conter informações gerais do imóvel, enquanto as subsequentes são dedicadas às diferentes partes do edifício, como, por exemplo, a ficha 2 sobre a cobertura, a ficha 3 sobre paredes, e assim por diante. Cada ficha começa com a identificação do método construtivo específico da seção em questão, seguida pela análise das patologias existentes. A Figura 15 exemplifica a ficha 2, que aborda a cobertura.

		FICHA II		COBERTURA		
a. Sistema Estrutural		Existência (Marque uma "x" para assinalar)				
Morfologia da cobertura do Edifício		1 água				
		2 águas				
		3 águas				
		Mais de 3 águas				
		Cúpulas (ou domo)				
Estrutura de Suporte	Madeira	Asnas Tradicionais				
		Pórticos Tridimensionais Contraventados				
		Outros sistemas				
	Metálica	Asnas Metálicas				
	Mista/Outro	Asnas Mistas (Madeira e aço)				
		Lamelados - colados				
b. Patologias		Estado Conservação		(0 a 6)		
Elementos Suporte	Madeira	Degradação biológica da madeira				
		Deformação excessiva das madres				
		Deformação excessiva das asnas				
		Fissuração nos elementos estruturais				
		Perda de elementos de suporte				
			Enxertos/Próteses desadequadas			
			Apoio insuficiente/deficiente			
			Inexistência de patologias			
		Metálica	Deformação excessiva das asnas			
			Deformação excessiva das madres			
	Bambeamento do contraventamento					
	Corrosão em perfis					
	Corrosão em cabos metálicos)					
		Corrosão em varões				
		Fixação de elementos deficiente				
		Inexistência de patologias				
Elementos secundários	Telhas	Telhas Fracturadas				
		Telhas Desalinhas/Sobrepostas				
		Descasque das telhas				
		Acumulação de Musgos e Vegetação				
		Pendentes inadequadas				
			Inclinação do beirado insuficiente			
			Deficiente escoamento das águas			
			Infiltrações de água			
			Aparecimento de manchas			
			Diferentes tonalidades			
			Inexistência de patologias			
		Rufagem	Rufagem deficiente			
			Remates mal executados			
			Tubo de queda danificado			
			Inexistência de Tubos de queda			
	Falta de manutenção					
		Drenagem/infiltrações pelos remates				
		Inexistência de patologias				
	Outros	Aberta de juntas excessiva				
		Argamassa excessiva nas juntas				
		Alterações de cor nas peças acessório				
		Inexistência de Patologias				
		Observações Inconclusivas				
Observações:						

Figura 15 – Exemplo da ficha de inspeção de uma cobertura (Vilela, 2019)

2.7. Classificação e Causas das Patologias

Considerando que o edifício objeto deste estudo é majoritariamente constituído por elementos de pedra, a pesquisa concentrou-se nas principais causas das patologias frequentes para este sistema construtivo. Já para a classificação das patologias, consideraram-se também os elementos de madeira e tabique.

O uso de uma tipologia específica permite a caracterização dos aspetos da deterioração em função do tipo de pedra, dos elementos arquitetónicos, das condições de exposição, entre outros fatores. Através de uma classificação por tipologias, é possível definir padrões de deterioração, identificar áreas mais danificadas ou mais suscetíveis aos processos de deterioração e formular hipóteses sobre os agentes e processos responsáveis pela deterioração (Simões *et al.*, 2002, citado por Santos, 2021).

Antes de definir os tipos de patologias que podem ocorrer nas construções, é necessário compreender as suas origens, bem como os danos causados na estrutura, seja internamente ou na superfície dos materiais (Santos, 2021).

A água, sendo o principal agente de deterioração, inicia ou agrava todo o processo. Ela pode ser absorvida principalmente por ascensão capilar, infiltrações de águas pluviais, diretamente das chuvas ou por condensação. Além disso, a água pode passar por ciclos de gelo e degelo devido às mudanças de temperatura, causar migração e cristalização de sais solúveis, provocar ataques biológicos, químicos e corrosão de metais (Karaca, 2010).

Segundo Sousa *et al.*, 2007 podem-se considerar as seguintes causas de patologias:

- **Água Líquida:** A água em estado líquido pode causar danos tanto à estrutura quanto à camada superficial da pedra.
- **Eflorescências:** Estas ocorrem devido à cristalização de sais que se formam quando a água, ao passar do estado líquido para o gasoso, transporta sais para a superfície dos materiais ou os expõe através das juntas. A humidade pode resultar de diversas fontes, como infiltração gravitacional pela chuva através do telhado ou das paredes, ascensão capilar do solo, ou condensação do ar.
- **Ascensão Capilar e Solo:** Além da ascensão capilar, o solo, que sustenta as edificações, pode também causar problemas devido à acomodação das terras, levando a movimentações mecânicas e danos no edifício, como fendas e fraturas.

As variações térmicas e de humidade (amplitudes higrotérmicas) podem gerar tensões nos materiais.

- **Biocolonização:** O desenvolvimento de biocolonização por microrganismos é influenciado pela presença de água e nutrientes nos materiais, além de fatores como a humidade relativa e a temperatura.
- **Poluentes Atmosféricos:** Os poluentes atmosféricos atacam as superfícies, provocando alterações através da deposição de partículas sólidas e gases que resultam em modificações químicas nos materiais. No caso dos granitos, um exemplo comum é a hidrólise dos silicatos, causada por fatores como a água, a temperatura e os microrganismos, que levam à caulínização dos feldspatos em sílica dissolvida e minerais de argila (Barros, 1991). Embora os danos sejam geralmente superficiais, podem comprometer a estrutura.
- **Ação Humana:** A ação humana também pode contribuir para a degradação dos edifícios. Por exemplo, o padrão de uso do edifício (se for aberto diariamente ou apenas uma vez por semana) influencia a ventilação e os valores higrotérmicos internos. Além disso, a frequência e o tipo de limpeza (se húmida ou a seco) afetam os valores de humidade relativa (HR) e de temperatura (T), e as limpezas inadequadas podem causar desgaste mecânico e químico. A eficácia deste processo depende da formação e sensibilidade das pessoas responsáveis pela manutenção.

Por sua vez Nunes (2016) refere que o aparecimento de danos tem como principais causas, as seguintes: a falta de manutenção, a presença de água (ação física ou biológica), a perda e/ou degradação material, o movimento das fundações, as alterações da estrutura ou do seu uso, as intervenções antigas, a ação biológica, a deficiente qualidade dos materiais ou da estrutura, as ações climatéricas e as ações catastróficas.

Segundo Vilela (2019) existem dois grupos de patologias a avaliar durante a inspeção: as estruturais e as não estruturais. As patologias estruturais afetam diretamente o sistema estrutural, enquanto as patologias não estruturais ocorrem maioritariamente nos materiais, como por exemplo, a perda de argamassa (ilustrada na Figura 16), a arenização, a erosão. Porém, estas patologias podem progredir e acabar por afetar também a própria estrutura se avançarem em profundidade num dado elemento. Diferenciou, ainda, outros tipos de patologias, como a ocorrência de relaxação de tirantes, de faltas de travamentos, ou de

assentamentos, que podem dar origem a deformações (rotação da base de uma parede, desaprumo, escorregamento, etc.), esmagamentos, fissurações e abertura de juntas (as duas últimas estão ilustradas na Figura 16). Este autor apresentou uma tipificação das patologias mais comuns.



a) Perda de argamassa

b) Fissura junto ao canto

c) Eflorescência

Figura 16 – Exemplos de patologias frequentes na pedra (Vilela, 2019)

De acordo com a classificação estabelecida pelo *International Council on Monuments and Sites* (ICOMOS), as patologias são agrupadas em categorias e subcategorias com base nas características observadas. A lista do ICOMOS (2020), que será apresentada a seguir, detalha os diferentes tipos de danos e alterações na pedra, abrangendo tanto causas intrínsecas quanto extrínsecas:

- I. Fenda e deformação:
 - Fractura; fenda em estrela; fissura; craquelê e divisão.
- II. Destacamento em área:
 - Bolha; estalado; delaminação; desagregação; fragmentação; destacamento pelicular e destacamento em espessura.
- III. Danos e perda de material:
 - Alveolização; erosão; danos de origem mecânica; microcarsificação; lacuna; perfuração e pitting.
- IV. Alteração cromática e depósitos:
 - Crosta; depósito; alteração cromática; eflorescência: incrustação; filme; aspeto brilhante; grafite; patina; sujidade e subflorescência.

V. Colonização biológica:

- Colonização biológica; algas; líquenes, musgos; bolor e plantas.

Além das patologias encontradas nas pedras, é importante salientar que Vilela (2019) apresenta as patologias mais frequentes nos elementos de madeira. Neste trabalho é enfatizado que a falta de manutenção leva à degradação dos materiais, resultando em perda de funcionalidade do mesmo. Além dessa patologia, vale ressaltar em estruturas de madeira as seguintes: fenda/fissuração, degradação (ilustrada na Figura 17) degradação por organismos xilófagos, perda de argamassa e mancha de humidade.

Por fim, para as estruturas de tabique, também serão consideradas as seguintes patologias: perda de argamassa, infiltração de água, fenda/fissuração e abertura de juntas. Na Figura 18, pode-se ver um exemplo de perda de argamassa em uma parede de tabique.

De referir também que existem sinais frequentes de alerta estrutural que não devem ser ignorados e que evidenciam a existência de algum funcionamento deficiente. Vilela (2019) resumiu os que se encontram listados na Tabela 1.



Figura 17 – Exemplo de degradação em madeira (Vilela, 2019)



Figura 18 – Perda de argamassa em parede de tabique (Pinto, 2015)

Tabela 1 – Sinais de alerta estrutural para funcionamento deficiente (adaptado Vilela, 2019)

Elemento estrutural	Sinais de alerta estrutural
Cobertura	<ul style="list-style-type: none">- Abaulamento do telhado ou de parte do telhado- Peças de madeira partidas ou apodrecidas- Abertura de fendas ou de fissuras no teto com ou sem queda de bocados de argamassa
Paredes	<ul style="list-style-type: none">- Abertura de juntas das pedras- Aparecimento de pedras partidas- Aparecimento de padieiras partidas- Aparecimento de fissuras novas nas paredes- Abaulamento, arqueamento ou desaprumo da parede
Pavimento	<ul style="list-style-type: none">- Aparecimento de água no pavimento- Pavimento apodrecido, ou com perdas de material evidentes
Coro-alto	<ul style="list-style-type: none">- Deformação do pavimento- Peças de madeira partidas ou apodrecidas- Aparecimento de fissuras novas, por baixo do coro-alto ou paredes adjacentes- Pedras de apoio do pavimento partidas
Arcos	<ul style="list-style-type: none">- Destacamentos da pedra de fecho- Fissuras na parte interior- Aberturas de juntas
Abóbadas	<ul style="list-style-type: none">- Abertura de juntas- Fissuras novas- Perdas de material
Colunas	<ul style="list-style-type: none">- Fendas- Esmagamentos localizados

2.8 Matriz GUT

Para realizar um planejamento estratégico eficaz em situações que exigem decisões complexas, é crucial compreender as condições da estrutura e a gravidade das manifestações patológicas identificadas. Para isso, as ferramentas de gestão como a Matriz GUT (Gravidade, Urgência, Tendência), desenvolvida por Kepner e Tregoe em 1980, desempenham um papel fundamental. Através da Matriz GUT, é possível estabelecer uma hierarquia de prioridades, focando mais intensamente nos problemas que apresentam maiores riscos (Braga *et al.*, 2019).

De acordo com Braga *et al.* (2019) essa metodologia leva em consideração os fatores de Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T) dos problemas detetados. Para efetuar essa

análise, o método utiliza uma classificação quantitativa de cada dano identificado, permitindo determinar o nível de criticidade de cada problema identificado.

Conforme Martins *et al.* (2017), no método GUT, a Gravidade (G) refere-se à importância do problema e ao seu potencial de causar danos, com foco geralmente em seus impactos a médio e longo prazo. A Urgência (U) requer uma avaliação da relevância imediata do problema, ou seja, o tempo disponível antes que o dano ocorra. Já a Tendência (T) analisa a probabilidade de agravamento do problema com o passar do tempo, considerando a sua evolução negativa.

Apresenta-se a seguir uma classificação utilizada no método GUT aplicada às inspeções prediais, com o objetivo de minimizar ao máximo a subjetividade na análise dos dados. A classificação baseia-se nas definições descritas nas Tabelas 2, 3 e 4 adaptadas de Verzola *et al.* (2014), oferecendo critérios claros e quantitativos para avaliar a gravidade, urgência e tendência dos problemas detetados, proporcionando maior precisão no diagnóstico das patologias encontradas.

Tabela 2 – Classificação da Gravidade (adaptado Verzola *et al.*, 2014)

	Grau	Definição do grau	Nota
GRAVIDADE Relacionadas a possíveis riscos ou prejuízo aos usuários, ao patrimônio ou ao meio	TOTAL (Extremamente grave)	Risco de morte, colapso estrutural, iminência de incêndio, perda irreversível de desempenho e funcionalidade, comprometimento grave da vida útil do sistema, com danos severos à saúde dos usuários ou ao meio ambiente e altos prejuízos financeiros.	10
	ALTA (Muito grave)	Risco de ferimentos aos usuários, danos reversíveis ao meio ambiente ou à estrutura, com comprometimento parcial de desempenho e funcionalidade, afetando parcialmente a saúde ou o ambiente e altos prejuízos financeiros.	8
	MÉDIA (Grave)	Risco à saúde dos usuários, desconforto na utilização dos sistemas, deterioração reparável que pode causar perda de funcionalidade e prejudicar a operação de sistemas ou componentes, com danos ambientais e prejuízo financeiro médio.	6
	BAIXA (Pouco grave)	Sem risco à integridade física dos usuários ou ao meio ambiente, apenas pequenos incômodos estéticos ou funcionais, com necessidade de substituições ou reparos menores para manutenção preventiva. Prejuízo financeiro baixo.	3
	NENHUMA (Sem gravidade)	Nenhum risco à saúde, à integridade física dos usuários, ao meio ambiente ou ao edifício. Depreciação mínima do patrimônio, com possíveis trocas de componentes sem afetar o valor imobiliário.	1

Tabela 3 – Classificação da Urgência (adaptado Verzola *et al.*, 2014)

	Grau	Definição do grau	Nota
URGÊNCIA Prazo para intervenção/ Tempo máximo para resolver uma situação	TOTAL (Emergência)	Incidente em ocorrência, intervenção imediata passível de interdição do imóvel. Prazo para intervenção: Nenhum.	10
	ALTA (Grande Urgência)	Incidente prestes a ocorrer, intervenção urgente. Prazo para intervenção: Urgente	8
	MÉDIA (O Mais Rápido Possível)	Incidente previsto para breve, intervenção em curto prazo. Prazo para intervenção: O mais cedo possível	6
	BAIXA (Pouco Urgente)	Indício de Incidente futuro, intervenção programada. Prazo para intervenção: Pode esperar um pouco	3
	NENHUMA (Pode Esperar)	Incidente imprevisto, indicação de acompanhamento e manutenção programada. Prazo para intervenção: Não tem pressa	1

Tabela 4 - Classificação da Tendência (adaptado Verzola *et al.*, 2014)

	Grau	Definição do grau	Nota
TENDÊNCIA Rumo	TOTAL (Rapidamente Irá Piorar se nada for Feito)	Progressão imediata. Vai piorar rapidamente, pode piorar inesperadamente.	10
	ALTA (Irá Piorar em pouco Tempo se nada for Feito)	Progressão em curto prazo. Vai piorar em pouco tempo.	8
	MÉDIA (Irá Piorar)	Progressão em médio prazo. Vai piorar em médio prazo.	6
	BAIXA (Irá Piorar a Longo Prazo)	Provável progressão em longo prazo. Vai demorar a piorar.	3
	NENHUMA (Não Irá Mudar)	Não vai progredir. Não vai piorar, estabilizado.	1

As notas são atribuídas numa escala de 1 a 10, sendo 1 a menor gravidade. Após a atribuição das notas para cada problema, calcula-se o produto entre (G) x (U) x (T), cujo resultado define o grau de prioridade para intervenção (Verzola *et al.*, 2014).

2.9 Mapa de Danos

Uma etapa crucial no projeto de intervenção é a criação do Mapa de Danos (desenho gráfico exemplificado na Figura 19). Este mapa é uma representação gráfica de todas as

manifestações patológicas identificadas durante as investigações e levantamentos dos danos existentes na edificação. Realizado com rigor, o mapeamento de danos possibilita o conhecimento e a compreensão das deteriorações da edificação (Tinoco, 2009).

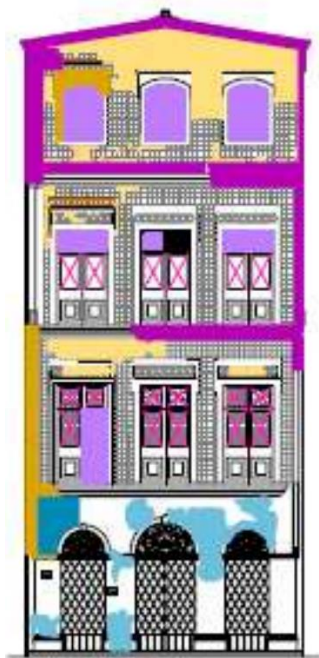


Figura 19 – Exemplo de um mapa de danos (Tinoco, 2009)

Contudo, ainda não há uma norma que regule os procedimentos técnicos e as representações gráficas do Mapa de Danos pelos órgãos brasileiros de preservação do patrimônio. Apesar da reconhecida importância, o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), no Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural do programa MONUMENTA, e o TCE/PE (Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco), na cartilha Rito de Intervenções em Bens Culturais Afetados por Proteção Legal, não fornecem instruções detalhadas sobre como deve ser realizada a elaboração do Mapa de Danos. Essa lacuna é destacada por Lima *et al.* (2021), que apontam a necessidade urgente de diretrizes claras para garantir a precisão e a uniformidade na documentação dos danos em edificações históricas.

3. ESTUDO DE CASO – IGREJA DE S. MIGUEL DO FETAL

Neste capítulo, será realizada uma análise detalhada da Igreja de S. Miguel do Fetal, destacando sua história, arquitetura e aspetos relacionados ao seu levantamento geométrico. Este estudo de caso visa compreender melhor as características e a importância deste edifício histórico.

3.1. Descrição da Igreja

A Igreja de S. Miguel do Fetal, situada em Viseu, é um exemplo notável da arquitetura religiosa com uma rica história que remonta ao período medieval. Esta seção aborda a descrição detalhada do edifício, desde sua fundação até os dias atuais.

3.1.1. História da Igreja de S. Miguel do Fetal

Durante o período medieval, a Igreja de S. Miguel do Fetal encontrava-se localizada além dos limites da cidade, próxima a uma das antigas entradas da muralha tardorromana, e próxima ou adjacente a um cemitério de origem romana e tardorromana (Rodrigues, 2022). Hoje em dia, está situada dentro do perímetro urbano da atual cidade de Viseu, nas proximidades da região do Fontelo (Figura 20). A atual Igreja tem pouca atividade religiosa, realizando-se apenas algumas celebrações, especialmente a festa em honra do seu santo padroeiro.

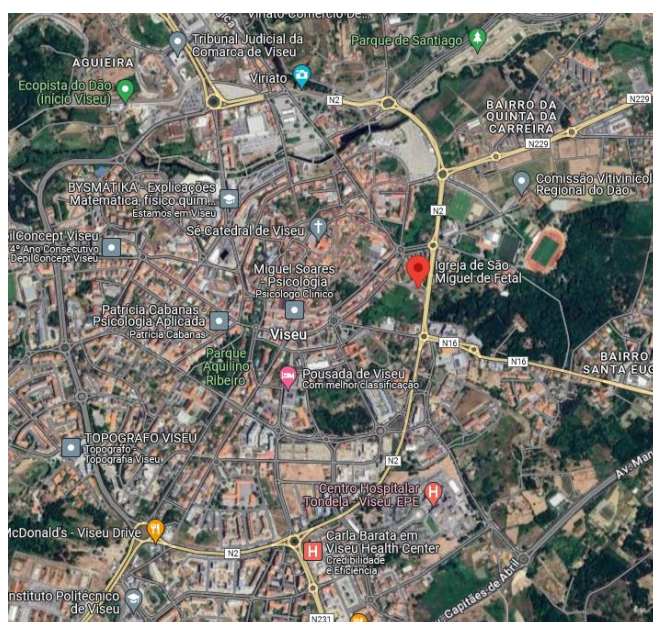


Figura 20 – Localização geográfica da Igreja de S. Miguel do Fetal (Google Earth, 2024)

Durante o século XVIII, a Igreja foi reconstruída após a constatação de que o edifício anterior estava em ruínas, optando-se pela construção de uma nova estrutura. A Igreja original desempenhou um papel significativo na história de Viseu, tanto na era medieval quanto na moderna. Esta importância é evidenciada pelo seu possível destaque na vida de São Teotónio, padroeiro da cidade, e pela persistente menção de que Rodrigo, o último rei dos Visigodos, teria sido sepultado lá, conforme registrado nas Crónicas Asturianas (Rodrigues, 2022). Aí se encontra uma arcada de pedra (Figura 21) a guardar memória da sepultura desse rei mal-afortunado que foi D. Rodrigo, já citado. Na arcada ficou a legenda então gravada no seu túmulo: *Aqui jaz, Rodrigo, o último rei dos godos* (Figueiredo, 2017). Na Figura 22 é possível ver uma parte desta legenda, na atualidade. O investimento financeiro significativo dedicado a essa reconstrução no século XVIII demonstra a importância religiosa atribuída a este local pelo cabido da Sé de Viseu (Rodrigues, 2022).



Figura 21 – Nicho de pedra a guardar memória a D. Rodrigo



Figura 22 – Legenda gravada no túmulo de D. Rodrigo

Numa investigação empolgante da componente arqueológica conduzida por Tente *et al.* (2014), foi descoberto que os estratos arqueológicos estavam profundamente perturbados. Ficou evidente um fascinante padrão de destruição nos estratos relacionados a um cemitério datado do final da Idade Média e início da Idade Moderna. Este fenómeno intrigante decorre do desmantelamento da Igreja medieval em meados do século XVIII, dando lugar à construção da atual e dedicada Igreja de São Miguel do Fetal. Na Figura 23 mostra-se uma ilustração desse estudo.



Figura 23 – Ilustração do estudo arqueológico (Tente *et al.*, 2014)

3.1.2. Lendas que envolvem a Igreja de S. Miguel do Fetal

Segundo o sepultamento de D. Rodrigo na Igreja há uma lenda contada por Cruz, J. & Costa, J. B. (2007) que refere que em 714 ocorreu uma terrível batalha às margens do rio Guadalete entre o último rei dos Godos e Tarik-ben-Zeyad, líder muçulmano. Na batalha, os Godos foram completamente derrotados, e acredita-se que o rei Rodrigo tenha perecido, embora o seu corpo nunca tenha sido encontrado.

Surgiu então o mito de que, ao perceber a derrota iminente, o rei Rodrigo se disfarçou de pastor e buscou refúgio no mosteiro de Cauliniana, próximo de Mérida. Depois, acompanhado por um monge, teria atravessado a Lusitânia, passando pela vila da

Pedeneira, no concelho de Alcobaça, até chegar ao sítio de Nazaré. Lá, ele teria deixado uma pequena imagem de Nossa Senhora que trouxera da Palestina, que hoje é venerada como Senhora da Nazaré.

Mais tarde, próximo de Viseu, Rodrigo trabalhou como hortelão, mas adoeceu e buscou confessar-se. Embora o bispo tenha enviado o seu vigário, Rodrigo recusou-se a confessar, insistindo que só o faria diante do bispo. O bispo então foi ao encontro de Rodrigo e, após ouvir a sua confissão, impôs-lhe uma penitência: ser colocado numa cuba com uma pequena cobra, que o mataria ao crescer. Rodrigo aceitou a penitência e, quando a cobra o matou, o bispo o sepultou na capela de São Miguel do Fetal, onde os sinos da cidade tocaram sozinhos em sinal de milagre.

Existe também uma outra lenda mais recente, na qual a pequena Igreja de São Miguel do Fetal tornou-se conhecida em 1997 devido a um evento misterioso que atraiu a atenção de fiéis e da mídia local e nacional. O fenómeno, amplamente divulgado como um "milagre eucarístico", trouxe peregrinos de toda a parte e transformou a Igreja num local de devoção. Segundo relatos, durante a celebração da missa em 1997, a hóstia consagrada começou a sangrar misteriosamente. Este evento inexplicável foi testemunhado por muitas pessoas presentes na Igreja naquele dia. O sangramento da hóstia foi interpretado como um sinal divino, um milagre eucarístico que reforçou a fé da comunidade local. A Igreja Católica investigou o ocorrido, embora não tenha oficialmente reconhecido o evento como um milagre. Não há fontes oficiais ou documentos históricos que atestem o milagre, no entanto, a história persiste como parte da tradição religiosa local.

3.1.3. Estudos e intervenções anteriores

Há pouca informação disponível sobre estudos anteriores realizados na Igreja, exceto o trabalho de Tente *et al.* (2014), que se concentra principalmente nos aspetos arqueológicos e antropológicos. Na Igreja, há um armário contendo documentos, que foi analisado durante a pesquisa. No entanto, foram encontrados apenas livros de finanças, folhetos e outros papéis, sem nenhum registro de estudos ou materiais semelhantes.

Não há informações precisas sobre quando as intervenções na Igreja foram realizadas, mas é evidente que algumas modificações ocorreram ao longo do tempo. Atualmente, os responsáveis da Irmandade da Santa Cruz e Passos que cuidam da Igreja não têm conhecimento das datas dessas intervenções. A Figura 24 ilustra algumas dessas intervenções.



a) Nicho da Sacristia



b) Parede lateral da escadaria da Sacristia



c) Alçado lateral direito



d) Alçado lateral esquerdo



e) Arco principal de acesso à Capela-mor

Figura 24 – Intervenções com argamassa cimentícia na Igreja

Ao analisar as intervenções realizadas, observa-se que foram feitas com argamassa cimentícia. Segundo o Almeida (2000), essa prática não é adequada, pois pode levar à formação de sais solúveis, que são prejudiciais à pedra. Caso seja necessário o uso de argamassa, recomenda-se a utilização de cal hidráulica como aglomerante.

3.2. A Arquitetura e a Estrutura da Igreja

A planta da Igreja apresenta uma configuração retangular, composta essencialmente por dois volumes retangulares. O primeiro, de maior dimensão, está localizado na parte frontal, enquanto o segundo, menor, situa-se na parte posterior. Essa distribuição pode ser visualizada na Figura 25.



Figura 25 – Visão aérea da Igreja

Na Figura 26, é possível observar o alçado principal da Igreja, com a porta principal de entrada, duas janelas e guarnições, todas emolduradas em pedra.



Figura 26 – Alçado Principal

Na Figura 27 ilustra-se o Alçado Lateral Direito, onde se encontram duas portas, mas apenas é utilizada a que se encontra no volume de maior dimensão. A outra permanece permanentemente fechada. Neste alçado existem também três janelas.



Figura 27 – Alçado Lateral Direito

Na Figura 28, é apresentado o Alçado Lateral Esquerdo, que é simétrico ao Alçado Lateral Direito em termos de dimensões e janelas. No entanto, há apenas uma porta, que atualmente não é mais utilizada.



Figura 28 – Alçado Lateral Esquerdo

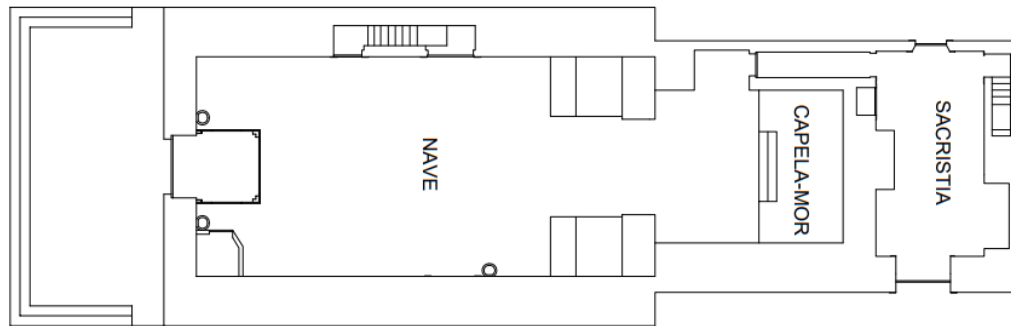
Na Figura 29, é possível visualizar o Alçado Posterior, que possui três janelas, o campanário e um ornamento destinado ao escoamento da água acumulada através da abertura do sino. Todos os elementos são emoldurados em pedra.



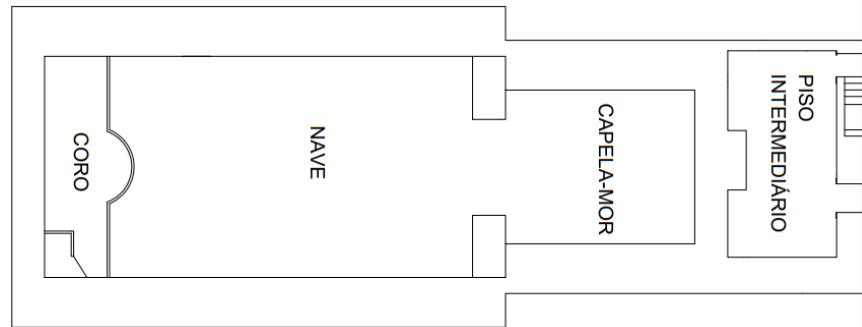
Figura 29 – Alçado Posterior

A Igreja possui no piso térreo, a nave, a capela-mor e a sacristia. Além disso, há o coro, localizada sobre o acesso principal da nave, constituído por uma estrutura de madeira que se apoia nas paredes laterais e na parede do alçado principal da Igreja. A zona da sacristia possui mais dois pisos, um piso intermediário que dá acesso à zona posterior do retábulo da capela-mor, e um segundo piso que permite aceder ao campanário e à estrutura de uma parte da cobertura. Na Figura 30 apresentam-se croquis das plantas, proporcionando uma melhor compreensão da disposição interna dos espaços da Igreja.

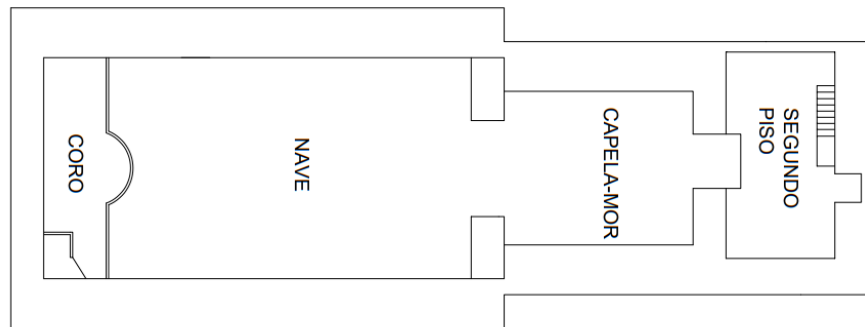
A Nave (Figura 31 e Figura 32) possui na parede frontal duas janelas, enquanto nas laterais se encontram quatro janelas, duas de cada lado. O coro situa-se sobre o átrio da entrada na nave e é acedido por uma escada de madeira em caracol situada na caixa de escadas constituída por duas paredes de tabique. A entrada pela porta principal conduz a um átrio que possui três portas interiores de madeira, duas laterais e uma frontal. Sobre as portas laterais do átrio existem duas janelas de vidro. Na parede lateral direita, há uma porta que leva ao exterior da Igreja, enquanto no lado oposto, outra porta conduz a uma escada (Figura 33) de acesso ao único púlpito. Neste local, estão dispostos 18 bancos.



a) Piso térreo



b) Coro e piso intermédio



c) Segundo piso

Figura 30 – Croqui da planta da Igreja



Figura 31 – Vista da nave a partir da capela-mor



Figura 32 – Vista da nave a partir do púlpito na direção da capela-mor

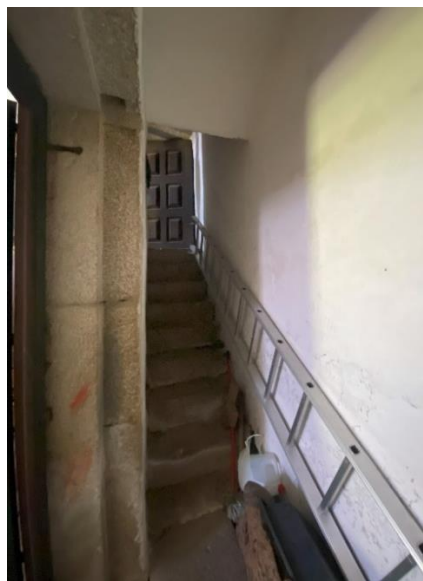


Figura 33 – Escada de acesso ao púlpito

Na Capela-mor (Figura 34, a), há duas janelas laterais, uma em cada parede de pedra. Na parede lateral direita, encontra-se um nicho que abriga o suposto túmulo de D. Rodrigo, ilustrado anteriormente. Na parede lateral esquerda, há uma arcada (Figura 34, b) que dá acesso a um corredor (Figura 34, c), que conduz à sacristia. Além disso, na parede lateral direita, há um nicho destinado à colocação de uma imagem religiosa (Figura 35). O espaço também é dominado pelo retábulo principal, feito de madeira, junto com todos os elementos decorativos que o acompanham. O pavimento é igualmente de pedra, como na

nave, destacando-se um embasamento que eleva a área do altar-mor. É importante mencionar que, atrás do retábulo, há uma grande abertura na parede que permite aceder ao retábulo pelo pavimento intermediário, situado sobre a sacristia.



a) Capela-mor



b) Arcada de acesso à sacristia



c) Corredor

Figura 34 – Pormenores da capela-mor

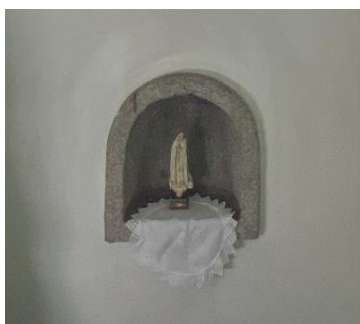


Figura 35 – Nicho para imagem religiosa

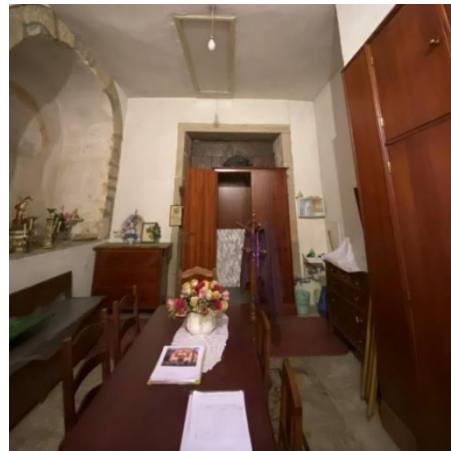
A sacristia localiza-se no piso térreo, logo atrás da capela-mor. Acima dela, há um piso intermediário e, sobre este, um segundo piso, ambos utilizados para armazenar objetos.

Na sacristia (Figura 36), há duas portas, uma em cada parede lateral, que atualmente não são utilizadas. A sacristia também conta com um armário embutido na parede, que serve de arrumos (Figura 37). Uma terceira porta dá acesso à escada que conduz ao piso intermédio (Figura 38). Na parede da fachada posterior da Igreja, há uma abertura, alinhada a uma janela na fachada posterior, que revela a escada de acesso ao piso intermédio. Sob a escada, visível a partir da sacristia, há um nicho, onde parece haver

uma pintura inacabada (Figura 24, a). Além disso, na parede lateral direita, encontra-se outro pequeno nicho destinado à colocação de uma imagem religiosa.



a) Vista para a parede lateral esquerda



b) Vista para a parede lateral direita

Figura 36 – Vista da sacristia



Figura 37 – Armário embutido na parede da sacristia



a) Arranque da escada



b) Patamar e segundo lanço da escada

Figura 38 – Escada de acesso ao pavimento intermediário sobre a sacristia

O pavimento do piso intermediário é mais recente, pois é realizado em laje aligeirada de vigotas pré-esforçadas. Possui uma abertura retangular que dá acesso à sacristia (Figura 39, a), que também é possível observar na Figura 37. Tem uma escada de acesso ao segundo piso que foi executada em betão armado (Figura 39, b). Além disso, há uma abertura na parede que se conecta ao retábulo da capela-mor (Figura 39, c).



a) Abertura retangular no pavimento sobre a sacristia



b) Lanço de escada entre o piso intermediário e o segundo piso



c) Abertura na parede por trás do retábulo da capela-mor

Figura 39 – Pormenores do piso intermédio sobre a sacristia

O último piso (Figura 40) possui um pavimento com a mesma solução estrutural do andar anterior, como ilustrado na Figura 41. A cobertura é formada por uma estrutura de madeira, composta por vigas principais que se apoiam nas paredes, além de suportes, barrotes e ripas de madeira, conforme mostrado na Figura 42. Na fachada posterior da Igreja, há duas janelas. Notam-se aberturas nas paredes, que parecem indicar o local dos antigos caibros de madeira de uma possível cobertura anterior (Figura 43). Na parede posterior, há uma abertura com pequenas consolas de pedra que serviam como degraus para acesso ao sino no topo da cobertura da Igreja. Esse espaço também é utilizado como depósito de imagens e materiais muito antigos.



Figura 40 – Segundo piso



Figura 41 – Pormenores da face inferior do pavimento do segundo piso

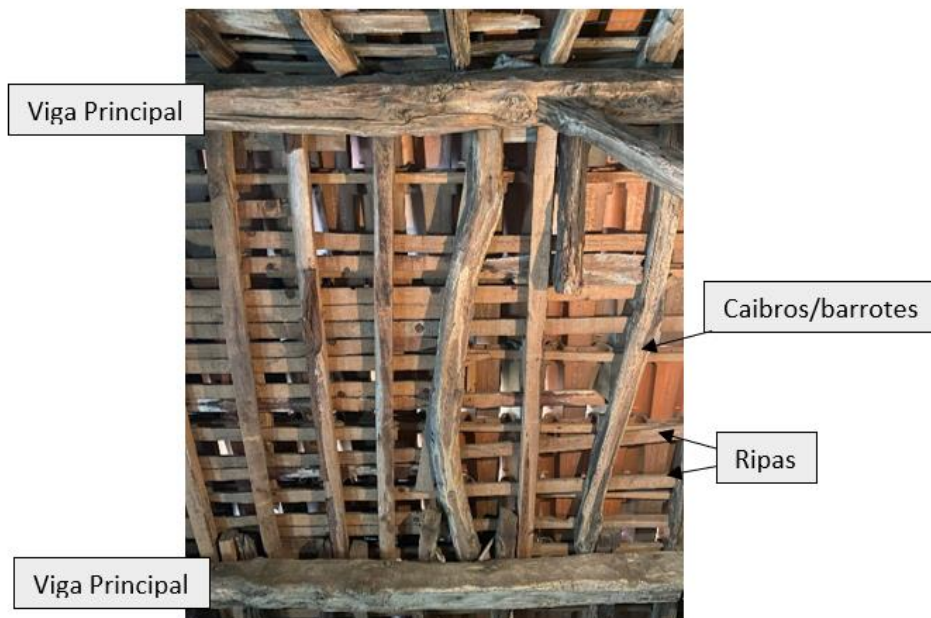


Figura 42 – Estrutura de madeira da cobertura da sacristia



Figura 43 – Parede da capela-mor e sacristia com entalhes para apoio de elementos de madeira

O edifício em questão é constituído por paredes de pedra granítica, com espessuras que variam entre 0,60 m e 1,75 m, e por duas paredes de tabique, localizadas na caixa de escadas que dá acesso ao coro, situada junto ao átrio de entrada da nave central (ver Figura 44). O pavimento é constituído por lajetas de pedra granítica, sem seguir um padrão uniforme, como pode ser observado nas Figura 45 e Figura 46. Na sacristia, o piso também é de pedra, enquanto os andares superiores possuem pavimento de betão armado, conforme mencionado anteriormente.



Figura 44 – Paredes de tabique que compõe a caixa de escadas



Figura 45 – Pavimento de pedra da nave da Igreja



Figura 46 – Pormenor de disposição das pedras do pavimento da nave da Igreja

A cobertura da Igreja, apenas acedida pelo segundo piso na zona da sacristia, é composta por telhas cerâmicas, apoiadas sobre uma estrutura de madeira. O acesso à cobertura da nave e da capela-mor necessitaria de meios auxiliares, não disponíveis para a realização deste trabalho, por isso, não foi possível realizar o seu levantamento e inspeção. Observa-se, ainda, a ausência de um sistema de drenagem adequado na cobertura, o que pode comprometer a eficiência no escoamento das águas pluviais, acarretando possíveis infiltrações e outros problemas relacionados à humidade ao longo do tempo.

A Igreja também possui três pias de água benta: duas próximas à entrada principal e uma próxima à entrada lateral.

3.3. Levantamento Geométrico da Igreja

Na prática, utilizou-se o método da Medição Direta para o levantamento geométrico do edifício, explicado no capítulo 2 (Item 2.3.1). Foram utilizadas uma fita métrica de 3 metros, um medidor a laser e uma fita métrica de 10 metros, conforme se ilustra na Figura 47. Além disso, foram necessárias escadas para alcançar locais de difícil acesso.



a) Fita métrica de 3 m



b) Medidor a laser



c) Fita métrica de 10 m

Figura 47 – Equipamentos utilizados no levantamento

É crucial salientar que, neste estudo, a escolha de não utilizar técnicas de *Laser Scanning* e fotogrametria digital foi determinada por fatores logísticos e técnicos. A ausência dos equipamentos e *softwares* especializados impossibilitou a aplicação do *Laser Scanning*, enquanto a falta de domínio nos *softwares* específicos da fotogrametria digital inviabilizou o seu uso. Essa decisão, contudo, não compromete a robustez da metodologia adotada, que foi cuidadosamente planejada para atender aos objetivos propostos com a máxima precisão possível dentro das limitações impostas.

Ao invés de se realizar desenhos para o registro das medições, optou-se por efetuar esse registro diretamente nas fotos tiradas para o efeito. Assim, ao iniciar a medição de uma área, era tirada uma foto, enquanto outro técnico efetuava as medições, que em seguida eram registradas na própria foto, como ilustrado na Figura 48.

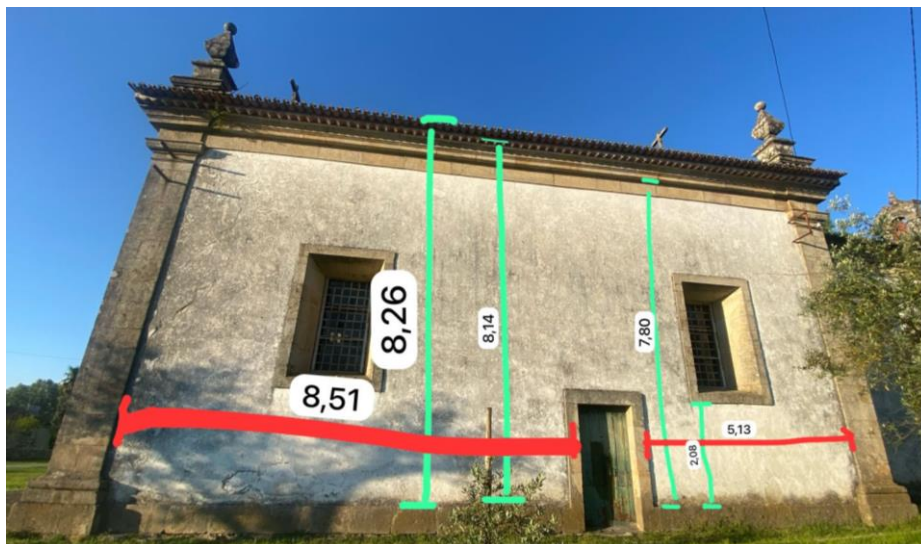


Figura 48 – Exemplo da forma como foram registradas as medições (em metros)

Vale ressaltar que essa foi a melhor maneira de registrar as medidas, pois desenhar todas as partes medidas manualmente demandaria muito mais tempo e poderia resultar no esquecimento de alguns detalhes importantes na hora de modelar. Utilizando fotos, o registro ficou mais fácil e preciso. Além disso, em algumas partes, utilizaram-se croquis feitos à mão para anotar medidas específicas.

Também foram realizados imagens e vídeos com um drone para capturar detalhes da cobertura e das partes externas situadas em maiores altitudes, visto que para a realização desde estudo não se dispunha de recursos ou equipamentos para acesso à cobertura. O drone, modelo DJI mini 3 pro representado na Figura 49, pertencente a um colaborador

do Instituto Politécnico de Viseu, que gentilmente se disponibilizou para colaborar neste estudo. Na Figura 50 apresenta-se uma foto registrada pelo drone abrangendo a Igreja e a sua área circundante.



Figura 49 – Drone DJI mini 3 pro



Figura 50 – Vista da Igreja e área circundante (obtida por drone)

Após a captura de todas as imagens, também foram realizadas leituras indiretas para obter medidas aproximadas de locais inacessíveis na medição direta. Essas medidas indiretas foram realizadas utilizando a escala das fotos, permitindo assim a obtenção de dimensões aproximadas mesmo em áreas de difícil acesso.

4. CRIAÇÃO DO MODELO 3D

Como descrito no item 1.3 foram utilizados os *softwares* Revit e AutoCAD para o desenvolvimento do trabalho, sendo o primeiro o principal para a modelagem 3D e o segundo apenas para um apoio inicial. Nesse capítulo será descrito como foram desenvolvidas as modelagens dos principais elementos da Igreja.

4.1. Vistas Gerais do Modelo

Para iniciar a criação do modelo 3D, foram elaboradas plantas dos pisos no AutoCAD. As plantas, embora simples e em formato de croquis, já continham as medidas necessárias, permitindo a correta localização dos espaços e proporcionando uma visão geral do projeto. Essas plantas foram apresentadas na Figura 30.

Em seguida, os níveis do projeto foram definidos no Revit, com alguns utilizados para a criação de plantas e outros para suporte de desenho, como o nível "púlpito". A partir dos níveis, prosseguiu-se com a criação das plantas e demais elementos no *software*, que serão detalhados nos próximos itens deste capítulo.

Os alçados, as plantas, os cortes e imagens em 3D foram extraídos da modelagem final e estão disponíveis para consulta no Apêndice A. Nas Figura 51, Figura 52, Figura 53, Figura 54 e Figura 55 ilustram-se exemplos dessas vistas.

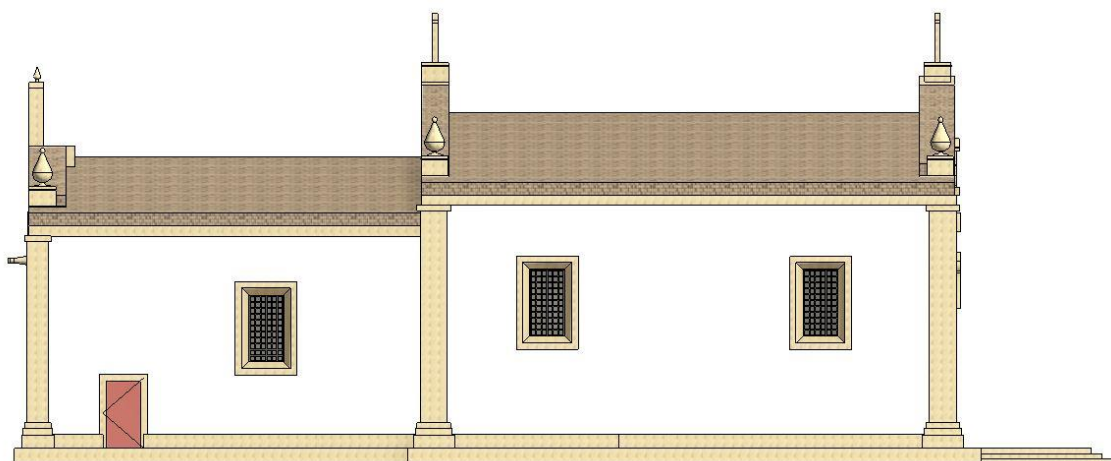


Figura 51 – Alçado lateral esquerdo (Revit)

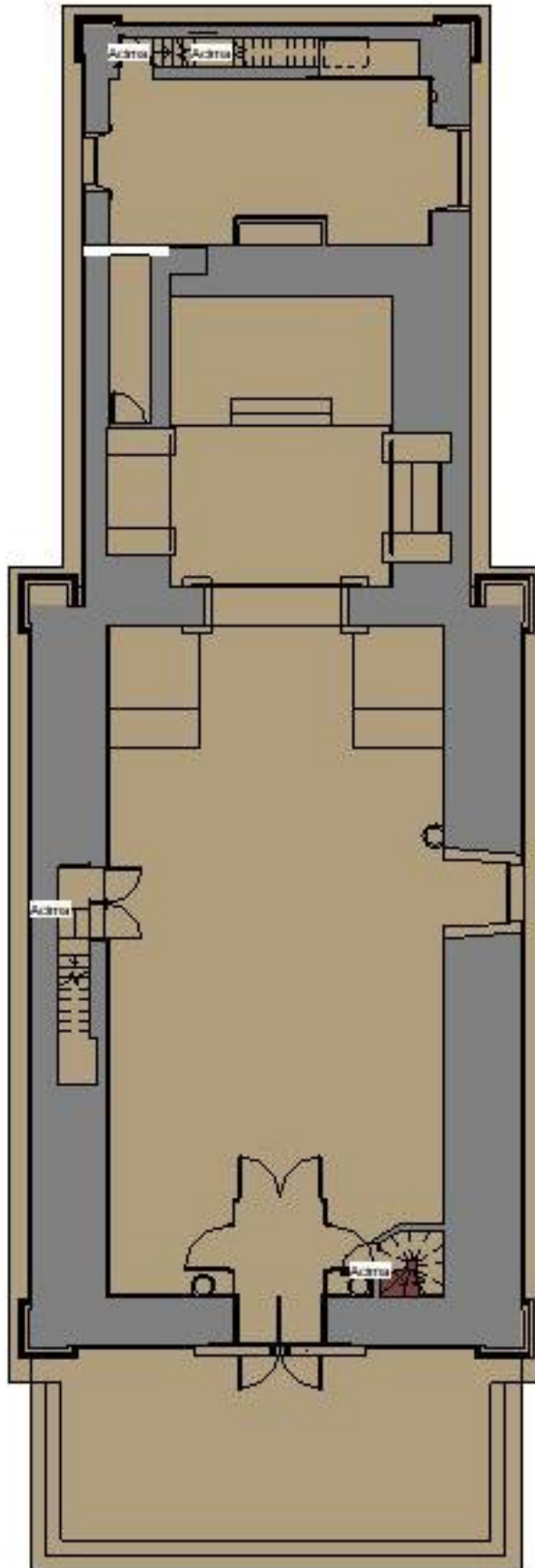


Figura 52 – Planta do piso térreo (Revit)

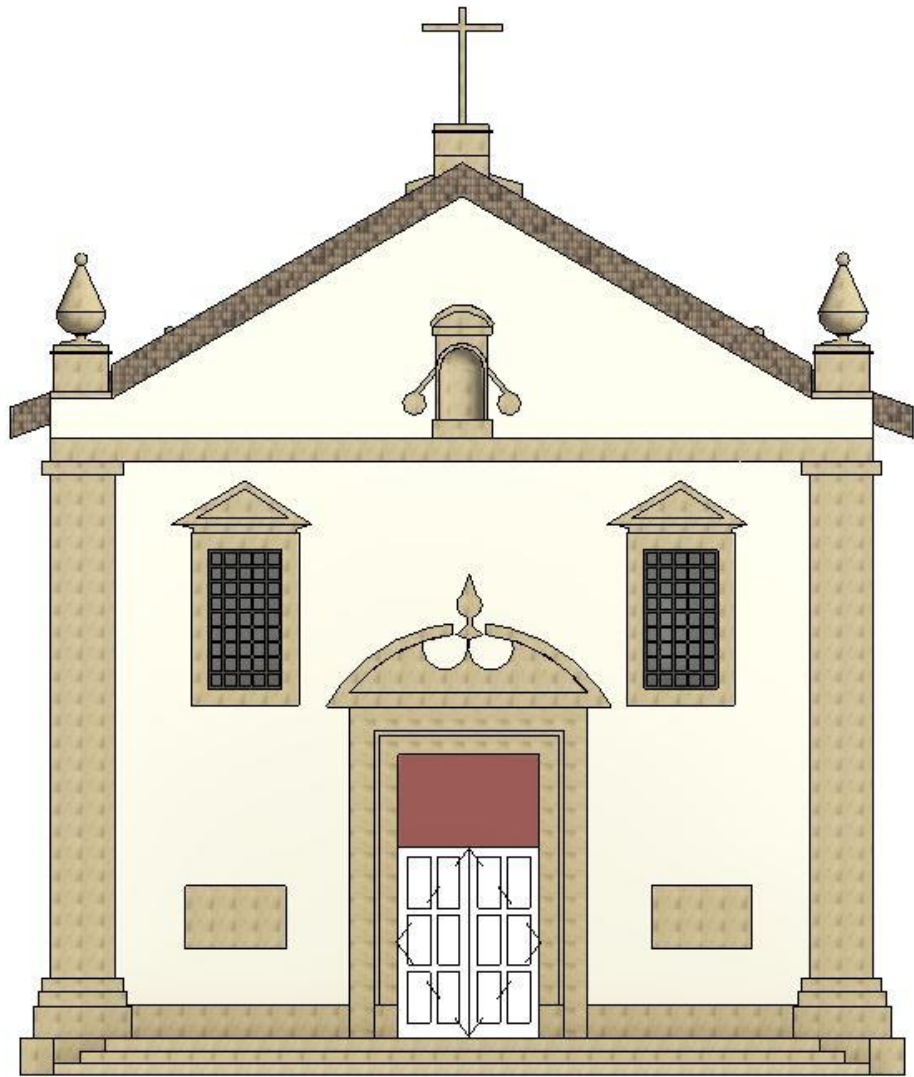


Figura 53 – Alçado principal (Revit)



Figura 54 – Corte 1 (Revit)

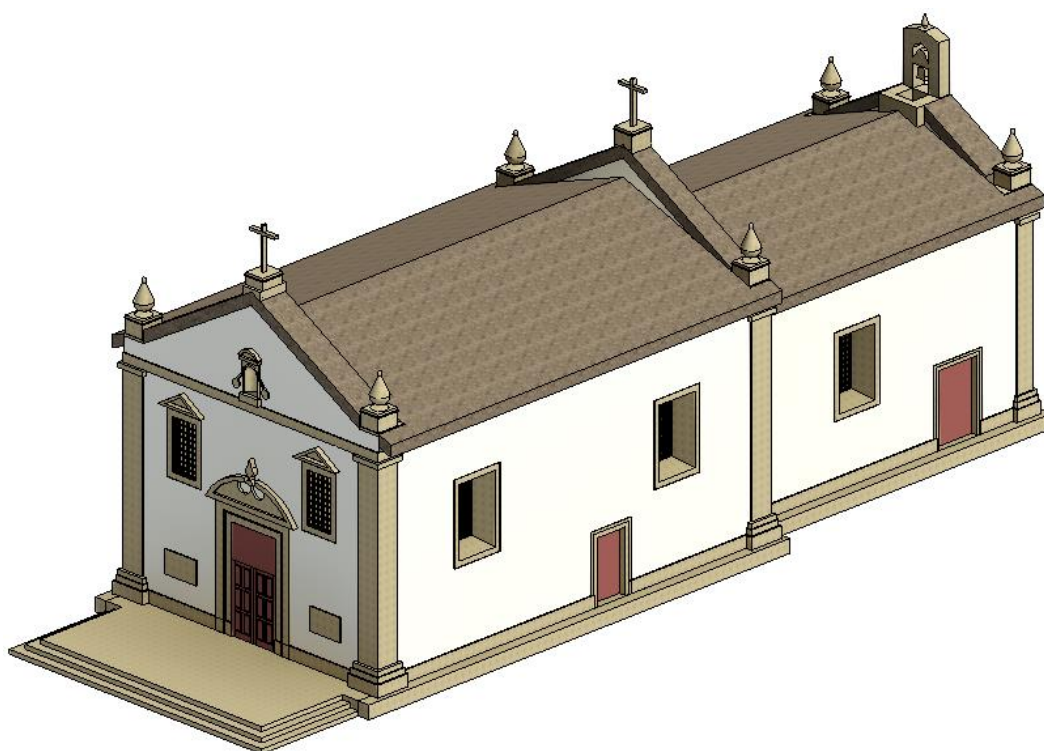


Figura 55 – Vista isométrica (Revit)

4.2. Modelagem das Paredes

Para determinar as espessuras das paredes, foi necessário analisar as medidas internas e externas de cada espaço, a fim de calcular a espessura final de cada parede. Na modelagem dessas paredes no *software*, foram criados novos tipos de parede, cada um com a respectiva espessura e estrutura interna, visando representar, de forma aproximada, a diversidade de materiais construtivos existentes.

A maioria das paredes possui um núcleo constituído por pedra, assente numa base mais espessa, são revestidas com argamassa de cal e finalizadas com uma pintura branca. Além disso, terminam com um friso e uma cornija (ver a Figura 56). Para reproduzir essas características, a modelagem foi realizada em etapas. Primeiramente, foi criada a parede principal, seguida pela modelagem separada da base de pedra. Finalmente, esses elementos foram combinados numa "parede empilhada", utilizando a funcionalidade específica do Revit para criar uma estrutura que busca refletir, o mais próximo possível, a realidade construtiva da edificação.

As Figura 57, Figura 58 e Figura 59 ilustram o processo de criação dessas paredes no Revit, mostrando como cada componente foi modelado e integrado para formar a

estrutura final. Vale destacar que o exemplo apresentado representa apenas uma das várias espessuras e combinações de materiais que foram modeladas, adaptando-se às diferentes secções da Igreja.



Figura 56 – Vista do friso e da cornija das paredes internas

Editar montagem

Família: Parede básica
 Tipo: Externa e=1,16m
 Espessura total: 1,1600 (Padrão)
 Resistência (R): 0,0000 (m²·K)/W
 Massa térmica: 0,00 kJ/(m²·K)

Altura da amostra: 6,0000

Camadas						
LADO EXTERNO						
Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural	Variável	
1	Acabamento 2 [5]	Pintura branca	0,0100	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
2	Acabamento 1 [4]	Argamassa de cal	0,0150	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
3	Limite do núcleo	Camadas acima da virad	0,0000			<input type="checkbox"/>
4	Estrutura [1]	Pedra Granito	1,1100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virad	0,0000			<input type="checkbox"/>
6	Acabamento 1 [4]	Argamassa de cal	0,0150	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
7	Acabamento 2 [5]	Pintura branca	0,0100	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

LADO INTERNO

Virada do revestimento-padrão
 Nas inserções: Não virar
 Nas extremidades: Nenhum

Modificar estrutura vertical (somente na visualização do corte)
 Modificar, Misturar regiões, Extrusão por percursos, Atribuir camadas, Dividir região, Frisos

OK Cancelar Ajuda

Figura 57 – Estrutura da parede principal

Editar montagem

Família: Parede básica
 Tipo: Base Pedra e=1,26m
 Espessura total: 1,2600 (Padrão)
 Resistência (R): 0,0000 (m²·K)/W
 Massa térmica: 0,00 kJ/(m²·K)

Altura da amostra: 6,0000

Camadas						
LADO EXTERNO						
Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural	Variável	
1	Limite do núcleo	Camadas acima da virada	0,0000			<input type="checkbox"/>
2	Estrutura [1]	Pedra Granito	1,2600		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virad	0,0000			<input type="checkbox"/>

LADO INTERNO

Virada do revestimento-padrão
 Nas inserções: Não virar
 Nas extremidades: Nenhum

Modificar estrutura vertical (somente na visualização do corte)
 Modificar, Misturar regiões, Extrusão por percursos, Atribuir camadas, Dividir região, Frisos

OK Cancelar Ajuda

Figura 58 – Estrutura da base de pedra

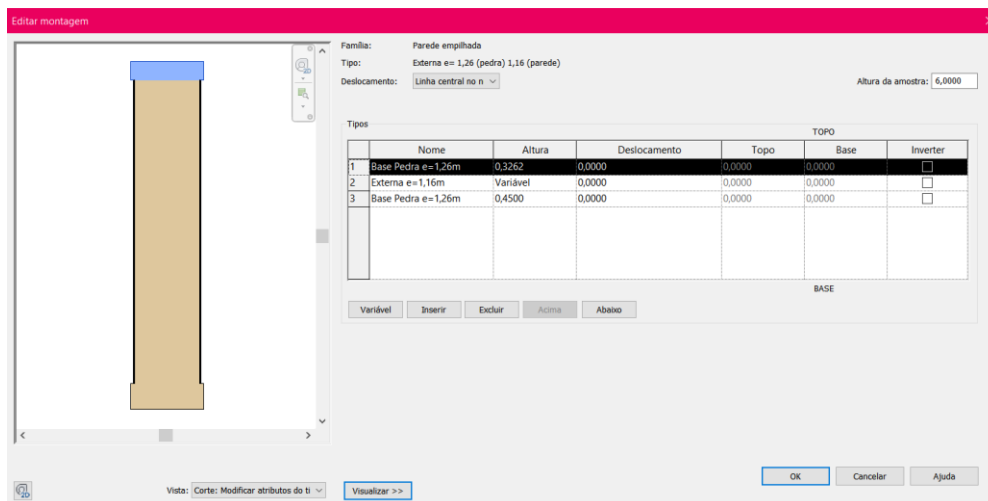


Figura 59 – Estrutura da parede empilhada

O friso da parede foi modelado de forma retangular devido à falta de tempo para um detalhamento mais preciso, além de não ser necessário priorizar esse nível de especificidade no momento. Esse aspeto pode ser aprimorado no modelo em futuras revisões ou trabalhos posteriores.

Além das paredes de pedra, foram modeladas novas paredes para representar aquelas construídas em madeira, no átrio de entrada, e as de tabique da caixa de escadas de acesso ao coro. A estrutura da parede de tabique foi criada de forma genérica, como se pode observar na Figura 60. Cada uma dessas paredes foi criada respeitando as suas estruturas internas, materiais específicos e espessuras características, com o objetivo de reproduzir o mais fielmente possível as tipologias de parede da edificação no modelo digital.

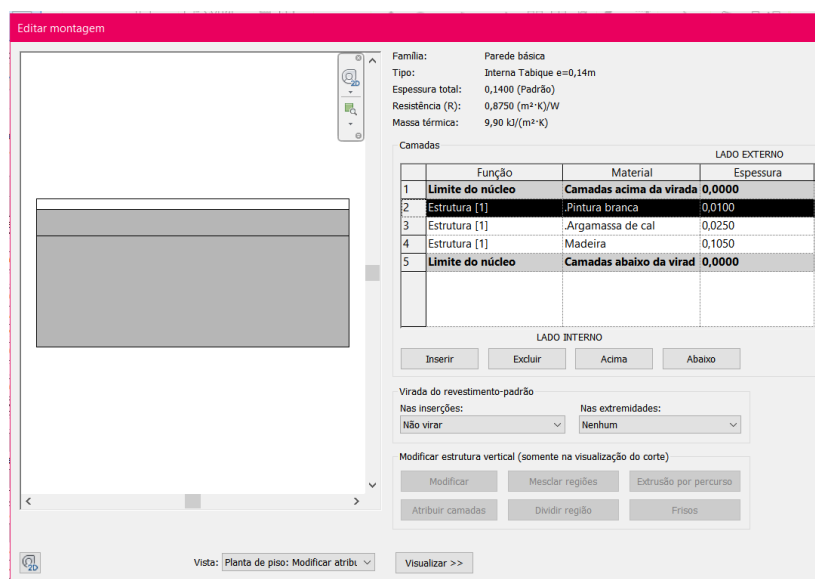


Figura 60 – Estrutura da parede de tabique

4.3. Modelagem dos Vãos

Com base nas medidas coletadas, foram criadas famílias de janelas com voamento e portas que buscam assemelhar-se ao máximo às existentes na Igreja. As janelas, em sua maioria, foram modeladas utilizando as ferramentas de varredura e extrusão no *software*. As portas com molduras de pedra seguiram o mesmo processo, sendo criadas como famílias específicas de portas. Por outro lado, as portas de madeira, mais comuns e tradicionais, foram pesquisadas em sites especializados que oferecem famílias prontas. Essas famílias foram então incorporadas ao projeto, adaptando-se às necessidades específicas da modelagem. Na Figura 61, pode-se observar um exemplo da janela real à esquerda e sua correspondente modelada à direita.

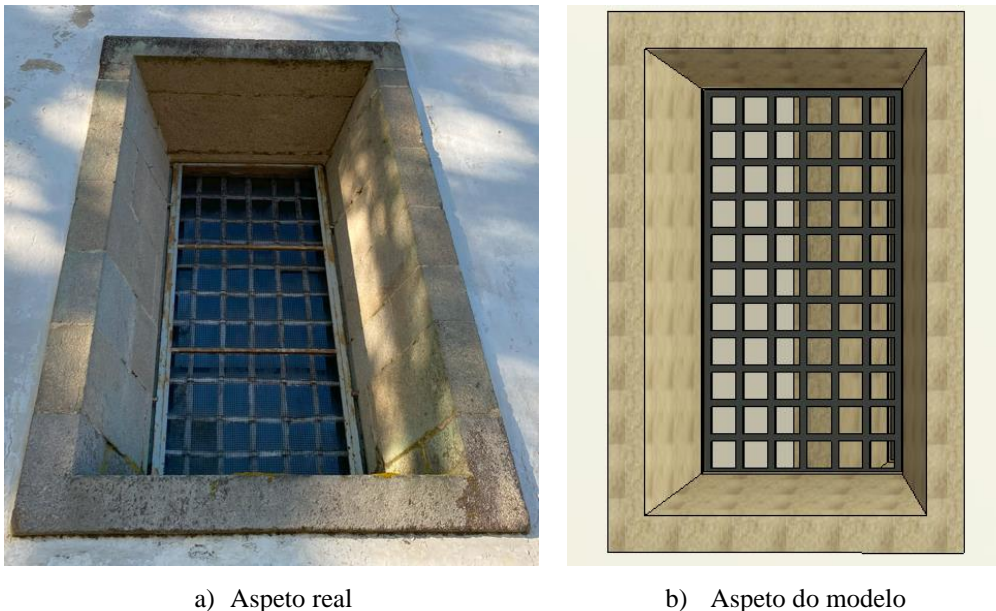


Figura 61 – Modelação das janelas

4.4. Modelagem das Colunas e Arcos

As colunas foram modeladas como colunas arquitetônicas, com detalhes adicionais nas suas bases e capitéis, buscando reproduzir o mais fielmente possível a aparência real, embora não sejam totalmente idênticos. As vigas foram criadas como famílias específicas, com medidas e características que procuram replicar as estruturas originais.

As colunas arquitetônicas foram posicionadas nas extremidades das paredes, nos dois nichos na capela-mor e na arcada interna que separa a nave da capela-mor, indicados na Figura 62.

aligeiradas de betão armado com vigotas pré-esforçadas, foram modeladas numa família específica de modelo genérico, apenas com a definição da espessura do pavimento.

Quanto ao pavimento do coro, foi modelado conforme a sua construção: primeiro, foi colocada uma camada de tábuas que compõe o forro do teto, seguida pelas vigas principais de madeira e, por fim, o revestimento (soalho), todas com espessuras definidas e material identificado como madeira, como ilustrado na Figura 64.

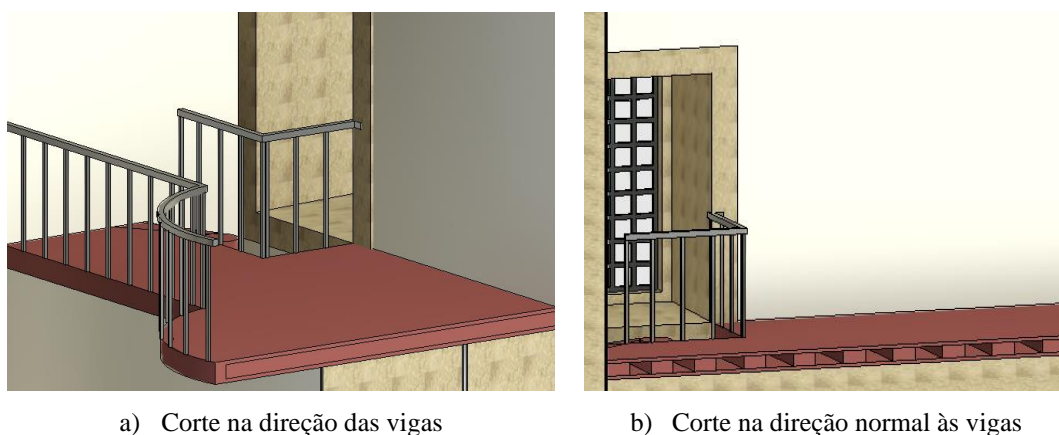
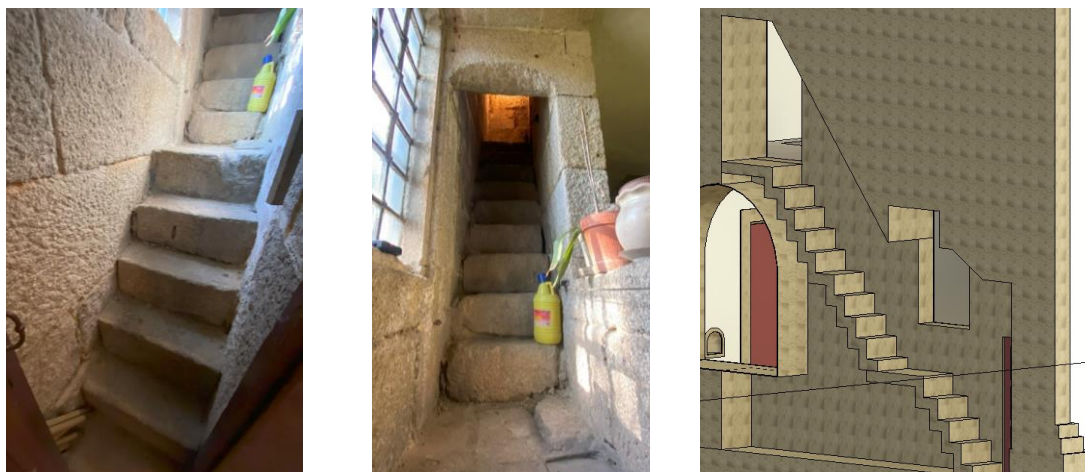


Figura 64 – Ilustração da modelagem do piso do coro

4.6. Modelagem das Escadas

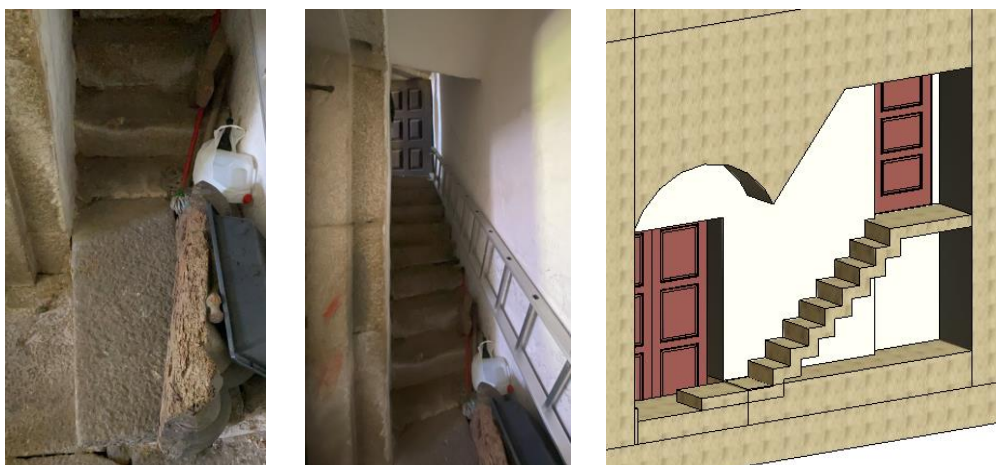
Os dois lanços de escada embutidos no interior das paredes foram modelados como sendo monolíticas, tendo sido definidas as larguras dos degraus e dos patamares, bem como os níveis inicial e final. Com base nessas informações, foi determinada a altura total da escada, e o Revit calculou automaticamente a altura média dos degraus, uma vez que nesta fase não é necessária uma modelação tão detalhada. Para que a escada apresentasse um formato com degraus sobrepostos, em vez de uma base reta, como é comum em escadas de betão, foi selecionada a opção "escalonado" na configuração de "superfície da face inferior" nas propriedades do tipo de escada. Pode-se ver na Figura 65 o exemplo da modelação da escada de acesso ao pavimento intermediário sobre a sacristia, comparando a vista 3D em corte e as imagens reais. Na Figura 66 é apresentada a modelação da escada de acesso ao púlpito e as suas imagens reais.

A escada que dá acesso do piso intermediário ao piso superior da Sacristia, construída recentemente junto com os pavimentos, é de betão. Optou-se por modelá-la como um elemento de parede maciça de betão, o que permite a edição do seu perfil e proporciona um ajuste mais preciso à sua aparência real (Figura 67).



a) Primeiro lanço de escadas b) Segundo lanço de escadas c) Aspeto do modelo

Figura 65 – Modelagem da escada de acesso da sacristia ao piso intermediário



a) Arranque da escada b) Lanço de escadas c) Aspeto do modelo

Figura 66 – Modelagem da escada de acesso ao púlpito



a) Aspeto real b) Aspeto do modelo

Figura 67 – Modelagem da escada entre o piso intermediário e o segundo piso da sacristia

A última escada modelada, que dá acesso ao coro, foi modelada como uma escada montada, permitindo definir as larguras dos degraus e patamares, com o *software*, nesta fase, ajustando automaticamente as alturas. Optou-se por esse tipo de modelagem para simular as tábuas de forma mais precisa, aproximando-se, assim, da realidade (Figura 68).



a) Aspetto real

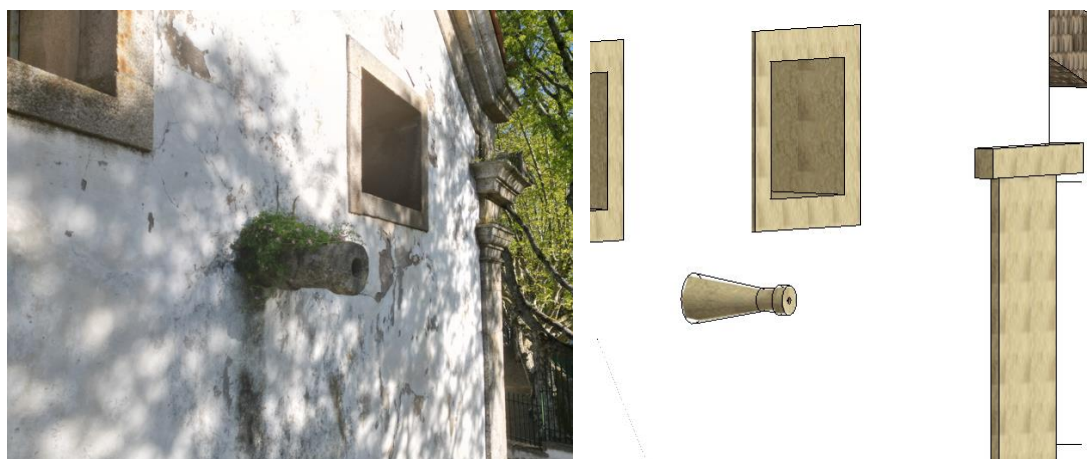
b) Aspetto do modelo

Figura 68 – Modelagem da escada de acesso ao coro

4.7. Modelagem dos Ornamentos

Por se tratar de uma Igreja do século XVIII, há uma variedade de ornamentos tanto no interior quanto no exterior. Exemplos incluem um dreno posicionado na fachada posterior (Figura 69), detalhes elaborados na fachada principal, esculturas de pedra em forma de gota e cruz na cobertura, porta santa nas paredes internas, e uma pia para água benta, entre outros. A maioria desses adornos foi modelado com base numa família específica de modelo genérico, utilizando principalmente as ferramentas de varredura e extrusão para alcançar um nível de realismo o mais próximo possível.

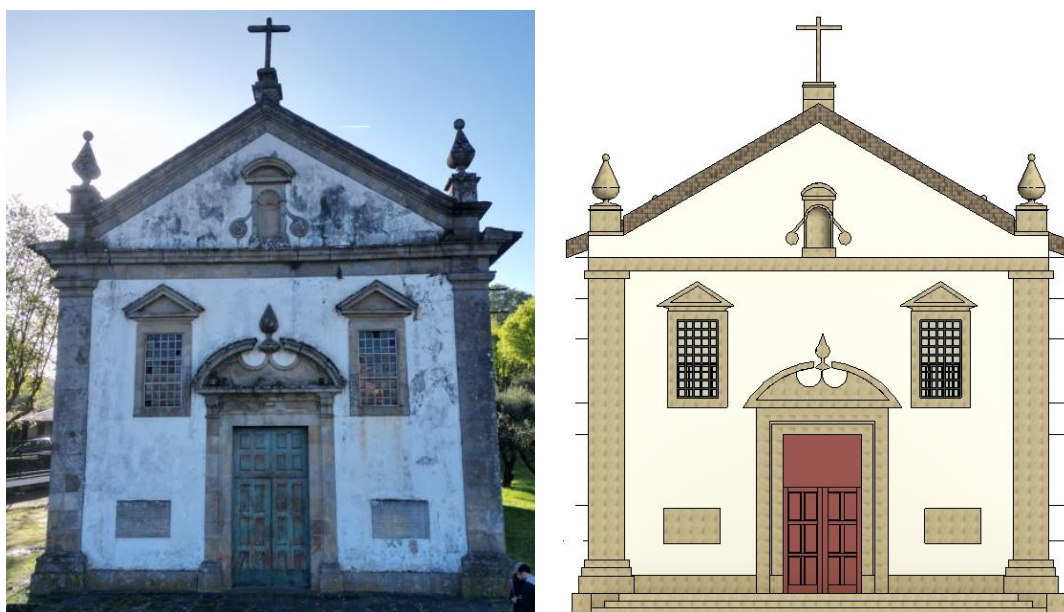
Na Figura 70 é apresentada uma comparação entre o alçado principal real e o correspondente virtual, destacando-se os detalhes criados na representação digital.



a) Aspeto real

b) Aspeto do modelo

Figura 69 – Modelagem do dreno existente na fachada posterior



a) Aspeto real

b) Aspeto do modelo

Figura 70 – Modelagem do alçado principal

4.8. Modelagem da Cobertura

Para a criação da cobertura, foram utilizadas medidas aproximadas obtidas a partir de imagens capturadas pela camara do telemóvel e pelo drone, devido à ausência de medidas exatas. A estrutura interna da cobertura é desconhecida por não se ter acesso direto. Apenas se observou a cobertura da sacristia. Diante dessas limitações, optou-se por modelar uma cobertura genérica que representasse graficamente a estrutura real, mas com um nível reduzido de detalhes.

4.9. Definição dos Materiais

Como mencionado anteriormente, procurou-se utilizar materiais que melhor se aproximassem dos existentes nos diferentes elementos. Por exemplo, foram criados materiais para argamassa de cal, pintura branca, entre outros, sendo a pedra a mais representativa, por ser utilizada na maior parte da estrutura da Igreja. Para representar a pedra de forma realista no Revit, foi aplicada uma textura baseada numa foto real.

5. LEVANTAMENTO E MODELAÇÃO DAS PATOLOGIAS

Neste capítulo, são abordadas as principais patologias identificadas na edificação em estudo. A metodologia adotada inclui inspeções visuais, modelagem digital e a criação de mapas de danos, visando documentar sistematicamente as patologias encontradas.

O capítulo começa com a descrição detalhada do levantamento das patologias realizado *in situ*, onde foram identificadas as principais manifestações de degradação. Em seguida, são apresentados os procedimentos para a modelagem e representação digital dessas patologias no *software* Revit, bem como a elaboração dos mapas de danos, que organiza visualmente as patologias. Por fim, discute-se uma abordagem preliminar para a análise e intervenção das patologias. A metodologia proposta inclui a revisão das fichas de inspeção, a análise dos parâmetros de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) e a elaboração de um plano preliminar de ação com a apresentação de uma lista de prioridades que possa auxiliar na preparação do plano de ação. Foi criado um esquema para ilustrar o processo, facilitando a implementação e o gerenciamento das intervenções necessárias.

5.1. Inspeção Visual

Para o levantamento das patologias, foi realizada uma inspeção visual no local, o mais cuidadosa possível, procurando-se detalhar da melhor forma, consoante os recursos e equipamentos disponíveis. Para a inspeção utilizou-se uma régua para medir a abertura de algumas fendas de fácil acesso (ilustrado na Figura 71), um caderno para registrar a informação a colocar na ficha de inspeção e um telemóvel para o registro fotográfico.

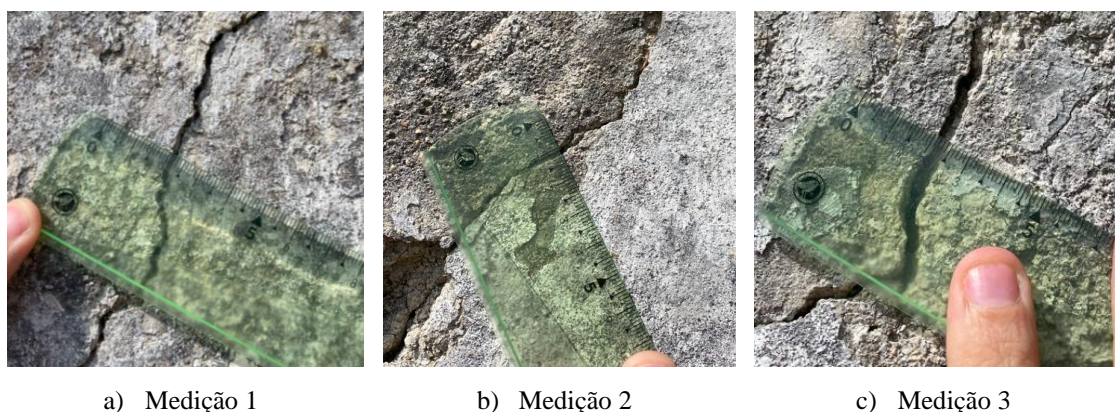


Figura 71 – Utilização da régua para medir as fendas na parede lateral direita da Igreja

A inspeção foi realizada de modo que a permanência na Igreja fosse a menor possível. Assim, optou-se pela coleta das informações necessárias, incluindo o registro fotográfico, seguido pelo preenchimento das fichas de inspeção.

Durante a visita presencial, foram inspecionados todos os locais da Igreja a que se teve acesso e registradas fotografias das patologias encontradas. Em seguida, foi adaptada a ficha de inspeção proposta por Vilela (2019), incluindo uma área para a inserção de imagens que ilustrem a(s) patologia(s) e outra para a identificação das possíveis causas das patologias. O autor destaca a importância das fichas para tornar a inspeção mais eficiente e sistemática, como mencionado no item 2.6. Na Figura 72 apresenta-se, como exemplo, a ficha de inspeção preenchida para o alçado principal externo. As restantes fichas podem ser consultadas no Apêndice B.

A nomenclatura utilizada para as patologias do sistema construtivo em pedra seguiu as designações estabelecidas pelo ICOMOS (2020), conforme mencionado no item 2.7, com exceção da patologia "perda de argamassa" e "abertura de juntas", que não constava no documento do ICOMOS e, portanto, foi baseada no trabalho de Vilela (2019). Para as patologias identificadas em elementos de madeira, paredes de tabique e na cobertura, a nomenclatura foi definida com base nas diretrizes do ICOMOS.

É importante destacar que a análise da arte sacra presente na Igreja não foi realizada. Embora esses elementos estejam presentes no espaço, o foco do estudo esteve exclusivamente nos elementos construtivos da edificação.

5.2. Resultados da Inspeção Visual

Os resultados mais relevantes da inspeção visual são apresentados neste subcapítulo, sob a forma de tabelas. As patologias estruturais, como fissuras/fendas e aberturas de juntas, foram priorizadas, com tabelas detalhadas contendo informações completas conforme registrado nas fichas de inspeção. Como não foram realizadas medições para esmagamento e deformação, considerou-se desnecessária a criação de tabelas para esses parâmetros. As patologias não estruturais foram resumidas numa tabela específica.

5.2.1. Dados de fissuras/fendas

Os resultados obtidos para as fissuras/fendas estão apresentados nas Tabela 5 e Tabela 6. As informações foram organizadas conforme registradas nas fichas de inspeção,

mantendo a categorização original: a existência ou ausência de fissuras em cada elemento da Igreja, além de detalhes sobre alinhamento, quantidade, localização, extensão e espessura. O sinal (-) indica a ausência de danos desse tipo, o que pode se dever à inexistência da fissura no elemento, à falta de acesso visual ao local ou à ausência de equipamento para verificação. As fotografias listadas na última coluna das tabelas podem ser consultadas no Apêndice C.

LOCAL: Alçado Principal Externo										
PATOLOGIAS:										
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .										
FENDA/ FISSURAÇÃO		x								
	Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
	Horizontal		1-3		Junto aos cantos	x	Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
	Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
	Diagonal	x	>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. As patologias junto aos cantos são causadas por deficiente ligação entre os elementos (fotografias 3 e 4). As próximas à cobertura e à abertura são causadas por concentração de tensões (fotografias 5, 6 e 7).										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
3, 4, 5, 6 e 7.										
ABERTURA DE JUNTAS										
	Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
	Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
	Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
	Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
ESMAGAMENTO										
DEFORMAÇÃO										
	Arqueamento									
	Desaprumo									
	Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
DANOS NÃO ESTRUTURAIS										
Destacamento do Revestimento	Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra	x	Bolor	x
Eflorescência	Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	x
Perda de Argamassa	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados	x	Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
7 e 86.										

Figura 72 – Ficha de inspeção do Alçado Principal Externo (Adaptado de Vilela, 2019)

Tabela 5 - Fissuras/fendas existente nas várias paredes da Igreja

Fissuras/Fendas							
Elemento	Alinh.	Quant.	Loc.	Ext.	Esp.	Causa(s)	Fotog.(s)
Alçado Principal Externo	Vertical Diagonal	4 - 10	Juntos aos cantos; Junto às aberturas	-	-	Deficiente ligação entre elementos; Concentração de tensões	3, 4, 5, 6 e 7
Alçado Principal Interno	Horizontal Vertical Diagonal	4 - 10	Junto aos cantos	-	-	Deficiente ligação entre elementos	1, 2, 21, 22, 23, 24 e 25
Alçado Lateral Direito Externo	Vertical Diagonal	4 - 10	Juntos aos cantos; Junto às aberturas	-	-	Deficiente ligação entre elementos; Concentração de tensões	8, 9, 10, 11, 12, 15 e 16
Alçado Lateral Direito Interno	Vertical	4 - 10	Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões	18, 19 e 20
Alçado Lateral Esquerdo Externo	Vertical Diagonal	>10	Meio da fachada, Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões	41, 42 e 43
Alçado Posterior Interno	Vertical	1 - 3	Junto aos cantos	-	-	Deficiente ligação entre elementos	56
Alçado Posterior Externo	Vertical	4 - 10	Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões	70 e 72
Parede do Arco Principal Interna (Face da Nave)	Vertical Diagonal	4 - 10	Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões	26
Parede do Arco Principal Interna (Face da Capela-mor)	Vertical	1 - 3	Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões	27
Parede do Alçado Lateral Esquerdo Interno	Vertical	4 - 10	Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões	34
Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Capela-mor)	Vertical Diagonal	1 - 3	Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões	50 e 51
Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Sacristia, Piso Intermédio e Segundo Piso)	Vertical	4 - 10	Junto às aberturas	-	-	Concentração de tensões; Deficiente ligação entre elementos	57 e 74
Parede Interna Lateral da Capela-mor (face da Capela-mor)	-	-	-	-	-	-	-
Paredes cujas superfícies se encontram acima da Cobertura	Vertical Diagonal	4 - 10	Junto aos cantos	-	-	Concentração de tensões	86 e 87
Parede de Tabique da Caixa de Escadas de acesso ao Coro	Vertical	1 - 3	Junto aos cantos	-	-	Deficiente ligação entre elementos	76

Tabela 6 - Fissuras/fendas existente em vários elementos da Igreja

Fissuras/Fendas							
Elemento	Alinh.	Quant.	Loc.	Ext.	Esp.	Causa(s)	Fotog.(s)
Escada de madeira de acesso ao Coro	-	-	-	-	-	-	-
Forro de Madeira da Cobertura sobre a Nave	Horizontal	1 - 3	Meio da fachada	-	-	Assentamento ou movimentos das paredes laterais	79 e 80
Forro de Madeira da Cobertura sobre a Capela-mor	Horizontal	1 - 3	Meio da fachada	-	-	Assentamento ou movimentos das paredes laterais	83
Átrio da entrada (madeira)	-	-	-	-	-	-	-
Face Inferior do Pavimento Intermediário	Horizontal	1 - 3	Meio da fachada, Junto aos cantos	-	-	Concentração de tensões	58 e 59

Ao analisar os dados da Tabela 5, conclui-se que há uma grande incidência de fissuras/fendas nas paredes da Igreja, na sua maioria causadas por deficiente ligação entre elementos e/ou por concentrações de tensões próximas dos vãos existentes. Observa-se a maior quantidade dessa patologia na parede lateral esquerda, onde a presença da escada interna poderá contribuir para essa concentração de tensões.

Por sua vez, na Tabela 6 constata-se que nos elementos de madeira a causa desta patologia se deve a possíveis assentamentos ou movimentos das paredes.

Por fim, no caso da laje de betão armado no piso intermédio sobre a sacristia, a causa provável das fissuras deve-se à existência de aberturas de uma abertura no pavimento e ao apoio direto da escada de betão armado que liga esse pavimento e o segundo piso.

5.2.2. Dados de abertura de Juntas

Relativamente à observação de aberturas de juntas, resumem-se na Tabela 7 os principais resultados obtidos, organizados conforme foram coletados e mantendo a categorização. Na tabela indica-se a existência dessas aberturas nos diferentes elementos da Igreja e especificam-se os detalhes como o alinhamento, quantidade e dimensões. O sinal (-) indica a ausência desse tipo de patologia, o que pode se dever à sua inexistência, à falta de acesso visual ao local ou à ausência de equipamento para verificação. As fotografias listadas na última coluna da tabela podem ser consultadas no Apêndice C.

Tabela 7 – Abertura de Juntas existentes nos vários elementos da Igreja

Abertura de Juntas					
Elemento	Alinh.	Quant.	Dimensões	Causa(s)	Fotog.(s)
Alçado Principal Externo (Parede)	-	-	-	-	-
Alçado Principal Interno (Parede)	-	-	-	-	-
Alçado Lateral Direito Externo (Parede)	Vertical	4 - 10	-	Continuação de fissuras/fendas	17
Alçado Lateral Direito Interno (Parede)	-	-	-	-	-
Alçado Lateral Esquerdo Interno (Parede)	Vertical	4 - 10	-	Continuação de fissuras/fendas	39 e 40
Alçado Lateral Esquerdo Externo (Parede)	Vertical	4 - 10	-	Continuação de fissuras/fendas	49
Alçado Posterior Interno	-	-	-	-	-
Alçado Posterior Externo	-	-	-	-	-
Parede do Arco Principal Interna (Face da Nave)	-	-	-	-	-
Parede do Arco Principal Interna (Face da Capela-mor)	-	-	-	-	-
Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Capela-mor)	-	-	-	-	-
Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Sacristia, Piso Intermédio e Segundo Piso)	-	-	-	-	-
Parede Interna Lateral da Capela-mor (face da Capela-mor)	-	-	-	-	-
Paredes cujas superfícies se encontram acima da cobertura	-	-	-	-	-
Parede de Tabique da Caixa de Escadas de acesso ao Coro	Vertical	1 - 3	-	Continuação de fissuras/fendas	76
Escada de madeira de acesso ao Coro	-	-	-	-	-
Forro de Madeira da Cobertura sobre a Nave	-	-	-	-	-
Forro de Madeira da Cobertura sobre a Capela-mor	-	-	-	-	-
Face inferior do Pavimento Intermediário	-	-	-	-	-
Átrio de entrada (madeira)	-	-	-	-	-

Ao analisar dos dados da Tabela 7 percebe-se que a incidência desta patologia se localiza maioritariamente nas paredes dos alçados da Igreja, onde existe maior número de fissuras e fendas, e quase sempre na continuidade dessas fendas.

5.2.3. Dados de patologias não estruturais

Para as patologias não estruturais foi elaborado um resumo que indica quantas vezes cada uma foi observada e registrada nas fichas de inspeção. Ressalta-se que esse número não reflete a quantidade total de ocorrências dessas patologias na Igreja, mas sim quantos

elementos avaliados apresentaram cada uma das patologias. Na Tabela 8 apresentam-se os resultados obtidos.

Tabela 8 – Resumo de ocorrências das patologias não estruturais nos elementos avaliados da Igreja

Patologias Não Estruturais	
Patologia	Quantidade
Perda de argamassa	10
Mancha de humidade/Infiltração	8
Bolor	5
Líquen	5
Crosta negra	3
Colonização biológica/Vegetação	3
Eflorescência	2
Alteração	2
Degradação (madeira)	2
Bolha	2
Vidros quebrados	2
Sujidade	2
Degradação por organismos xilófagos (madeira)	1
Craquelê	1
De origem mecânica	1
Grafite	1

A análise da Tabela 8 revela que as patologias mais frequentes resultam principalmente de infiltrações de água e/ou presença de humidade. Entre essas, destacam-se a perda de argamassa e as manchas de humidade/infiltração como as ocorrências mais prevalentes.

5.3. Modelagem das Patologias no Revit

Para iniciar a modelação das patologias no Revit, foram primeiramente identificados os parâmetros essenciais que caracterizaram cada uma delas, com base nas fichas de inspeção preenchidas. Alguns desses parâmetros foram definidos como comuns a todas as patologias, como o G (gravidade), o U (urgência), o T (tendência), explicados no capítulo 2 (item 2.8), e uma opção para inserir um texto de descrição adicional. Os três primeiros foram considerados cruciais para o apoio na tomada de decisões, fornecendo um indicador que pode apoiar ao desenvolvimento de um plano de intervenção futuro. Esse indicador é calculado diretamente no Revit e o parâmetro correspondente está identificado como “Grau de Prioridade (GUT)”. Além disso, o campo de inserção de imagem foi, também, considerado comum para todas as patologias, mas não foi necessário adicionar este parâmetro, pois existe em todas as famílias do Revit.

A opção do campo de texto para a descrição adicional foi implementada como um parâmetro de "texto de várias linhas" para a inserção de informações extras, conforme necessário. Esse campo possibilita que, no futuro, caso novos estudos ou ensaios sejam realizados *in situ*, se possam registrar essas informações adicionais.

As patologias foram inicialmente desenvolvidas como uma família de modelo genérico e esses parâmetros foram criados como compartilhados, permitindo, posteriormente a extração de tabelas com informações. Além disso, foram configurados como parâmetros de "instância", o que possibilita que cada patologia adicionada ao modelo 3D tenha um conteúdo exclusivo. Se fossem definidos como parâmetros de "tipo", qualquer alteração num parâmetro de uma certa patologia afetaria todas as outras, o que geralmente não condiz com a realidade. Após a criação das patologias como uma família de modelo genérico, foram integradas numa família de modelo genérico baseada em faces. Isso permite que as patologias sejam aplicadas diretamente nas superfícies das faces dos objetos usados no modelo.

Neste subcapítulo, serão apresentados alguns exemplos das patologias modeladas e integradas na modelagem 3D, com os seus respectivos parâmetros, devidamente configurados. O formato de cada patologia foi projetado para se assemelhar à realidade, embora sem um nível excessivo de detalhe, uma vez que as imagens reais da patologia serão adicionadas no campo de imagem da família para representar com maior precisão a condição observada.

Para a inserção das imagens, serão apresentadas duas abordagens possíveis. A primeira consiste em adicionar um *URL* que direciona para um documento com as imagens, e a segunda consiste em inserir uma imagem em formato *.jpg* no campo específico que o Revit disponibiliza. Ambas as opções serão ilustradas no item 5.3.1. A segunda opção foi escolhida para as demais patologias, por se considerar mais versátil.

Outro aspecto relevante foi a decisão de atribuir uma cor distinta a cada patologia, considerando essa abordagem eficaz tanto para tornar a visualização mais atraente quanto para facilitar a identificação e diferenciação entre as diversas patologias. Após várias análises, percebeu-se que não existe um padrão estabelecido para a atribuição de cores às patologias. Como exemplo, a Figura 73 e a Figura 74 mostram a ausência de uniformidade nas cores utilizadas num trabalho brasileiro e num português. Conclui-se, portanto, que o essencial é garantir a clareza da comunicação, assegurando que cada cor seja devidamente explicada por meio de uma legenda clara e precisa em cada projeto. As cores atribuídas a

cada patologia serão apresentadas ao longo deste capítulo, conforme forem exibidas as criações de cada uma.



Figura 73 – Representação gráfica das patologias - trabalho brasileiro (Lima *et al.*, 2021)

Patologias	Designation	Designação	Tipo
1	Patina	Patina	Química
2	Biogenic Crusts	Crostas Negras	Química
3	No Pathologies	Sem Patologias	Física
4	Sanding	Degradação Granular	Física
5	Alveolization	Alveolização	Mecânica
6	Biologic Colonization	Colonização Biológica	Microbiológico
7	Moisture	Humidade	Ambiental

Figura 74 – Representação gráfica das patologias - trabalho português (Francisco, 2019)

Entre todas as patologias identificadas na Igreja, foram selecionadas para modelagem as alterações entretanto realizadas (intervenções recentes), o bolor, as fendas/fissuras, as manchas de humidade, as perdas de argamassa e a colonização biológica. Escolheram-se essas patologias por serem as mais recorrentes na Igreja, por se localizarem nas paredes principais e para a criação dos mapas de danos.

5.3.1. Modelagem das fendas

Para exemplificar a modelagem deste dano, foi escolhida a fenda localizada na face exterior da parede lateral direita da Igreja, próxima da ligação com a fachada principal (ver a Figura 75). Na Figura 76, é possível visualizar como a fenda selecionada foi modelada no Revit.

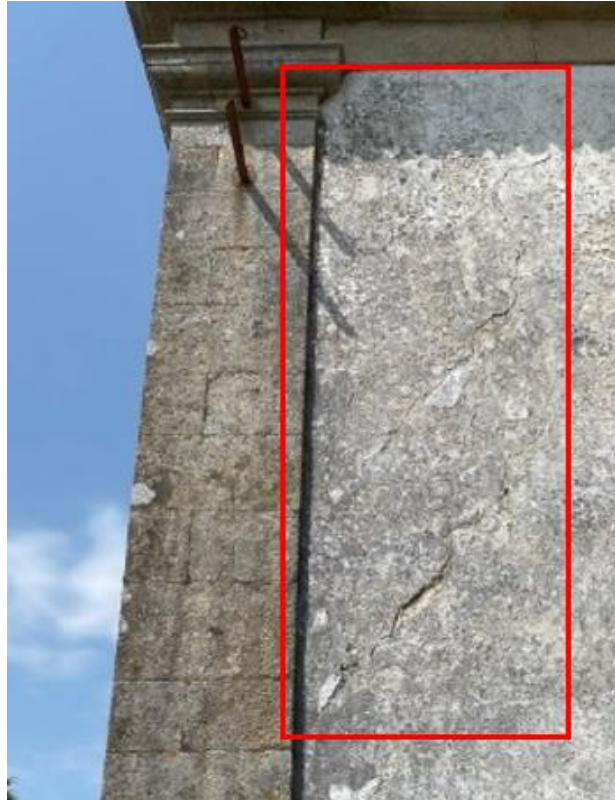


Figura 75 – Exemplo selecionado para ilustrar a modelação da fenda

Propriedades (3D) View 1

Fenda em face

Modelos genéricos (1) Editar tipo

Restrições

Texto

Alinhamento (horizontal/ver...	diagonal
Ativa ou passiva? F	passiva
Descrição adicional (se nece...	

Materiais e acabamentos

Material F	Cor Vermelha
------------	--------------

Dimensões

Comprimento (aproximado) F	7,0000
Espessura (aproximada) F	0,0400
Volume	0,000 m³

Dados de identidade

Imagem URL F	
Imagem	IMG_5703.jpg
Comentários	
Marca	

Fases

Parâmetros IFC

Dados

G (gravidade) 1/3/6/8/10 F	3
U (urgência) 1/3/6/8/10 F	6
T (tendência) 1/3/6/8/10 F	6
Grau de Prioridade (GUT) F	108

Figura 76 – Visualização no Revit da representação da fenda

Destacados a vermelho, na Figura 76, estão os parâmetros de texto criados especificamente para as fendas. A verde, observa-se a aba de material, utilizada para definir a cor escolhida, que neste caso foi o vermelho. A azul, estão os parâmetros de comprimento e espessura da fenda, que a caracterizam fisicamente. A marrom, destacam-se os parâmetros pertencentes à matriz GUT. É importante destacar que, por se tratar de um modelo genérico, a fenda não apresenta um traçado detalhado, conforme explicado anteriormente.

Além disso, como já explicado no item 5.2, sobre as imagens, foram consideradas duas opções que se vão ilustrar. Destacado a rosa na Figura 76, está a opção para adicionar um URL, enquanto no local destacado a roxo, é possível inserir as imagens diretamente no arquivo do Revit, conforme se mostra na Figura 77.

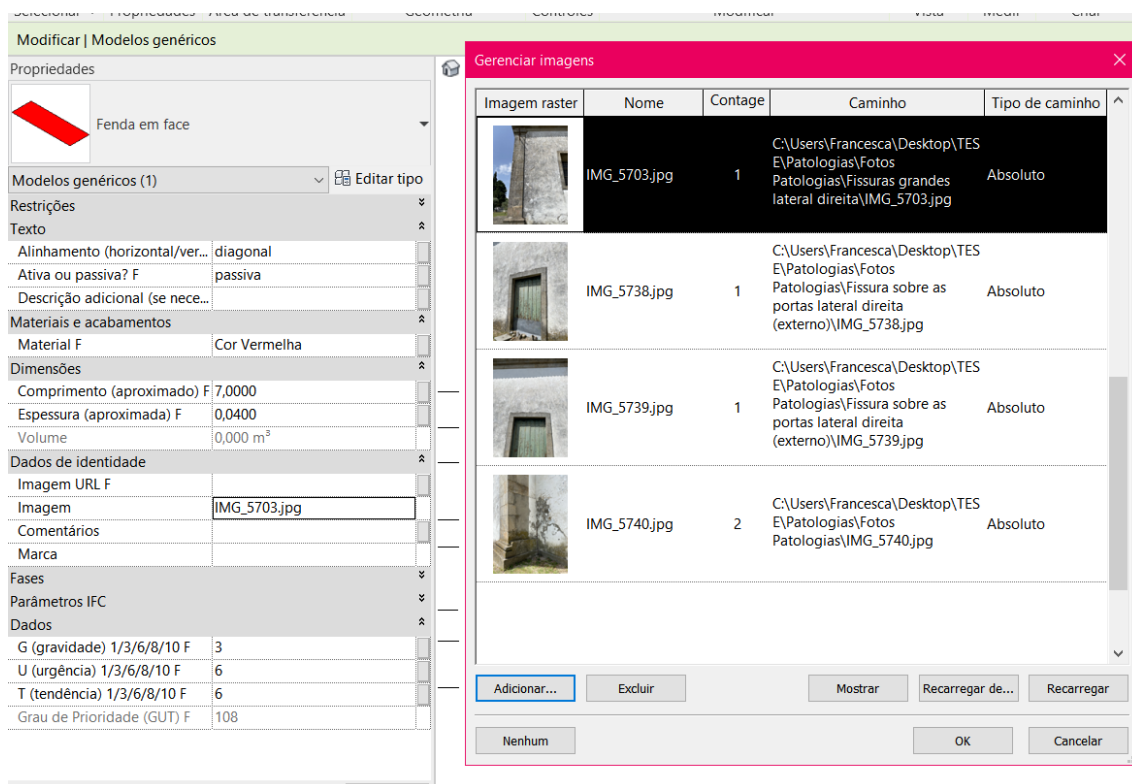


Figura 77 – Inserção de imagem no objeto ‘Fenda em face’

5.3.2. Modelagem de mancha de humidade

Para modelar esta patologia, foi selecionada uma mancha de humidade localizada na face exterior da parede lateral direita da Igreja, resultante da ascensão capilar (como se mostra na Figura 78). Na Figura 79, ilustra-se como esta patologia foi modelada no Revit.



Figura 78 – Exemplo selecionado para ilustrar uma mancha de humidade

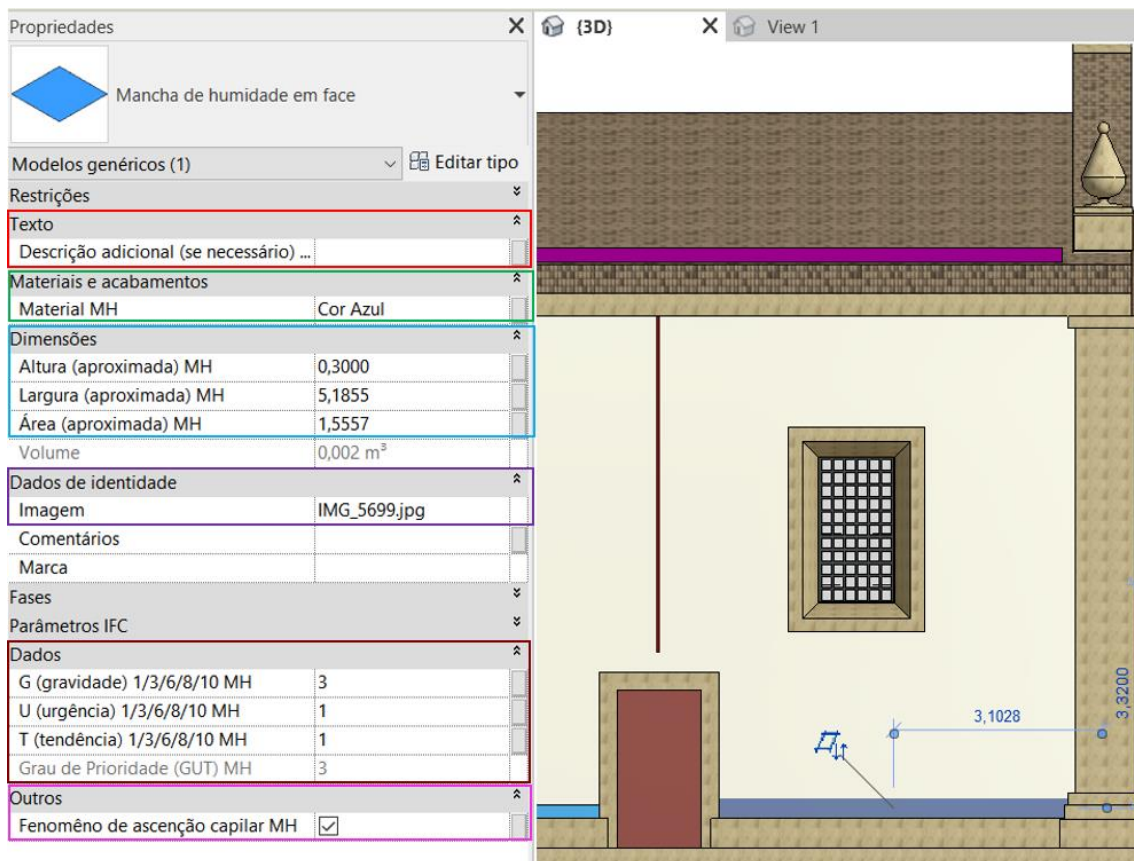


Figura 79 – Visualização no Revit da representação de uma mancha de humidade

O parâmetro destacado a vermelho, na Figura 79, é do tipo texto. A verde, encontra-se a aba de material, utilizada para definir a cor escolhida, que neste caso foi o azul. A azul, estão os parâmetros de altura, largura e área aproximada da mancha de humidade, necessárias para a caracterizar fisicamente. Na região da imagem, destacada a roxo, observa-se que foi inserido um arquivo no formato *.jpg*. A marrom, destacam-se os

parâmetros pertencentes à matriz GUT. Por fim, a rosa, foi adicionado um parâmetro do tipo "sim/não" para ser preenchido caso a mancha de humidade seja decorrente de ascensão capilar, demonstrando a possibilidade de criação de mais parâmetros desse tipo, se necessário.

5.3.3. Modelagem de perda de argamassa

Para ilustrar esta patologia, foi escolhida a perda de argamassa localizada na face exterior da parede lateral direita da Igreja, próxima da coluna central da fachada lateral direita (ver Figura 80). Na Figura 81, mostra-se como esta patologia foi modelada no Revit.



Figura 80 –Exemplo selecionado para ilustrar uma perda de argamassa

Na Figura 81, observa-se que o parâmetro destacado a vermelho é do tipo texto. A verde, está a aba de material, utilizada para definir a cor selecionada, que neste caso é o cinza. Os parâmetros de altura, largura e área aproximada da perda de argamassa, que caracterizam o seu aspeto físico, estão a azul. De modo idêntico, inseriu-se uma imagem em arquivo no formato *.jpg* como se destaca na moldura de cor roxa. A marrom, destacam-se os parâmetros pertencentes à matriz GUT.



Figura 82 –Exemplo selecionado para ilustrar uma colonização biológica

Propriedades

Colonização biológica em face

Modelos genéricos (1) ✎ Editar tipo

Restrições

Texto

Descrição adicional (se necessário) ... Crescimento de veg...

Materiais e acabamentos

Material CB	Cor Verde Escura
-------------	------------------

Dimensões

Altura (aproximada) CB	0,3000
Largura (aproximada) CB	0,5000
Profundidade (aproximada) CB	0,5000
Volume	0,075 m ³

Dados de identidade

Imagem	Colonização biológi...
Comentários	
Marca	

Fases

Parâmetros IFC

Dados

G (gravidade) 1/3/6/9/10 CB	1
U (urgência) 1/3/6/8/10 CB	3
T (tendência) 1/3/6/8/10 CB	3
Grau de Prioridade (GUT) CB	9

{3D} View 1

Figura 83 – Visualização no Revit da modelação de uma colonização biológica

5.3.5. Extração de dados em tabelas

Uma das principais vantagens de utilizar o BIM é a capacidade de extrair informações em formato de tabelas, o que facilita e otimiza o fluxo de trabalho. Após a criação das patologias mencionadas, decidiu-se criar uma tabela específica para cada tipo de patologia. Isso permite listar as patologias juntamente com os seus respectivos parâmetros, num formato organizado e fácil de visualizar, proporcionando uma análise mais clara e eficiente dos dados.

Para se extrair os dados da patologia para uma tabela é preciso selecionar a categoria da tabela (ver Figura 84). Como as patologias foram criadas como famílias de modelo genérico, essa foi a categoria escolhida. Nesta etapa, também é necessário nomear a tabela. O Revit preenche esse campo automaticamente, mas como, neste exemplo, se criou a tabela para a patologia "Colonização Biológica", renomeou-se para "Tabela de Colonização Biológica".

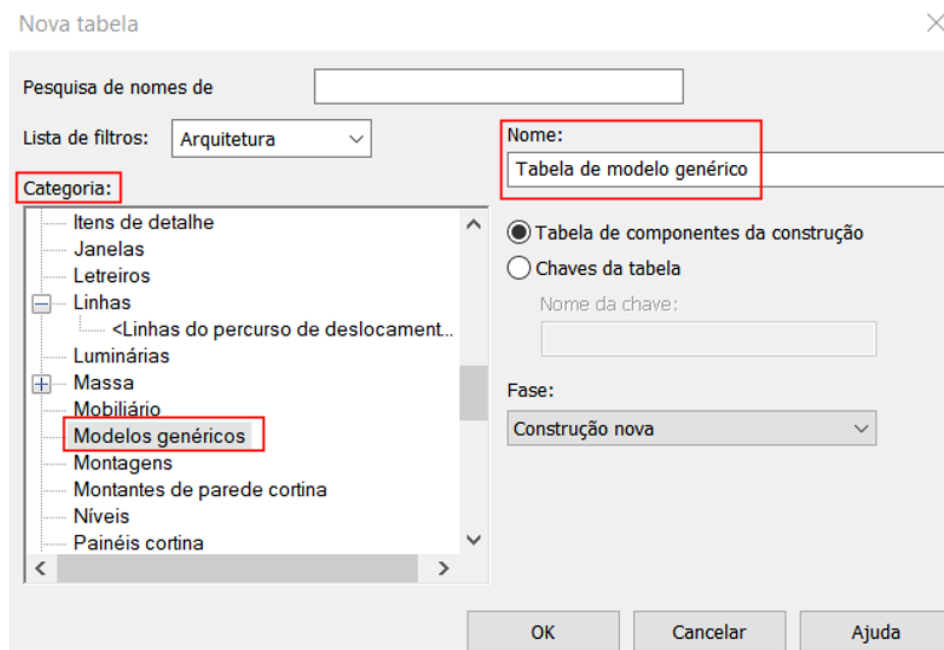


Figura 84 – Janela do Revit ao criar uma tabela

Em seguida, seleciona-se o tipo de dados a exportar para a tabela (ver Figura 85). No exemplo ilustrado, foram escolhidos os campos "Família" para identificar a patologia, "Contagem" para indicar a quantidade, além dos demais parâmetros relevantes da patologia em questão. Essa seleção garante que todas as informações essenciais sejam apresentadas de forma clara na tabela.

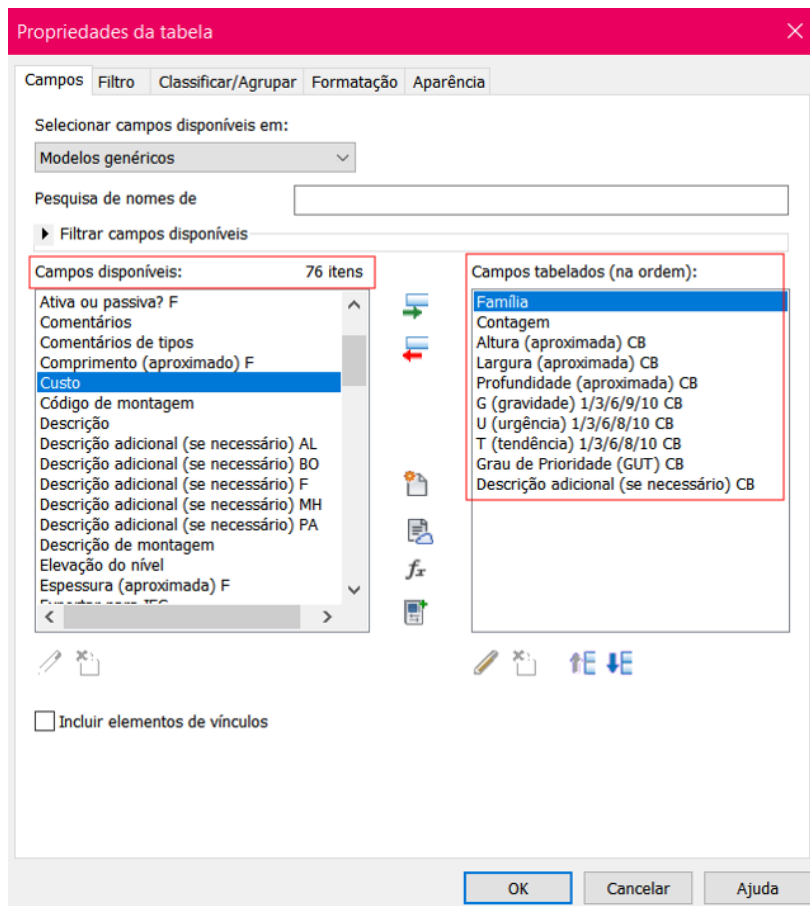


Figura 85 – Janela do Revit para definição das propriedades da tabela

Uma vez confirmada a seleção, a tabela será gerada, como ilustrado na Figura 86. A tabela exibirá inicialmente todas as famílias criadas na categoria de modelo genérico escolhida. No entanto, para exibir exclusivamente a família "Colonização Biológica", é necessário criar um filtro nas propriedades da tabela.

<Tabela de Colonização Biológica>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Família	Contagem	Altura (aprox.)	Largura (aprox.)	Profundidade (aprox.)	G (gravidade) 1-5	U (urgência) 1-5	T (tempo) CB	Descrição adicional (se necessário)
Objeto da fachada de trás na p	1							
Água benta na parede	1							
Água benta na parede frontal	1							
Água benta na parede frontal	1							
Gota Cobertura no piso	1							
Gota Cobertura no piso	1							
Gota Cobertura no piso	1							
Gota Cobertura no piso	1							
Gota Cobertura no piso	1							
Gota Cobertura no piso	1							
Cruz no piso	1							
Cruz no piso	1							
Fanda em face	1							
Mancha de humidade em face	1							
Perda de argamassa em face	1							
Colonização biológica em face	1	0,30	0,50	0,50	1	1	em até 6 meses	Crescimento de vegetação

Figura 86 – Tabela gerada após seleção da família "Colonização Biológica"

Na Figura 87, exemplifica-se a criação de um filtro, sendo possível criar diversos filtros conforme necessário. No exemplo exposto, será utilizado um filtro baseado na família. Para isso, seleciona-se "Família", define-se a condição como "igual" e escolhe-se a família criada "Colonização Biológica em Face". Dessa forma, a tabela exibirá apenas as instâncias dessa família específica (ver Figura 88).

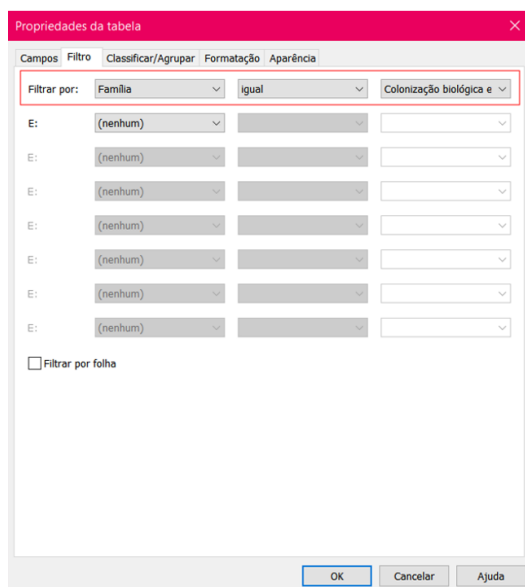


Figura 87 - Janela do Revit para a criação de filtros nos dados das tabelas

<Tabela de Colonização Biológica>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Família	Contagem	Altura (aproximada)	Largura (aproximada)	Profundidade (aprox.)	G (gravidade) 1/3/6/	U (urgência) 1/3/6/8	T (tendência) 1/3/6/	Grau de Prioridade (Descrição adicional
Colonização biológi	1	0,30	0,50	0,50	1	3	3	9	Crescimento de v

Figura 88 – Tabela do Revit referentes à patologia filtrada “Colonização Biológica em face”

Na tabela exibida na Figura 88, é visível apenas uma patologia, pois, no momento da criação da tabela, havia apenas uma patologia desse tipo disponível. A tabela foi criada para ilustrar o processo descrito. Além das funções demonstradas, o Revit oferece diversas outras opções nas abas das propriedades da tabela, que podem ser utilizadas conforme as necessidades específicas do usuário.

5.4. Mapas de Danos da Igreja de S. Miguel do Fetal

Para o desenvolvimento dos mapas de danos da Igreja, optou-se por selecionar os alçados exteriores. Esta escolha resulta do número considerável de patologias que se concentram

nas fachadas e por estas apresentarem dimensões significativas, que permitem obter uma amostra abrangente e representativa das condições do edifício.

Para a elaboração desses mapas, foram posicionadas as patologias nos quatro alçados, com o objetivo de refletir com a maior precisão possível as suas localizações reais. Para facilitar a identificação visual das patologias, foi criada uma legenda de cores, apresentada na Figura 89, que será utilizada de forma padronizada em todos os mapas apresentados.







	ALTERAÇÃO
	BOLOR
	COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA
	FENDA
	MANCHA DE HUMIDADE
	PERDA DE ARGAMASSA

Figura 89 – Legenda de cores das patologias no Revit

Para a criação desses mapas, foi necessário desenvolver algumas famílias de patologias adicionais além das apresentadas na seção anterior deste capítulo. As novas famílias incluem "Alteração" e "Bolor", que foram criadas seguindo os mesmos padrões estabelecidos anteriormente.

Após a criação de todas as famílias de patologias existentes fez-se então o posicionamento das mesmas. Assim, nas Figura 90, Figura 91, Figura 92, Figura 93, Figura 94, Figura 95, Figura 96, Figura 97 e Figura 98 podem observar-se as fachadas reais da Igreja e os respetivos mapas de danos obtidos.



Figura 90 – Alçado Lateral Esquerdo Exterior

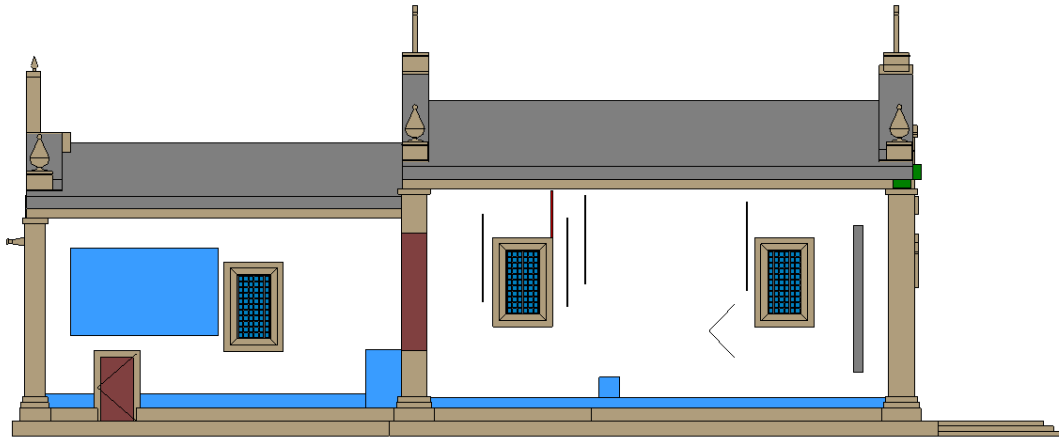


Figura 91 – Mapa de Danos do Alçado Lateral Esquerdo Exterior



Figura 92 – Alçado Principal Exterior

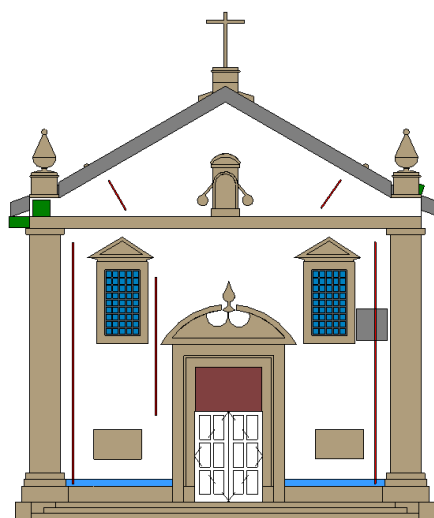


Figura 93 – Mapa de Danos do Alçado Principal Exterior



Figura 94 – Parte do Alçado Lateral Direito Exterior (zona da nave)



Figura 95 – Parte do Alçado Lateral Direito Exterior (zona da capela-mor e sacristia)

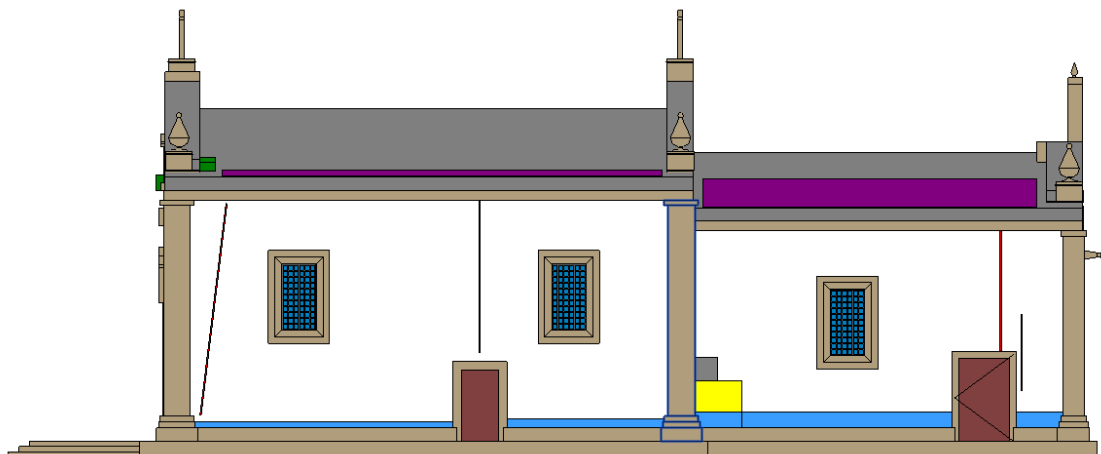


Figura 96 – Mapa de Danos da Alçado Lateral Direito Exterior



Figura 97 – Alçado Posterior Exterior

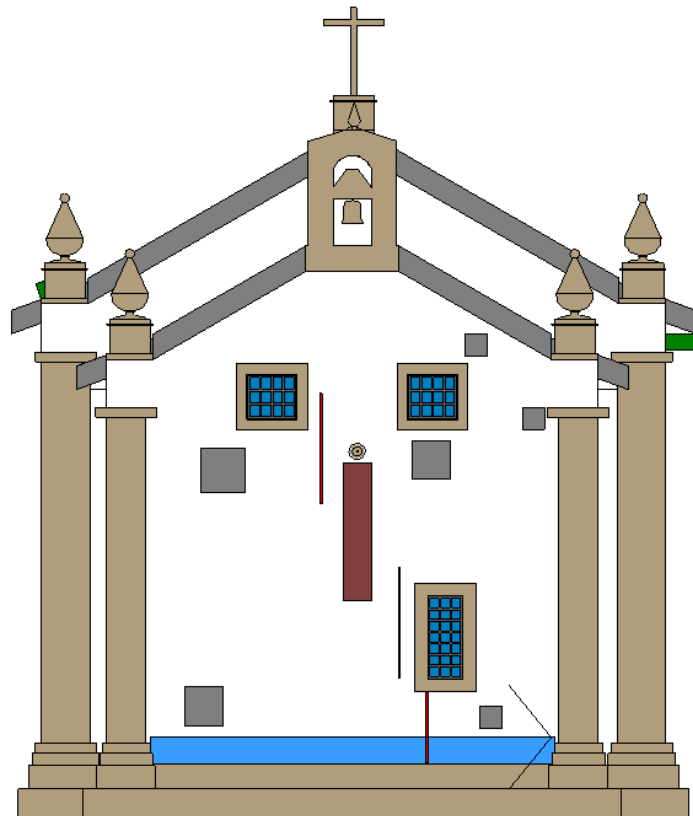


Figura 98 – Mapa de Danos do Alçado Posterior Exterior

Além de ilustrar os mapas de danos, considerou-se importante também apresentar os resultados através de tabelas, organizadas para cada patologia. Na Figura 99, pode-se ver a Tabela de Alterações; na Figura 100, a Tabela de Bolor; na Figura 101, a Tabela de Colonização Biológica; na Figura 102, a Tabela de Manchas de Humidade; na Figura 103, a Tabela de Fissuras/Fendas; e na Figura 104, a Tabela de Perdas de Argamassa. Vale destacar que foi incluída a soma das quantidades de cada patologia, proporcionando uma visão geral da quantidade total de patologias inseridas no modelo.

<Tabela de Alteração>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Família	Contagem	Altura	Largura	Área	G (gravidade)	U (urgência)	T (tendência)	Grau de Prioridade (GUT)	Descrição adicional
Alteração em face	1	1,55	1,55	2,40	1	3	3	9	Adição de argam
	1								

Figura 99 – Tabela de Alteração gerada no Revit

<Tabela de Bolor>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Família	Contagem	Altura	Largura	Área	G (gravidade)	U (urgência)	T (tendência)	Grau de Prioridade (GUT)	Descrição adicional
Bolor em face	1	2,66	11,00	29,26	3	3	3	27	Limpeza essenci
Bolor em face	1	0,60	14,50	8,70	3	3	3	27	Limpeza essenci
Bolor em face	1	0,88	4,00	0,00	3	1	3	9	
Bolor em face	1	2,50	0,50	0,00	0	0	0	0	
	4								

Figura 100 - Tabela de Bolor gerada no Revit

<Tabela de Colonização Biológica>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Família	Contagem	Altura (aproximada)	Largura (aproximada)	Profundidade (aproximada)	G (gravidade)	U (urgência)	T (tendência)	Grau de Prioridade (GUT)	Descrição adicional
Colonização biológica	1	0,30	0,50	0,50	1	3	3	9	Crescimento de v
Colonização biológica	1	0,30	0,50	0,50	1	3	6	18	
Colonização biológica	1	0,60	0,60	0,30	1	3	6	18	
	3								

Figura 101 – Tabela de Colonização Biológica gerada no Revit

<Tabela de Manchas de Humidade>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Família	Contagem	Altura (aproximada)	Largura (aproximada)	Área (aproximada)	Fenômeno de asce	G (gravidade) 1/3/6/	U (urgência) 1/3/6/8	T (tendência) 1/3/6/	Grau de Prioridade	Descrição adicional
Mancha de humida	1	0,30	5,19	1,56	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,20	8,65	1,73	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,50	8,46	4,23	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,50	1,52	0,76	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,20	3,10	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,20	3,10	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	2,00	1,20	0,00	<input type="checkbox"/>	3	3	3	27	
Mancha de humida	1	3,00	5,00	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	3	3	27	
Mancha de humida	1	0,35	15,73	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,70	0,70	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	3	3	27	
Mancha de humida	1	0,50	7,72	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,50	1,65	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
Mancha de humida	1	0,50	7,33	0,00	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	1	3	
	13									

Figura 102 – Tabela de Manchas de Humidade gerada no Revit

<Tabela de Fissuras/Fendas>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Família	Contagem	Ativa ou passiva?	Alinhamento (horizontal/vertical/diagonal)	Comprimento	Espessura	G (gravidade)	U (urgência)	T (tendência)	Grau de Prioridade	Descrição adicional
Fenda em face	1	passiva	diagonal	7,00	0,04	3	6	6	108	
Fenda em face	1	passiva	vertical	5,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	3,96	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	2,50	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	7,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	7,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	diagonal	1,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	diagonal	1,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	4,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	1,60	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	3,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	3,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	3,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	3,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	3,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	1,30	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	2,00	0,04	3	3	3	27	
Fenda em face	1	passiva	vertical	2,00	0,04	3	3	3	27	
	17									

Figura 103 – Tabela de Fissuras/Fendas gerada no Revit

<Tabela de Perda de Argamassa>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Família	Contagem	Altura (aproximada)	Largura (aproximada)	Área (aproximada)	G (gravidade) 1/3/6/	U (urgência) 1/3/6/8	T (tendência) 1/3/6/	Grau de Prioridade	Descrição adicional
Perda de argamassa	1	0,75	0,75	0,56	3	3	8	72	Se não arrumar e
Perda de argamassa	1	0,90	0,90	0,81	3	3	3	27	
Perda de argamassa	1	5,00	0,30	0,00	3	3	3	27	
Perda de argamassa	1	0,70	0,70	0,00	3	3	8	72	
Perda de argamassa	1	0,40	0,40	0,00	3	3	8	72	
Perda de argamassa	1	0,80	0,80	0,00	3	3	8	72	
Perda de argamassa	1	0,70	0,70	0,00	3	3	8	72	
Perda de argamassa	1	0,40	0,40	0,00	3	3	8	72	
Perda de argamassa	1	0,40	0,40	0,00	3	3	8	72	
	9								

Figura 104 – Tabela de Perda de Argamassa gerada no Revit

Uma análise interessante feita é o comparativo entre as quantidades levantadas através das fichas de inspeção e as quantidades retiradas no Revit. Esse comparativo é mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 – Comparativo das quantidades de patologias nas fichas de inspeção e no Revit

Patologia	Quantidade em fichas	Quantidade no Revit
Colonização Biológica	3	3
Mancha de Humidade	8	13
Fissuras/Fendas	Não fornecido	13
Bolor	5	4
Alteração	2	1
Perda de Argamassa	10	9

Os valores das quantidades de patologias observadas apresentam ligeiras diferenças, porque nas fichas de inspeção registram-se se as patologias existem ou não por fachada, com a exceção das Fissuras/fendas que são registadas por intervalos de valores, enquanto

os valores do Revit contabilizam, realmente, a quantidade de vezes que uma determinada patologia existe em todo o modelo. Dessa forma, para que estes valores possam ser comparáveis é necessário reajustar as fichas de inspeção de modo a quantificar em cada local quantas vezes se identifica cada uma das patologias.

5.5. Proposta de Intervenção

Além de identificar e mapear as patologias presentes na Igreja, é essencial discutir uma abordagem estruturada para a sua análise e resolução, através de uma ou várias intervenções. Isso inclui a elaboração de um plano de ação genérico, que servirá como guia para a criação de propostas de intervenção e facilitará a execução das ações necessárias para a resolução dos problemas identificados.

A abordagem para a gestão das intervenções pode ser estruturada da seguinte forma:

1. **Avaliação dos Dados do BIM:** O primeiro passo consiste em examinar detalhadamente todos os dados armazenados no modelo virtual da Igreja para cada patologia identificada, assegurando que estejam completos e atualizados.
2. **Priorização das Intervenções através dos Parâmetros GUT:** A próxima etapa é analisar os parâmetros de Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) para cada patologia. Isso permitirá avaliar a importância relativa e a urgência de cada problema. Com base na análise dos parâmetros GUT, deve-se elaborar uma lista de prioridades para as patologias a serem abordadas. Essa lista organizará as patologias de acordo com a necessidade de intervenção, facilitando a definição das ordens de ação.
3. **Desenvolvimento do Plano de Ação:** Após a definição das prioridades, é crucial desenvolver um plano de ação detalhado para cada patologia identificada. Este plano deve incluir o tipo de ação necessária: reparação e/ou reforço, os recursos exigidos e os prazos para a execução da mesma.
4. **Contratação de Mão de Obra Especializada:** Com o plano de ação pronto, o próximo passo é contratar profissionais especializados para realizar a obra. É fundamental assegurar que os profissionais tenham a expertise necessária para atender às exigências do plano.

5. **Gerenciamento e Fiscalização:** Finalmente, o técnico responsável deve acompanhar e fiscalizar a execução da obra, garantindo que os trabalhos sejam realizados conforme os requisitos estabelecidos e que a qualidade seja mantida durante todo o processo.

Essa abordagem sistemática garante que as intervenções sejam planejadas e executadas de maneira eficiente e organizada, promovendo a manutenção adequada da Igreja. Foi elaborado um esquema para ilustrar o processo descrito, conforme apresentado na Figura 105.

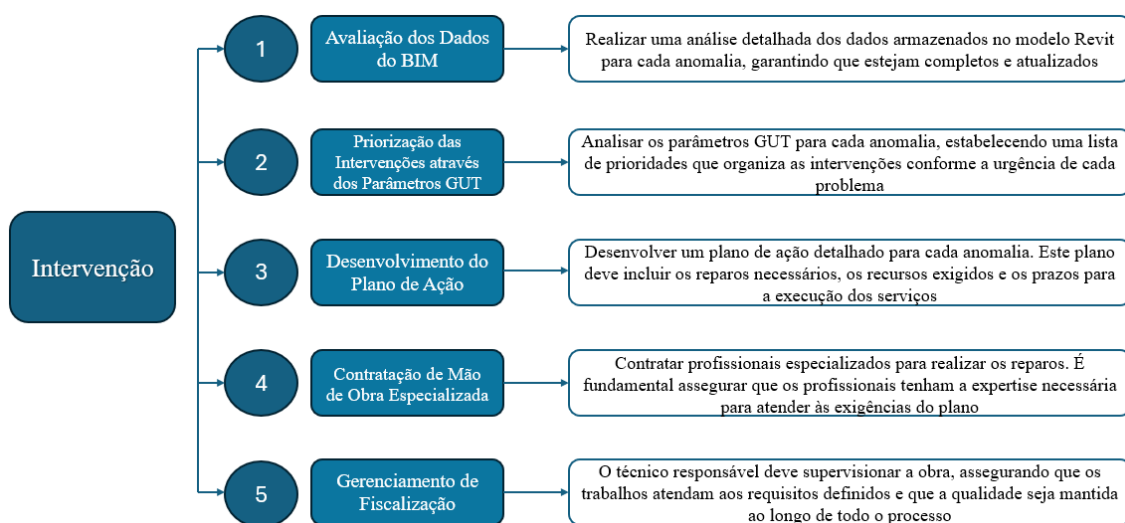


Figura 105 – Esquema de processo sugerido para a intervenção

Neste caso de estudo é possível efetuar as primeiras duas fases do processo sugerido, isto é, efetuar a avaliação dos dados do BIM e obter uma lista de prioridades que possibilite uma tomada de decisão pelos responsáveis pela gestão do edifício. Assim, analisando as patologias com maior grau de prioridade, com base no parâmetro "Grau de Prioridade (GUT)" calculado no Revit para cada patologia é possível obter uma tabela com as patologias e o respectivo grau de prioridade, como se mostra na Tabela 10.

Tabela 10 – Lista de prioridades para possível intervenção

Patologia	Grau de Prioridade (GUT)
Fissuras/Fendas	108
Perda de Argamassa	72
Bolor	27
Mancha de Umidade	27
Colonização Biológica	18
Alteração	9

Da análise da Tabela 10 e da Figura 103, observa-se que a patologia que mais se destaca é a fissura/fenda na parede do alçado lateral direito (Figura 75), junto da ligação com a parede do alçado principal, com um Grau de Prioridade de 108. Essa fenda resulta de uma deficiente ligação entre as duas paredes, observando-se uma possível movimentação da parede frontal, que se não for intervencionada poderá introduzir danos mais significativos.

Logo a seguir, destacam-se as perdas de argamassa, que na maioria dos casos apresentam um grau de prioridade de 72. Embora esse valor não seja tão alto quanto o da fenda, a perda de argamassa é preocupante, pois a sua evolução pode desencadear outras patologias, agravadas pelas infiltrações de água, entre outros problemas.

As demais patologias não apresentam um grau de prioridade muito elevado, o que indica que ainda não há necessidade de intervenções urgentes. No entanto, isso não invalida a necessidade de que a Igreja proceda a ações que garantam a sua conservação.

Por último deve salientar-se a necessidade de uma inspeção da cobertura, uma vez que foram observadas manchas de humidade na superfície interior da abóbada da nave (supostamente constituída por um forro de madeira revestido a estuque), o que indicia a existência de possíveis infiltrações de água provenientes da cobertura.

6. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Neste capítulo, serão apresentadas as conclusões mais relevantes sobre o estudo desenvolvido, as dificuldades encontradas e as propostas para trabalhos futuros.

6.1. Conclusões

O principal objetivo deste trabalho foi a aplicação da metodologia BIM à preservação e gestão de edifícios históricos, mais especificamente, ao caso da Igreja de S. Miguel do Fetal, em Viseu.

Este estudo proporcionou uma contribuição para a utilização do BIM nas fases de inspeção e diagnóstico de edificações históricas, com vista a uma maior compreensão e gestão da informação recolhida sobre as patologias e estado de conservação dos edifícios, demonstrando a eficácia de uma metodologia integrada que combina inspeções visuais e modelagem digital. A aplicação de uma abordagem sistemática, aliada ao uso do *software* Revit para a modelagem das patologias, permitirá uma identificação e documentação precisas dos danos, facilitando a elaboração de planos de manutenção mais eficazes e a tomada de decisão para futuras intervenções de reabilitação do edifício.

Através da persecução dos objetivos estabelecidos, foi possível, com o desenvolvimento deste trabalho, obter as seguintes conclusões:

- A metodologia adotada para a inspeção e documentação, mesmo utilizando equipamentos simples, permitiu alcançar resultados bastante positivos, para uma primeira inspeção visual. Naturalmente, que a fase de diagnóstico carece, ainda, de uma campanha mais rigorosa de inspeção de algumas das patologias observadas, com meio de acesso e de registro mais adequados, para que se possam caracterizar melhor essas patologias e identificar com mais rigor a sua origem.
- A combinação de inspeções visuais, modelagem digital e criação de um mapa de danos provou ser altamente eficaz para a identificação, visualização, localização e caracterização das patologias.
- A ficha de inspeção personalizada, baseada nas recomendações de Ramos (2008) e Vilela (2019), foi uma ferramenta que se adotou para a organização e

sistematização das informações coletadas, com vista à sua inserção no modelo BIM. Por essa razão se adotou uma ficha que não muito detalhada, permitisse a modelação das patologias no BIM. Nas próximas inspeções esta ficha deverá ser ajustada, de modo a registrar-se informações mais detalhadas sobre o edifício, os materiais e as patologias existentes e, desta forma, poder-se-á atualizar os dados disponíveis no modelo BIM. O modelo BIM da Igreja poderá ser uma ferramenta valiosa para o acompanhamento contínuo do estado da Igreja. Os técnicos responsáveis pela sua gestão poderão utilizar estas ferramentas para atualizar informações e desenvolver planos de manutenção mais eficazes, assegurando a preservação adequada da edificação.

- A modelagem das patologias no *software* Revit, com a definição de parâmetros essenciais, não apenas possibilitou uma visualização clara da localização de cada patologia, mas também permitiu a inserção detalhada de dados sobre cada uma delas. Adicionalmente, foram incluídos campos para a adição de informações futuras, se necessário. A incorporação de imagens e a utilização de cores distintas para cada patologia aprimoraram significativamente a comunicação visual, tornando a identificação mais intuitiva.
- A possibilidade de organizar e extrair do modelo os dados das patologias sob a forma de tabelas facilita a análise e a gestão das informações, oferecendo uma abordagem mais estruturada e eficiente para o acompanhamento e a tomada de decisões.
- A abordagem estruturada proposta, que permite a revisão das tabelas de dados das patologias, a adoção dos parâmetros GUT e a elaboração de uma lista de prioridades, mostrou-se prática e eficaz para a análise das patologias, para a tomada de decisão sobre futura intervenção e para o desenvolvimento de um plano de ação.
- Observou-se que as intervenções mais urgentes se referem à fenda na parede do alçado lateral direito (Figura 75), junto da ligação com a parede do alçado principal, com um Grau de Prioridade de 108 e às perdas de argamassa, que na maioria dos casos apresentam um grau de prioridade de 72. A fenda resulta de uma deficiente ligação entre as duas paredes, observando-se uma possível

movimentação da parede frontal, que se não for intervencionada poderá introduzir danos mais significativos.

- Sugere-se a realização de uma inspeção da cobertura, uma vez que foram observadas manchas de humidade na superfície interior da abóbada da nave (supostamente constituída por um forro de madeira revestido a estuque), o que indicia a existência de possíveis infiltrações de água.
- Este estudo não apenas contribuiu para o conhecimento sobre a gestão de patologias em edificações históricas, mas também ofereceu um modelo prático para a aplicação de técnicas de documentação e análise. Com este trabalho procurou-se melhorar as práticas de manutenção e de preservação do património histórico e, em simultâneo, incentivar futuras pesquisas e práticas nesta área de conhecimento.

Embora tenham sido enfrentadas limitações, como a falta de equipamentos avançados e o acesso restrito a locais elevados, o estudo superou essas dificuldades com sucesso, utilizando métodos alternativos que garantiram a precisão dos dados coletados. As sugestões para trabalhos futuros, incluindo a realização de ensaios específicos e a criação de representações mais detalhadas no modelo BIM, destacam o potencial para aprimorar ainda mais a abordagem e a eficácia das intervenções.

Por fim, deve também ser referido que o estudo foi realizado com diversas limitações, que naturalmente, condicionaram o tipo de dados obtidos e o nível de rigor e de detalhe dos mesmos. A maior dificuldade foi a limitação de recursos durante o levantamento geométrico e a inspeção de patologias existentes na Igreja, nomeadamente, estruturas auxiliares de acesso que permitissem a observação mais pormenorizada das patologias e o registro de medições, como os comprimentos e aberturas de fissuras, as aberturas de juntas, etc.. Também não foi possível avaliar a verticalidade das paredes, nem aceder à cobertura da Igreja, o que impossibilitou a identificação do sistema estrutural aí existente. Alguns dos elementos arquitetónicos da fachada principal da Igreja, bem como os elementos de ornamentação também não puderam ser medidos com precisão, tendo essas características que ser confirmadas em estudos posteriores.

Tecnologias como *Laser Scanning* ou fotogrametria poderiam ter facilitado a modelagem, oferecendo medições mais precisas e detalhadas. No entanto, essa limitação não comprometeu o desenvolvimento da modelagem, pois essas ferramentas seriam usadas

principalmente para obter medidas externas, que posteriormente seriam integradas com as medições internas para completar o modelo. Além disso, a falta de equipamentos adequados para aceder aos locais mais elevados também foi um desafio. Embora esses equipamentos pudessem melhorar a precisão das medições, o impacto no estudo foi minimizado, pois as medidas aproximadas foram obtidas por meio de imagens.

6.2. Desenvolvimentos Futuros

Com base nos resultados obtidos e nas limitações identificadas ao longo deste estudo, propõem-se as seguintes sugestões para futuros trabalhos:

- **Validação do Levantamento e da Inspeção:** obtenção de medições mais precisas e detalhadas dos elementos arquitetónicos e estruturais, com recurso a tecnologias como o *Laser Scanning* ou a fotogrametria, com vista a atualizar o modelo BIM. Seria desejável nesta validação dispor de meios de acesso à estrutura da cobertura a fim de fazer o seu levantamento e perceber o seu estado de conservação.
- **Realização de Ensaios Específicos:** execução de ensaios específicos, como a medição de humidade, o ensaio do resistógrafo em elementos de madeira e ensaios não destrutivos para aferir as características dos materiais e estimar a resistência dos elementos estruturais.
- **Aprimoramento do modelo BIM:** desenvolver famílias de objetos que permitam modelar mais eficazmente os elementos arquitetónicos, estruturais e ornamentais específicos das Igrejas e melhorar/desenvolver famílias de objetos destinadas à modelação e parametrização mais detalhadas das patologias. O modelo também poderá ser melhorado, nomeadamente, aumentando o nível de detalhe de muitos dos objetos adotados.
- **Analisar as Patologias Existentes e Propor Soluções para uma Futura Intervenção:** identificadas e caracterizadas as patologias e danos existentes na Igreja, propõe-se a realização dum estudo que vise apresentar e discutir propostas de intervenção no edifício, incluindo a definição de possíveis soluções para as patologias que necessitam de ser tratadas com mais urgência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autodesk Knowledge Networks (2023). *Revit* versão 2023. [Software]. Autodesk. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>

Almeida, F. F. N. (2000). *Manual de Conservação de Cantarias*. IPHAN.

Barros, A. L. (1991). *Alteração e Alterabilidade das Rochas*. Instituto Nacional de investigação Científica, Centro de Petrologia e Geoquímica da Universidade de Lisboa.

Braga, I. C., Brandão, F. S., Ribeiro, F. R. C., & Diógenes, A. G. (2019). *Application of GUT matrix in the assessment of pathological manifestations in heritage constructions*. Revista ALCONPAT, 9(3), 400-412. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i3.400>.

Brumana, R., Oreni, D., Raimondi, A., Georgopoulos, A., & Bregianni, A. (2013). *HBIM for Documentation, Dissemination and Managment of Built Hetitage. The Case Study of St. Maria in Scaria d'Intelvi*. International Journal of Heritage in the Digital Era.

Canuto, C. L. (2017). *Modelo BIM e Proposta de Intervenção no Palácio Gustavo Capanema, Rio de Janeiro-RJ: Pela Preservação Digital do Patrimônio Moderno*. [Dissertação de Mestrado], Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Cruz, J., & Costa, J. B. (2007). *Monumentalidade Visiense*. AVIS – Associação para o Debate de Ideias e Concretizações Culturais de Viseu.

Cuperschmid, A. R. M., Cerávolo, A. L, Grachet, M. G., Júnior, J. C. F., & Fabrício, M. M. (2018). *Casa de Vidro: BIM e Gestão do Patrimônio Histórico Arquitetônico*. CADERNOS PROARQ (issn 1679-7604).

Dimovska, S. (2017). *BIM for Cultural Heritage information management*. [Dissertação de Mestrado], Universidade do Minho, Guimarães.

Figueiredo, A. V. (2017). *Viseu Santa Maria: História, Memória e Património*. Freguesia de Viseu.

Francisco, C. I. S. (2019). *Monitorização e Modelação do Património Cultural através da Utilização do Modelo BIM*. [Dissertação de Mestrado], Instituto Politécnico de Leiria.

Google Earth. (2024). *Igreja de São Miguel do Fetal, Viseu, Portugal* [Imagem de satélite]. Google Earth. <https://earth.google.com> [Acesso em 5 de agosto de 2024].

Groetelaars, N. J. (2015). *Criação de Modelos BIM a partir de “Nuvens de Pontos”*: *Estudo de Métodos e Técnicas para Documentação Arquitetônica*. [Tese de Pós-Graduação], Universidade Federal da Bahia.

ICOMOS (2020). Glossário Ilustrado das Formas de Deterioração da Pedra. http://www.icomos.pt/images/pdfs/Glossario_Pedra_Icomos.pdf.

Junior, J. C. S., Santos, J. M. A., & Santos, M. R. A. (2023). *Parametric Modeling Using the Bim Methodology for the Process of Pathology Identification in Buildings*. Research Square.

Karaca, Z. (2010). *Water absorption and dehydration of natural stones versus time*. *Construction and Building Materials*, 24, 786-790. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.020>.

Leroy Merlin (2024). Equipamentos de medição. Disponível em: <https://www.leroymerlin.pt> [Acesso em 5 de agosto de 2024].

Lima, F. F. S., Rodrigues, C. S., Cavalcanti, L. R., & Monteiro, E. C. B. (2021). *A utilização do Mapa de Danos e Inspeções Visuais para diagnóstico de manifestações patológicas em edificação histórica: Palácio Joaquim Nabuco*. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.10, p. 97445-97465.

Martins, N., Pessoa, R., & Nascimento, R. (2017). *Priorização na resolução de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: Método GUT*. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, 2(3), 1-10. <https://orcid.org/0000-0001-5648-6765>.

Murphy, M., McGovern, E., & Paiva, S. (2007). *Parametric Vector Modelling of Laser an Image Surveys of 17th Century Classical Architecture in Dublin*. The 8th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST.

Nunes, A. M. F. (2016). *Inspeção, diagnóstico e propostas de reforço de igreja da Rota do Românico*. [Dissertação de Mestrado], Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, MIEC.

Pauwels, P., Bod, R., Mascio, D., & Meyer, R. (2013). *Integrating building information modelling and semantic web technologies for the management of built heritage information*. University of Amsterdam, G. D'Annunzio University & Ghent University.

Pinto, T. V. A. (2015). *Estudo de patologias de edifícios em tabique: Levantamento, caracterização e reparação*. [Dissertação de Mestrado], Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Ramos, N. M. M. (2008). *Caracterização Construtiva e Patológica de Igrejas e Capelas no Concelho de Estarreja*. [Dissertação de Mestrado], Universidade de Aveiro.

Rodrigues, N. M. (2022). *Viseu, uma perspetiva da morte na Idade Média: A Necrópole de S. Miguel de Fetal*. [Dissertação de Mestrado], Universidade Nova de Lisboa.

Rodrigues, O. S. (2023). *Proposta de um Fluxo de Trabalho Visando o Mapeamento de Patologias em Modelos HBIM A Partir da Identificação Automatizada em Imagens*. [Dissertação de Mestrado], Universidade Estadual de Campinas.

Sampaio, A. Z. (2020). *Metodologia BIM Aplicada na Representação do Edifício de Valor Patrimonial*. Proceedings of the IADIS Ibero American on Applied Computing 2020.

Santos, J. P. S. D. (2021). *Metodologia para o Mapeamento de Fenómenos de Biodeterioração por Manchas Negras na Pintura Mural do Séculos XV e XVI com o Apoio de Processos Fotogramétricos e Sistemas de Registo Vetorial: O Caso de Estudo da Igreja de Santa Marinha, Paroquial de Vila Marim (Vila Real)*. [Dissertação de Mestrado], Universidade Católica Portuguesa.

Silva, L. F. (2021). *BIM na Reabilitação de Edifícios Históricos: Implementação em escritório de arquitetura. Estudo de caso de edifício no Largo da Oliveira, Guimarães*. [Dissertação de Mestrado], Universidade do Minho, Guimarães.

Sousa, C. B., Carvalho, G., Amaral, J., Tissot, M. (2007). *Plano de Conservação Preventiva, Bases orientadoras, normas e procedimentos*. Instituto dos Museus e da Conservação Pálacio Nacional da Ajuda.

Tente, C., Jiménez, O., Alves-Cardoso, F., Casimiro, S., & Alves, C. (2014). *A igreja de São Miguel de Fetal (Viseu). Resultados das escavações arqueológicas e a sua interpretação*. Viseu Património.

Tinoco, J. E. L. (2009). *Mapa de Danos – Recomendações Básicas*. Textos para Discussão – Série 2: Gestão de Restauro. Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada.

Tolentino, M. M. A. (2018). *A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico*. [Tese de Pós-Graduação], Universidade Federal da Bahia.

Verzola, S. N., Marchiori, F. F., & Aragon, J. O. (2014). *Proposta de lista de verificação para inspeção predial x urgência das manutenções*. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), Maceió, AL. <https://doi.org/10.17012/entac2014.300>.

Vilela, F. M. P. (2019). *Danos Estruturais em Edifício Patrimoniais. Metodologias Expeditas de Avaliação*. [Dissertação de Mestrado], Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

Wu, T. C., Lin, Y. C., Hsu, M. F., Zheng, N. W., & Chen, W. L. (2013). *Improving Traditional Building Repair Construction Quality Using Historic Building Information Modeling Concept*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W2, 2013 XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Plantas, Alçados, Cortes e outros Pormenores

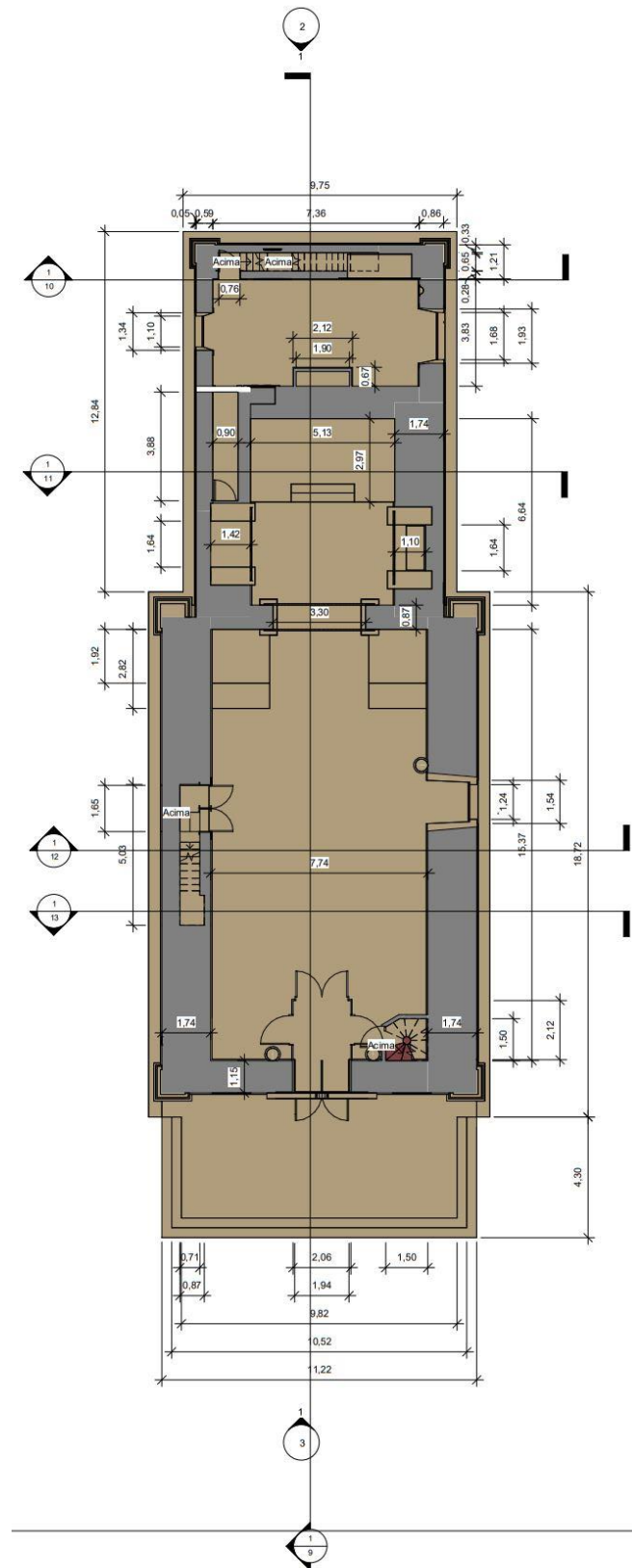


Figura AP A.1. – Planta do Piso Térreo

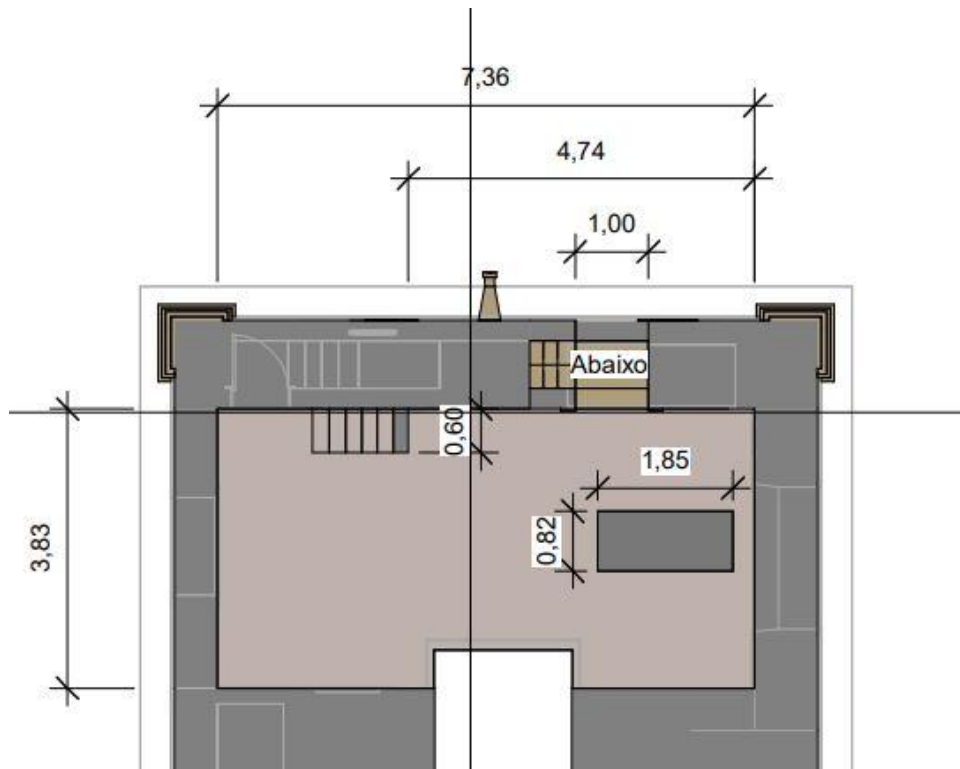


Figura AP A.2. – Planta do Piso Intermédio sobre a Sacristia

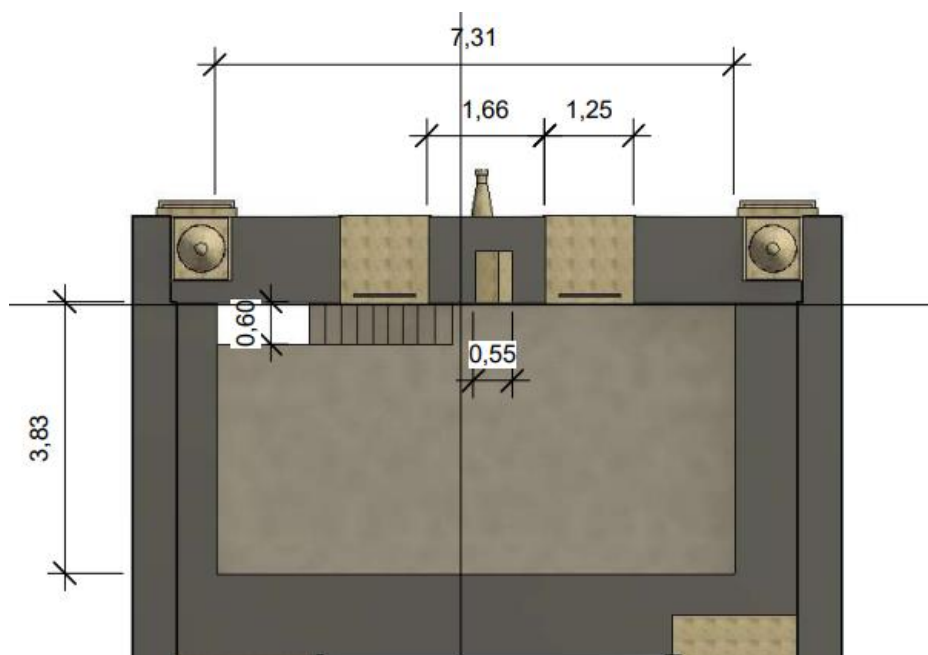


Figura AP A.3. – Planta do Segundo Piso sobre a Sacristia

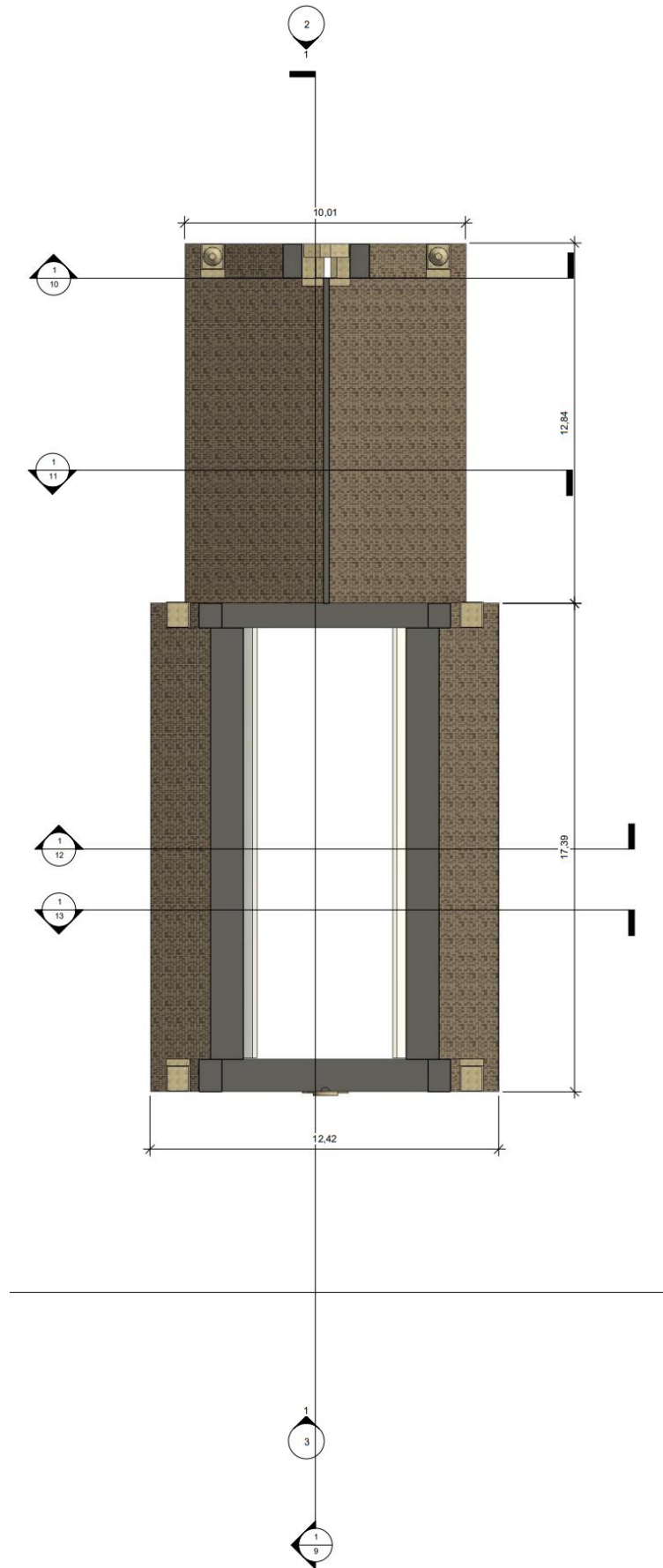
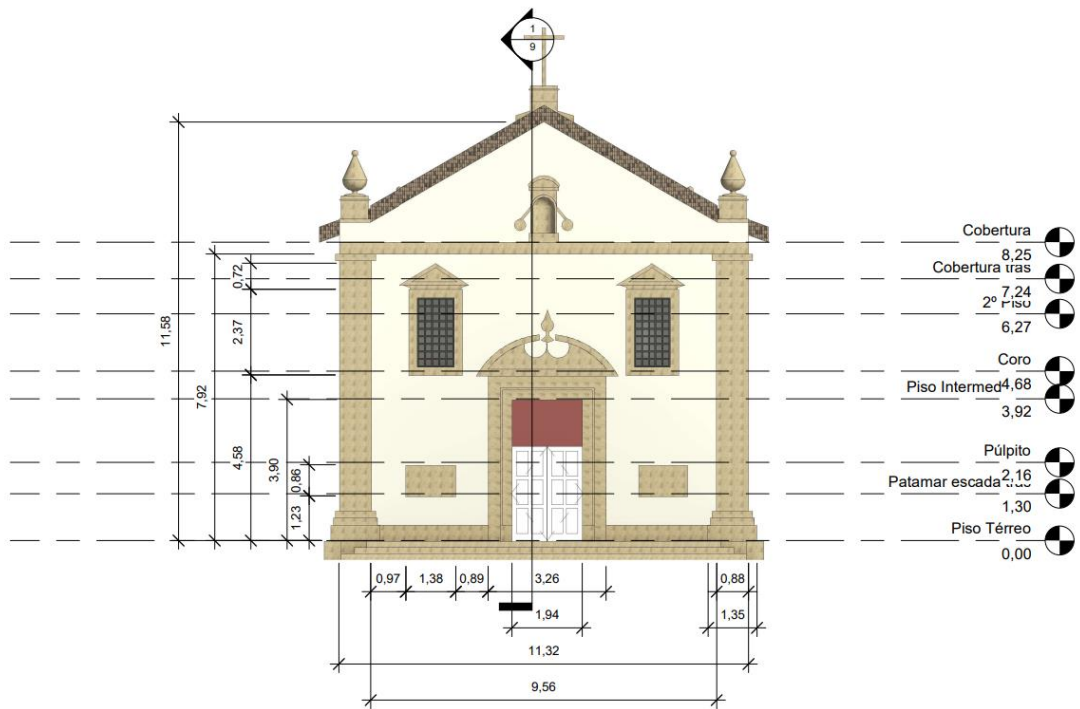
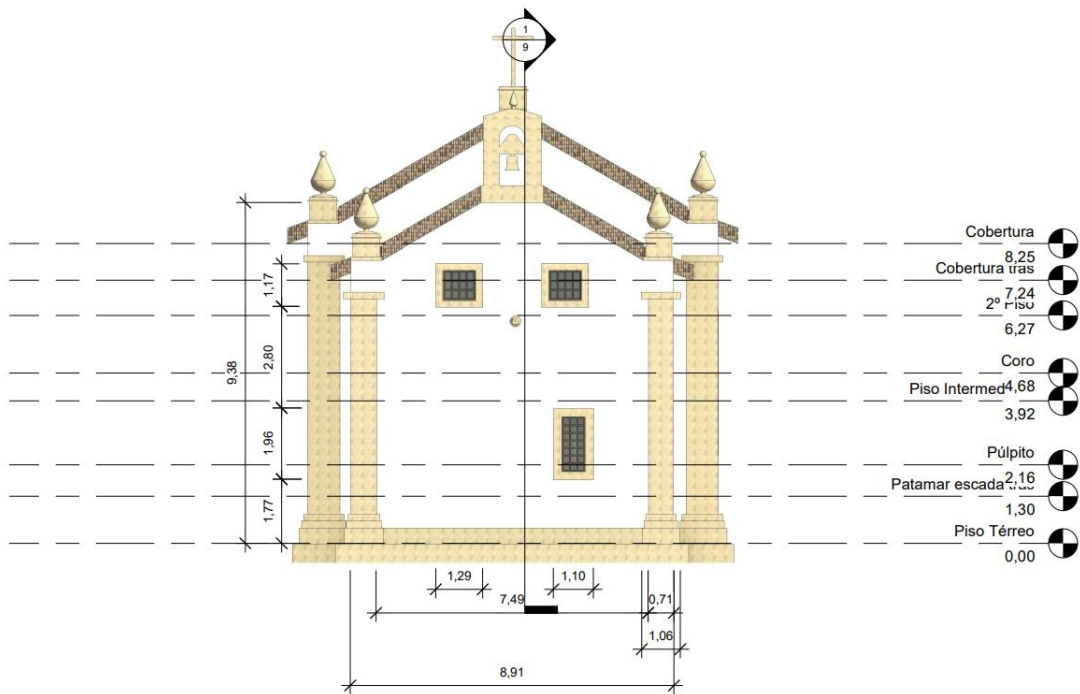


Figura AP A.4. – Planta da Cobertura



1 Alçado Principal
1 : 100

Figura AP A.5. – Alçado Principal



1 Alçado Posterior
1 : 100

Figura AP A.6. – Alçado Posterior

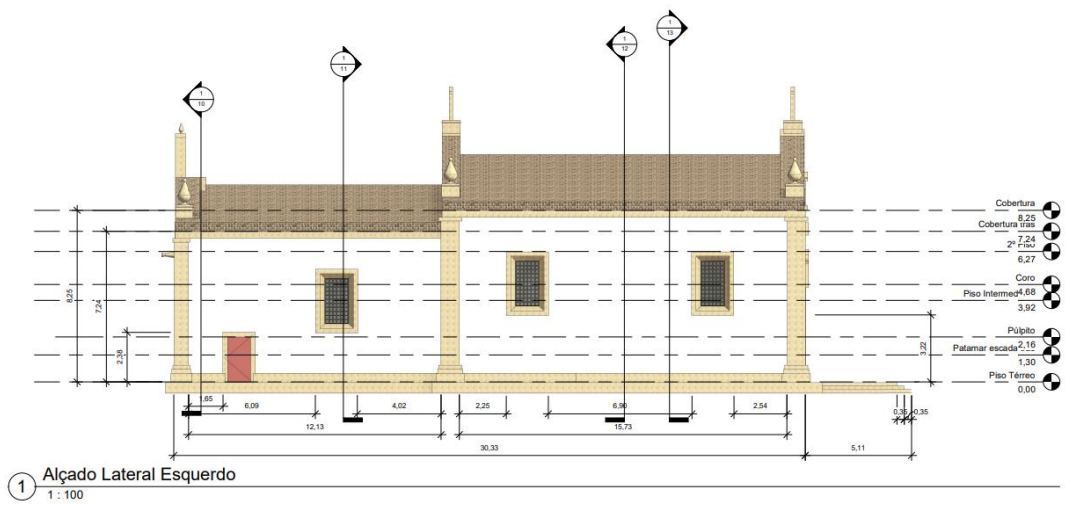


Figura AP A.7. – Alçado Lateral Esquerdo

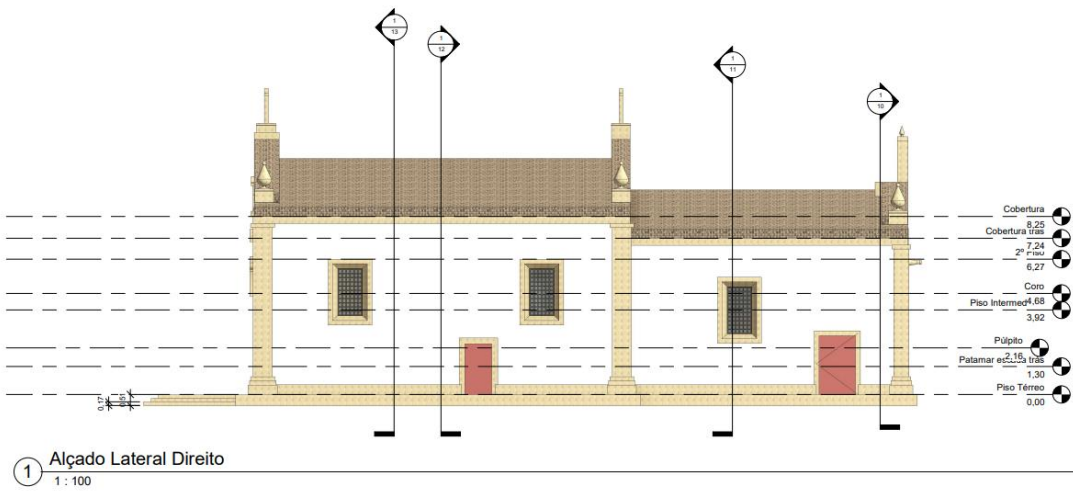


Figura AP A.8. – Alçado Lateral Direito



Figura AP A.9. – Corte 1

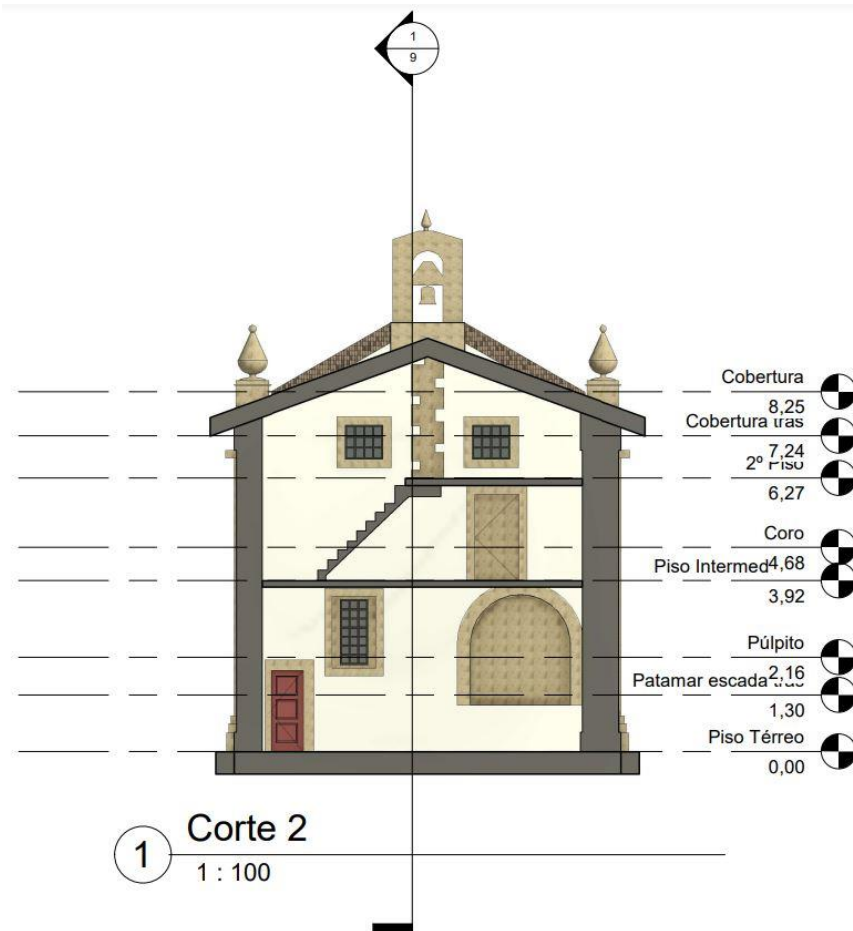


Figura AP A.10. – Corte 2

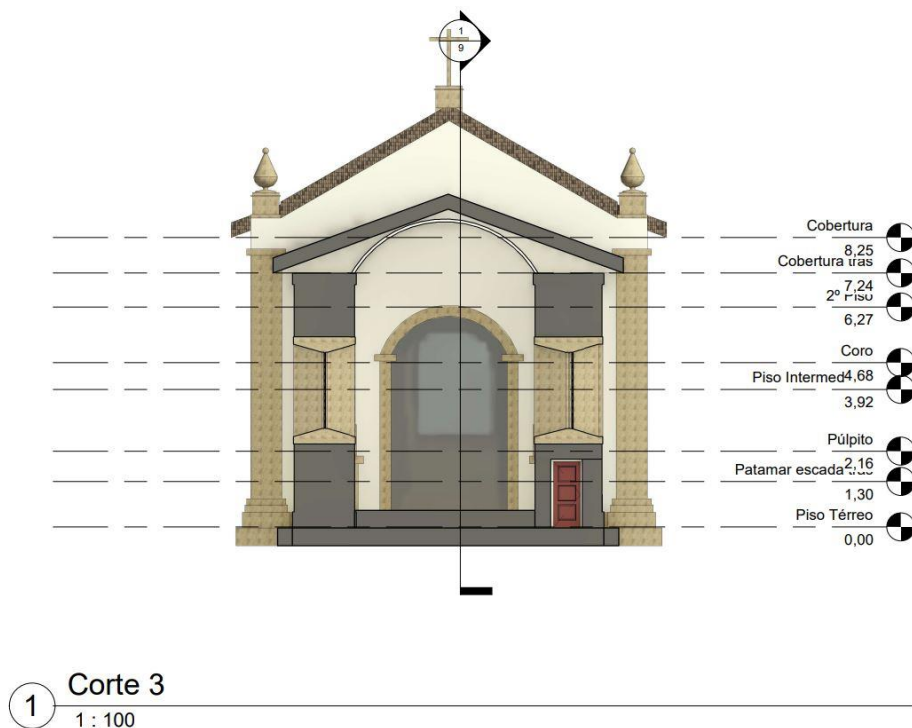
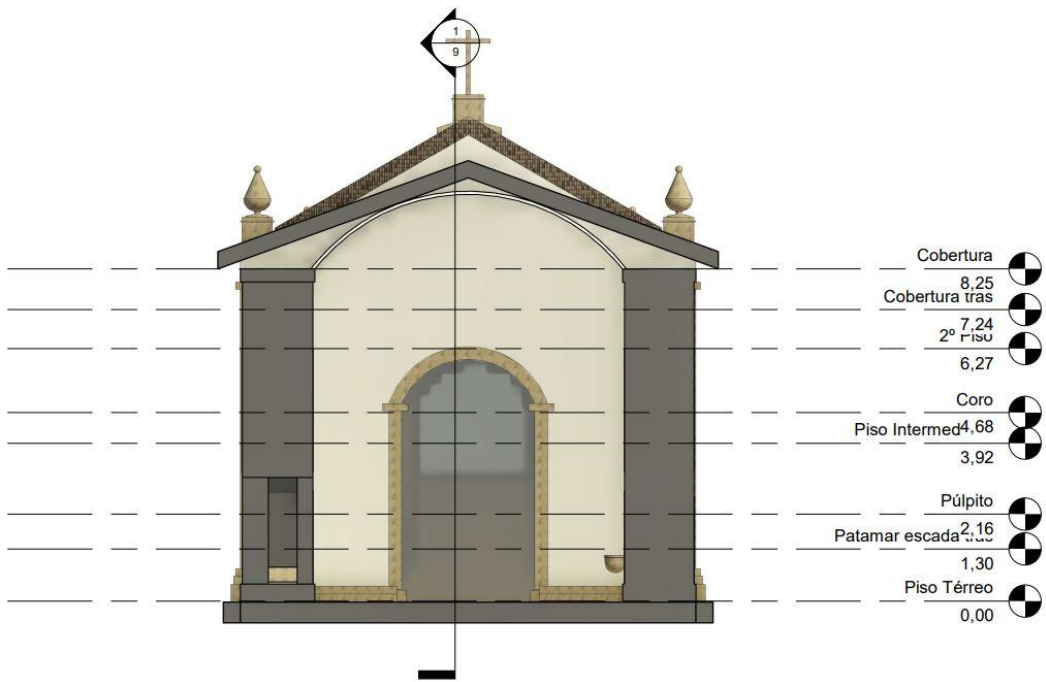
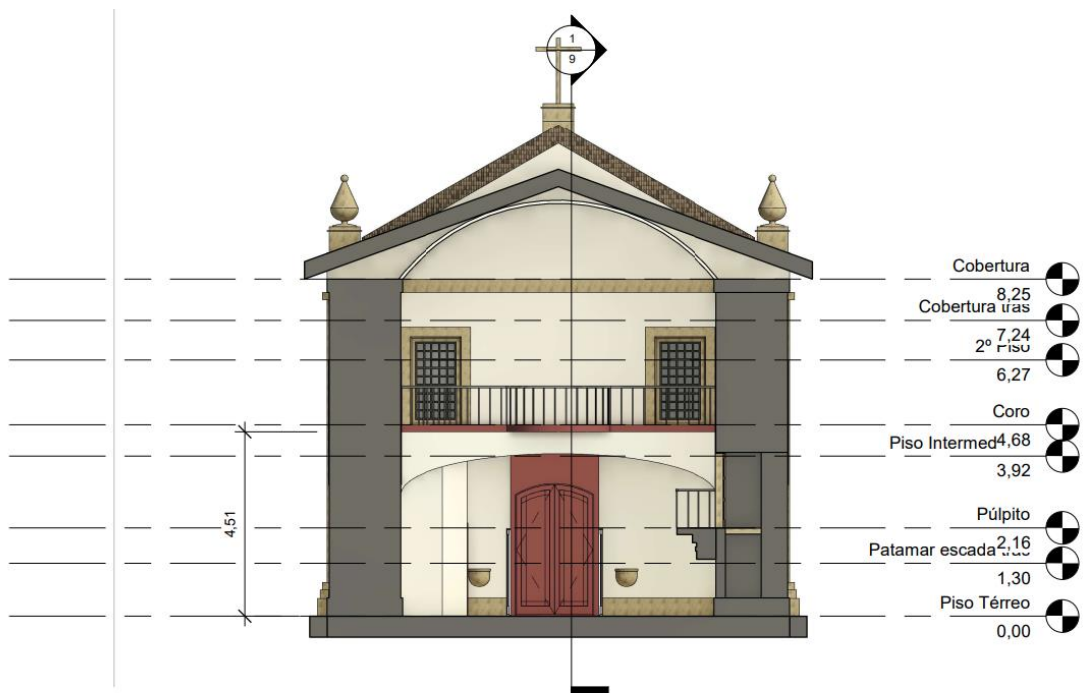


Figura AP A.11. – Corte 3



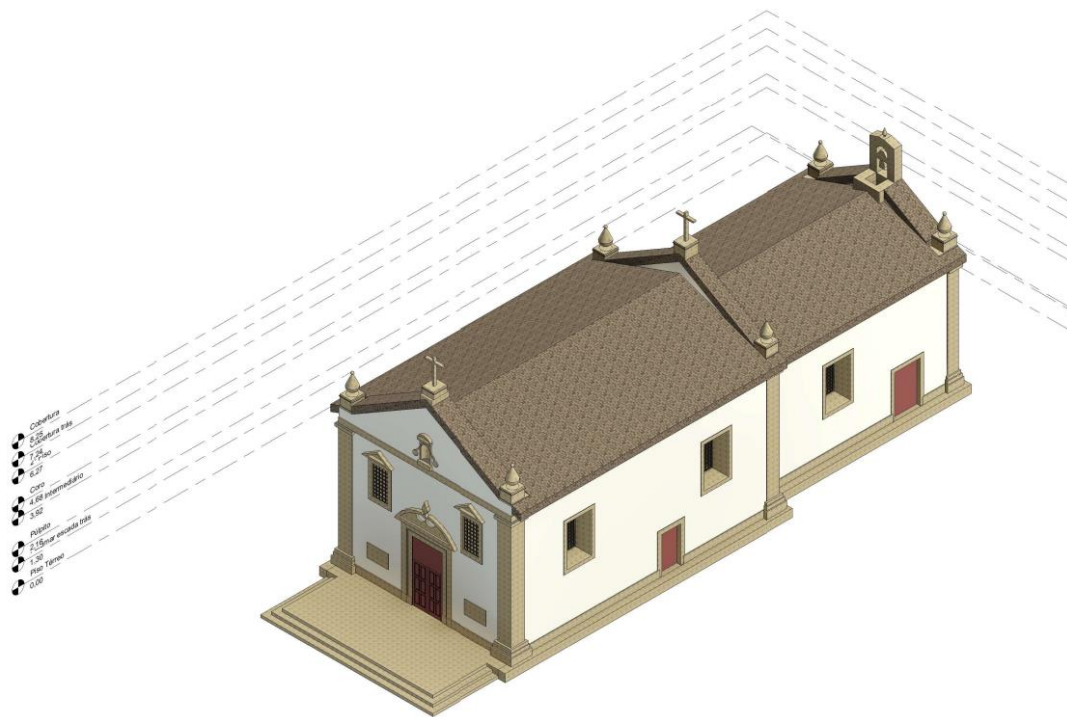
1 Corte 4
1 : 100

Figura AP A.12. – Corte 4



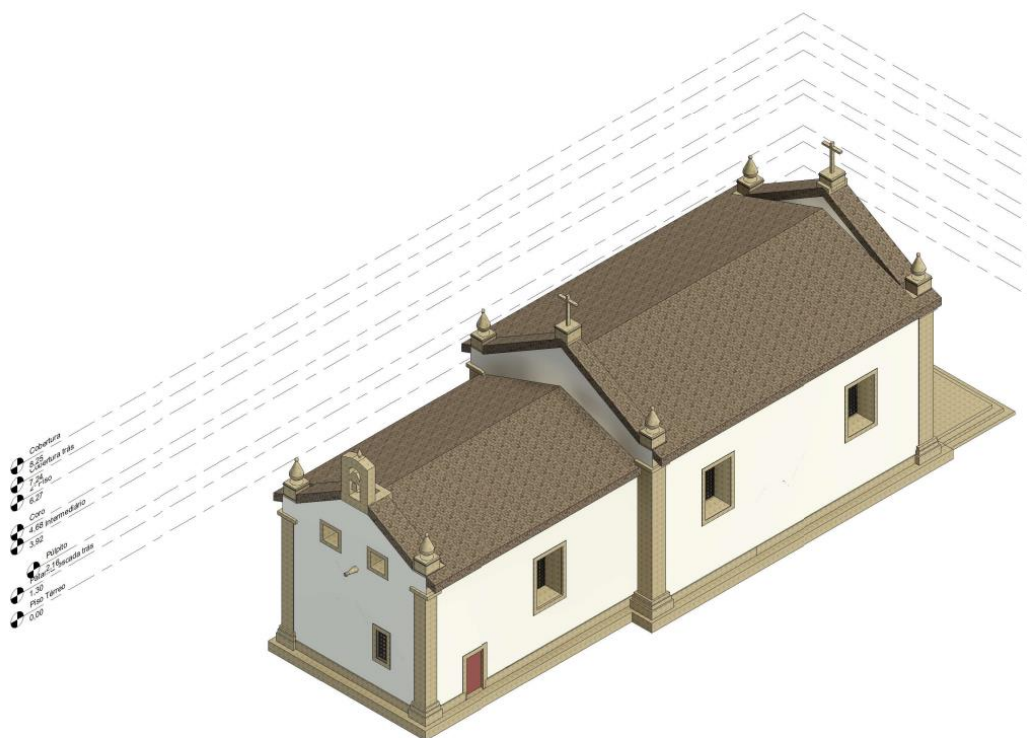
1 Corte 5
1 : 100

Figura AP A.13. – Corte 5



① {3D}

Figura AP A.14. – Perspetiva isométrica 1



① {3D}

Figura AP A.15. – Perspetiva isométrica 2

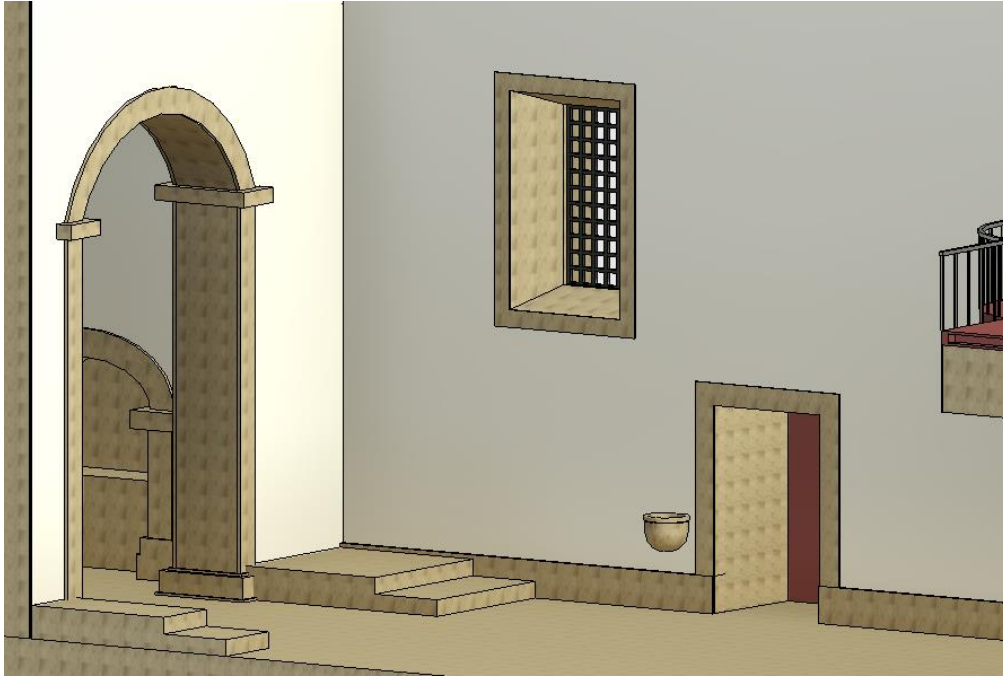


Figura AP A.16. – Nave com vista para a Parede Lateral Direita



Figura AP A.17. – Renderização da Nave com vista para a Parede Lateral Direita



Figura AP A.18. – Nave com vista para o Átrio de entrada, Coro e Púlpito



Figura AP A.19. – Renderização da Nave com vista para a Parede Lateral Esquerdo



Figura AP A.20. – Renderização da Nave com vista para o Átrio da Entrada e Coro



Figura AP A.21. – Capela-mor vista para a Parede Lateral Esquerda



Figura AP A.22. – Capela-mor vista para a Parede Lateral Direita

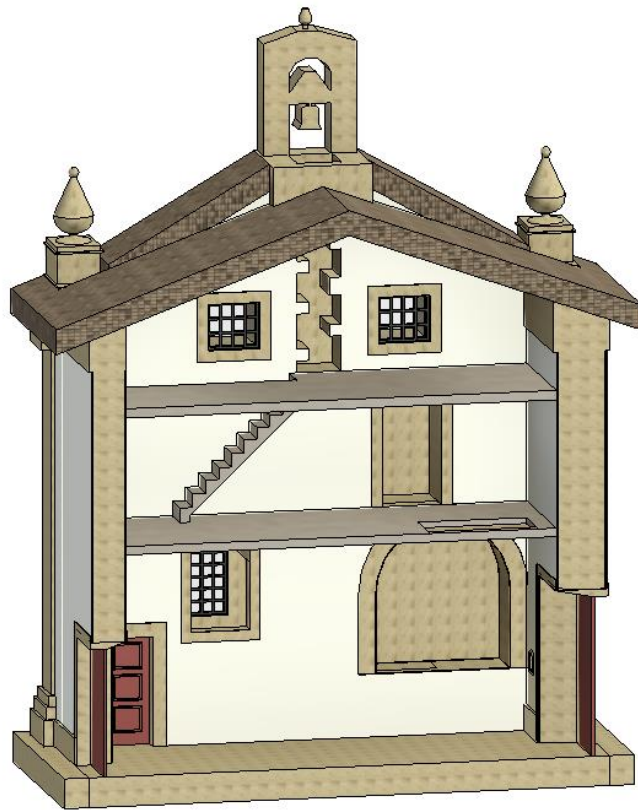


Figura AP A.23. – Vista do corpo da Sacristia

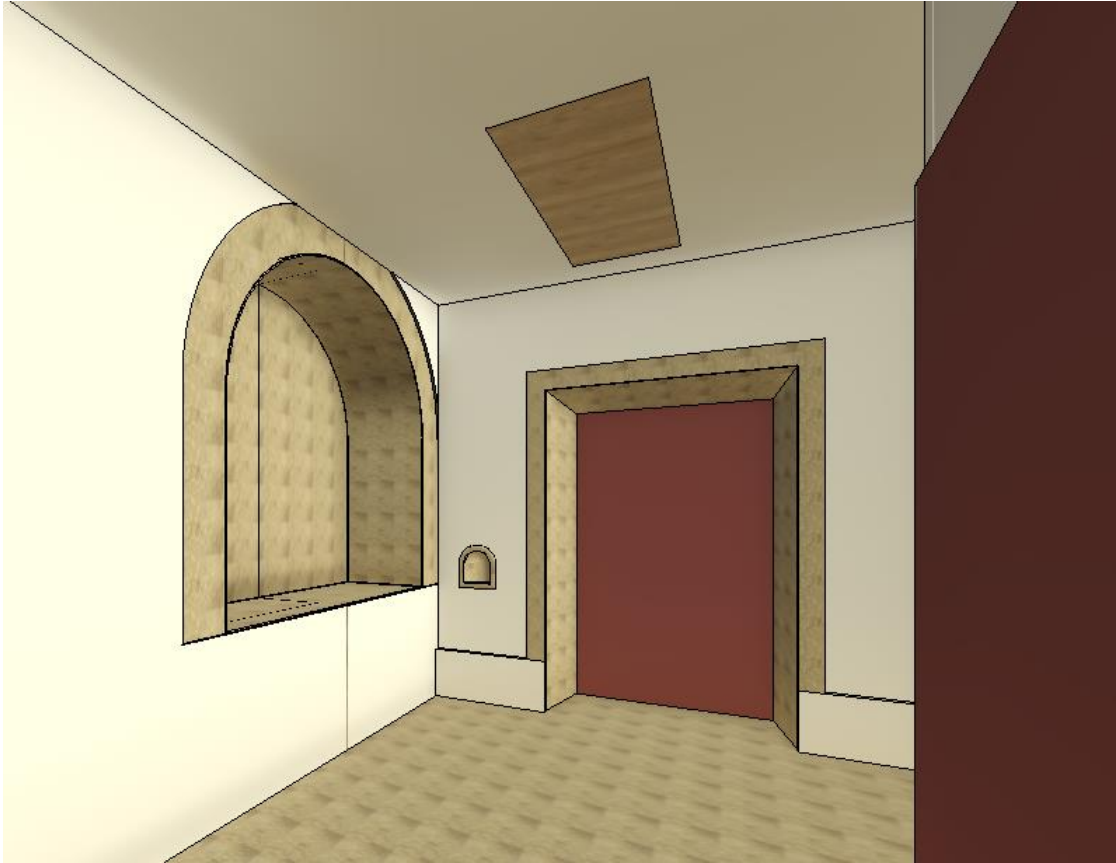


Figura AP A.24. – Sacristia com vista para a Parede Lateral Direita



Figura AP A.25. – Pavimento do Piso Intermédio



Figura AP A.26. – Pavimento do Segundo Piso e arranque da Torre Sineira

APÊNDICE B – Fichas de Inspeção

Tabela AP. B1 – Ficha de inspeção do Alçado Principal Externo

LOCAL: Alçado Principal Externo											
PATOLOGIAS: Instrução: preencher com “x” caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:	Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:		
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos	x	Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal	x	>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Não se mediu a extensão e espessura das patologias. As patologias junto aos cantos são causadas deficiente ligação entre os elementos (fotografias 3 e 4). As próximas à cobertura e à abertura causadas por concentração de tensões (fotografias 5, 6 e 7).											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS: 3, 4, 5, 6 e 7.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:	Quantidade:		Dimensão:						
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO											
DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra	x	Bolor	x
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	x
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados	x	Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS: 7 e 86.											

Tabela AP. B2 – Ficha de inspeção do Alçado Principal Interno

LOCAL: Alçado Principal Interno											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal	x	1-3		Junto aos cantos	x	Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal	x	>10		Junto às aberturas		Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. As fendas/fissuras são causadas por deficiente ligação entre os elementos.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
1, 2, 21, 22, 23, 24 e 25.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra	x	Bolor	
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação	x	Líquén	
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: A causa das manchas de humidade é humidade ascensional.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											

Tabela AP. B3 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Direito Externo

LOCAL: Alçado Lateral Direito Externo											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com “x” caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos	x	Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal	x	>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. As fendas/fissuras junto aos cantos são causadas por deficiente ligação entre os elementos (fotografias 8 e 9). As patologias sobre os vãos são causadas por concentração de tensões (fotografias 10, 11, 12, 15 e 16).											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
8, 9, 10, 11, 12, 15 e 16.											
ABERTURA DE JUNTAS	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical	x	4-10	x	Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Não se mediu a dimensão. A abertura de juntas aparece na maioria das vezes como “continuação” de fissuras/fendas.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
17.											
ESMAGAMENTO											
DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração	x	Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	x
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	x
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: A patologia da fotografia 13 sem sua causa como sendo humidade ascensional. Na fotografia 14 vemos algumas patologias juntas, e essas são causadas por humidade ascensional juntamente com pouca exposição ao sol/ sombreamento.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
13 e 14.											

Tabela AP. B4 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Direito Interno

LOCAL: Alçado Lateral Direito Interno											
PATOLOGIAS: Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
	x	Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal		>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Não se mediu a extensão e espessura das patologias. As patologias sobre os vãos são causadas por concentração de tensões (fotografias 18, 19 e 20).											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS: 18, 19 e 20.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	
Eflorescência	x	Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha	x	De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: A causa da patologia bolha na fotografia 1 é infiltração de água. As outras patologias também foram causadas por humidade ascensional.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS: 1, 30, 31, 32 e 33.											

Tabela AP. B5 – Ficha de inspeção da Parede do Arco Principal Interna (Face da Nave)

LOCAL: Parede do Arco Principal Interna (Face da Nave)										
PATOLOGIAS:										
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .										
FENDA/ FISSURAÇÃO	x									
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)
	x	Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)
	x	Diagonal	x	>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. Fissuras causadas por concentração de tensões.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
26.										
ABERTURA DE JUNTAS										
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:				
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)				
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)				
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
ESMAGAMENTO										
DEFORMAÇÃO										
		Arqueamento								
		Desaprumo								
		Outras		Descrever:						
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
DANOS NÃO ESTRUTURAIS										
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquén
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite		
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										

Tabela AP. B6 – Ficha de inspeção da Parede do Arco Principal Interna (Face da Capela-mor)

LOCAL: Parede do Arco Principal Interna (Face da Capela-mor)										
PATOLOGIAS:										
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .										
FENDA/ FISSURAÇÃO	x									
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:
		Horizontal		1-3	x	Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)
		Vertical	x	4-10		Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)
		Diagonal		>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. Fissuras causadas por concentração de tensões.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
27.										
ABERTURA DE JUNTAS										
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:				
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)				
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)				
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
ESMAGAMENTO										
DEFORMAÇÃO										
		Arqueamento								
		Desaprumo								
		Outras		Descrever:						
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
DANOS NÃO ESTRUTURAIS										
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite		
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										

Tabela AP. B7 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Esquerdo Interno

LOCAL: Alçado Lateral Esquerdo Interno											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com “x” caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal		>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Não se mediu a extensão e espessura das patologias. A patologia sobre o vão do púlpito (fotografia 34) é devido a descontinuidade da parede decorrente à existência de um vão que origina concentração de tensões sobre a abertura.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
34											
ABERTURA DE JUNTAS	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical	x	4-10	x	Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Não se mediu a dimensão. A abertura de juntas aparece na maioria das vezes como “continuação” de fissuras/fendas.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
39 e 40.											
ESMAGAMENTO											
DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê	x	Crosta Negra		Bolor	
Eflorescência	x	Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha	x	De origem mecânica	x	Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
As manchas de humidade e as eflorescências são ocasionadas por humidade ascensional. A perda de argamassa (fotografia 36) decorreu de infiltração de água e deficiente colocação da argamassa. A patologia bolha (fotografia 38) decorreu de infiltração de água juntamente com sais solúveis.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
35, 36, 37 e 38.											

Tabela AP. B8 – Ficha de inspeção do Alçado Lateral Esquerdo Externo

LOCAL: Alçado Lateral Esquerdo Externo											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com “x” caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical	x	4-10		Meio da fachada	x	Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal	x	>10	x	Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. As fissuras presentes nessa fachada são causadas devido a presença de vários vãos que geram tensões sobre as aberturas e entre elas.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
41, 42 e 43.											
ABERTURA DE JUNTAS	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical	x	4-10	x	Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Não se mediu a dimensão. A abertura de juntas aparece na maioria das vezes como “continuação” de fissuras/fendas.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
49.											
ESMAGAMENTO											
DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	x
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação	x	Líquen	x
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade	x	Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
A causa da patologia perda de argamassa na fotografia 44, do bolor, do líquen e sujidade é que a fachada é voltada para o norte, recebendo pouca luz do sol e sendo naturalmente mais húmida. Manchas de humidade nas fotografias 45 e 46 ocasionadas por humidade ascensional. A grande mancha de humidade presente na fotografia 48 é ocasionada por infiltração de água.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
44, 45, 46, 47, 48											

Tabela AP. B9 – Ficha de inspeção da Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Capela-mor)

LOCAL: Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Capela-mor)										
PATOLOGIAS:										
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .										
FENDA/ FISSURAÇÃO	x									
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:
		Horizontal		1-3	x	Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)
		Vertical	x	4-10		Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)
		Diagonal	x	>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. A causa das patologias é concentração de tensões sobre a abertura que existe na parede da sacristia para acesso pela zona posterior do retábulo.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
50 e 51.										
ABERTURA DE JUNTAS										
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:				
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)				
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)				
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO										
		Arqueamento								
		Desaprumo								
		Outras		Descrever:						
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
DANOS NÃO ESTRUTURAIS										
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite		
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
A causa da perda de argamassa das fotografias 53 e 54 é degradação devido a ambiente de exposição húmido.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
53 e 54.										

Tabela AP. B10 – Ficha de inspeção da Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Sacristia, Piso Intermédio e Segundo Piso)

LOCAL: Parede Interna ao fundo da Capela-mor (Face para a Sacristia, Piso Intermédio e Segundo Piso)											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
	x	Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal		>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. A fissura vista na fotografia 57 foi ocasionada por concentração de tensões por existência de vão e deficiente ligação entre a laje e a parede. As fissuras da fotografia 74 foram ocasionadas por concentração de tensões sobre o vão de acesso por detrás do retábulo.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
57 e 74.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquén	
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade	x	Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
55.											

Tabela AP. B11 – Ficha de inspeção do Alçado Posterior Interno

LOCAL: Alçado Posterior Interno											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3	x	Junto aos cantos	x	Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical	x	4-10		Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal		>10		Junto às aberturas		Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. A fissura da fotografia 56 tem sua causa sendo deficiente <u>ligação</u> entre os elementos.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
56											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO											
DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração	x	Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
A mancha de humidade visível na fotografia 56 foi causada por infiltração de água. A alteração presente nas fotografias 67, 68 e 69 é a utilização de argamassa.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
56, 67, 68 e 69.											

Tabela AP. B12 – Ficha de inspeção do Alçado Posterior Externo

LOCAL: Alçado Posterior Externo											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
	x	Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal		>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. As fissuras/fendas foram causadas por concentração de tensões próximas às aberturas.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
70 e 72.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO											
DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	x
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquén	x
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite	x		
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
As manchas de humidade, as perdas de argamassa, os bolores e os líquenes foram ocasionados por infiltração de água juntamente com o facto de a fachada ser voltada a este, com pouca presença de sol e naturalmente mais húmida. Para o grafite, a origem é vandalismo.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
70, 71, 72 e 73.											

Tabela AP. B13 – Ficha de inspeção das Paredes cujas superfícies se encontram acima da Cobertura

LOCAL: Paredes cujas superfícies se encontram acima da Cobertura											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com “x” caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal		1-3		Junto aos cantos	x	Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical	x	4-10	x	Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal	x	>10		Junto às aberturas		Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. Concentração de tensões. Observa-se que as fendas/fissuras existentes na face interior da parede se prolongam até a face exterior (acima da cobertura).											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
86 e 87.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra	x	Bolor	x
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação	x	Líquen	x
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
A vegetação, o bolor e os líquenes acabam surgindo pelo acúmulo de poeiras, detritos e sujidades juntamente com a presença de água.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
60, 61, 62, 63, 64, 65 e 66.											

Tabela AP. B14 – Ficha de inspeção da Parede de Tabique da Caixa de Escada de acesso ao Coro

LOCAL: Parede de Tabique da Caixa de Escada de acesso ao Coro										
PATOLOGIAS:										
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .										
FENDA/ FISSURAÇÃO	x									
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:
		Horizontal		1-3	x	Junto aos cantos	x	Curta (<50cm)		Fina (<1mm)
		Vertical	x	4-10		Meio da fachada		Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)
		Diagonal		>10		Junto às aberturas		Grande (>2m)		Espessa (>4mm)
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. A fissura/fenda foi ocasionada por deficiente <u>ligação</u> entre os elementos na zona angulosa da parede.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
76.										
ABERTURA DE JUNTAS	x									
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:				
		Horizontal		1-3	x	Pequena (<5mm)				
		Vertical	x	4-10		Média (>5mm <10mm)				
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
Não se mediu a dimensão. A abertura de junta surgiu na continuidade da fissura/fenda.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
76.										
ESMAGAMENTO										
DEFORMAÇÃO										
		Arqueamento								
		Desaprumo								
		Outras		Descrever:						
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
76.										
DANOS NÃO ESTRUTURAIS										
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite		
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:										
Na fotografia 75 vemos uma perda de argamassa decorrida de infiltrações de água, essas infiltrações vêm das fendas existentes nas interfaces da parede da fachada principal com a parede lateral direita.										
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:										
75.										

Tabela AP. B15 – Ficha de inspeção da Escada de Madeira de acesso ao Coro

LOCAL: Escada de Madeira de acesso ao Coro									
PATOLOGIAS:									
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .									
FENDA/ FISSURAÇÃO									
		Alinhamento:	Quantidade:	Localização	Extensão:	Espessura:			
		Horizontal	1-3	Junto aos cantos	Curta (<50cm)	Fina (<1mm)			
		Vertical	4-10	Meio da fachada	Média (>50cm <2m)	Média (<1mm >4mm)			
		Diagonal	>10	Junto às aberturas	Grande (>2m)	Espessa (>4mm)			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
ABERTURA DE JUNTAS									
		Alinhamento:	Quantidade:	Dimensão:					
		Horizontal	1-3	Pequena (<5mm)					
		Vertical	4-10	Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal	>10	Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO									
		Arqueamento							
		Desaprumo							
		Outras		Descrever:					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
DANOS NÃO ESTRUTURAIS									
Destacamento do Revestimento	Alteração	Degradação por organismos xilófagos (madeira)	x	Craquelê	Crosta Negra	Bolor			
Eflorescência	Mancha de humidade/ infiltração	Bolha		De origem mecânica	Colonização Biológica/ Vegetação	Líquen			
Perda de Argamassa	Degradação (madeira)	x	Vidros Quebrados	Sujidade	Grafite				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
As tábuas da escada foram degradadas com a presença de água proveniente das fendas próximas.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
77 e 78.									

Tabela AP. B16 – Ficha de inspeção do Forro de Madeira da Cobertura sobre a Nave

LOCAL: Forro de Madeira da Cobertura sobre a Nave											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal	x	1-3	x	Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical		4-10		Meio da fachada	x	Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal		>10		Junto às aberturas		Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. Assentamentos ou movimentações das paredes laterais.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
79 e 80.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO											
DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
As manchas de humidade são devidas às infiltrações de água, e isso ocorre provavelmente por deficiente drenagem das águas pluviais ou zonas de infiltrações na cobertura.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
79, 81 e 82.											

Tabela AP. B17 – Ficha de inspeção do Forro de Madeira da Cobertura sobre a Capela-mor

LOCAL: Forro de Madeira da Cobertura sobre a Capela-mor									
PATOLOGIAS:									
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .									
FENDA/ FISSURAÇÃO	x								
	Alinhamento:	Quantidade:	Localização	Extensão:	Espessura:				
	Horizontal	x 1-3	x Junto aos cantos	Curta (<50cm)	Fina (<1mm)				
	Vertical	4-10	Meio da fachada	x Média (>50cm <2m)	Média (<1mm >4mm)				
	Diagonal	>10	Junto às aberturas	Grande (>2m)	Espessa (>4mm)				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. Assentamentos ou movimentações das paredes laterais.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
83.									
ABERTURA DE JUNTAS									
	Alinhamento:	Quantidade:	Dimensão:						
	Horizontal	1-3	Pequena (<5mm)						
	Vertical	4-10	Média (>5mm <10mm)						
	Diagonal	>10	Grande (>10mm)						
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO									
	Arqueamento								
	Desaprumo								
	Outras		Descrever:						
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
DANOS NÃO ESTRUTURAIS									
Destacamento do Revestimento	Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)	Craquelê	Crosta Negra	Bolor			
Eflorescência	Mancha de humidade/ infiltração	x	Bolha	De origem mecânica	Colonização Biológica/ Vegetação	Líquen			
Perda de Argamassa	Degradação (madeira)		Vidros Quebrados	Sujidade	Grafite				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
As manchas de humidade são devidas às infiltrações de água, e isso ocorre provavelmente por deficiente drenagem das águas pluviais ou zonas de infiltrações na cobertura.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
83.									

Tabela AP. B18 – Ficha de inspeção da Face Inferior do Pavimento Intermédio

LOCAL: Face Inferior do Pavimento Intermediário											
PATOLOGIAS:											
Instrução: preencher com "x" caso o item em questão <u>exista</u> .											
FENDA/ FISSURAÇÃO	x										
		Alinhamento:		Quantidade:		Localização		Extensão:		Espessura:	
		Horizontal	x	1-3	x	Junto aos cantos		Curta (<50cm)		Fina (<1mm)	
		Vertical		4-10		Meio da fachada	x	Média (>50cm <2m)		Média (<1mm >4mm)	
		Diagonal		>10		Junto às aberturas	x	Grande (>2m)		Espessa (>4mm)	
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
Não se mediu a extensão e espessura das patologias. Localizada no arranque da escada de acesso do piso intermédio ao segundo piso da sacristia que se apoia diretamente na laje aligeirada de betão armado e vigotas pré-esforçadas (fotografia 58). Concentração de tensões próximo da abertura existente na laje (fotografia 59).											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
58 e 59.											
ABERTURA DE JUNTAS											
		Alinhamento:		Quantidade:		Dimensão:					
		Horizontal		1-3		Pequena (<5mm)					
		Vertical		4-10		Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal		>10		Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
ESMAGAMENTO DEFORMAÇÃO											
		Arqueamento									
		Desaprumo									
		Outras		Descrever:							
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											
DANOS NÃO ESTRUTURAIS											
Destacamento do Revestimento		Alteração		Degradação por organismos xilófagos (madeira)		Craquelê		Crosta Negra		Bolor	
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração		Bolha		De origem mecânica		Colonização Biológica/ Vegetação		Líquen	
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)		Vidros Quebrados		Sujidade		Grafite			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:											
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:											

Tabela AP. B19 – Ficha de inspeção do Átrio de Entrada (madeira)

LOCAL: Átrio de Entrada (madeira)									
PATOLOGIAS:									
Instrução: preencher com "X" caso o item em questão <u>exista</u> .									
FENDA/ FISSURAÇÃO									
		Alinhamento:	Quantidade:	Localização	Extensão:	Espessura:			
		Horizontal	1-3	Junto aos cantos	Curta (<50cm)	Fina (<1mm)			
		Vertical	4-10	Meio da fachada	Média (>50cm <2m)	Média (<1mm >4mm)			
		Diagonal	>10	Junto às aberturas	Grande (>2m)	Espessa (>4mm)			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
ABERTURA DE JUNTAS									
		Alinhamento:	Quantidade:	Dimensão:					
		Horizontal	1-3	Pequena (<5mm)					
		Vertical	4-10	Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal	>10	Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
ESMAGAMENTO									
DEFORMAÇÃO									
		Arqueamento							
		Desaprumo							
		Outras		Descrever:					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
DANOS NÃO ESTRUTURAIIS									
Destacamento do Revestimento		Alteração	Degradação por organismos xilófagos (madeira)	Craquelê	Crosta Negra	Bolor			
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	Bolha	De origem mecânica	Colonização Biológica/ Vegetação	Líquen			
Perda de Argamassa		Degradação (madeira)	x Vidros Quebrados	x Sujidade	Grafite				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
A degradação ocorre por ser um ambiente húmido.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
84 e 85.									

Tabela AP. B20 – Ficha de inspeção da Parede Interna Lateral da Capela-mor (Face da Capela-mor)

LOCAL: Parede Interna Lateral da Capela-mor (face da Capela-mor)									
PATOLOGIAS:									
Instrução: preencher com “X” caso o item em questão <u>exista</u> .									
FENDA/ FISSURAÇÃO									
		Alinhamento:	Quantidade:	Localização	Extensão:	Espessura:			
		Horizontal	1-3	Junto aos cantos	Curta (<50cm)	Fina (<1mm)			
		Vertical	4-10	Meio da fachada	Média (>50cm <2m)	Média (<1mm >4mm)			
		Diagonal	>10	Junto às aberturas	Grande (>2m)	Espessa (>4mm)			
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
ABERTURA DE JUNTAS									
		Alinhamento:	Quantidade:	Dimensão:					
		Horizontal	1-3	Pequena (<5mm)					
		Vertical	4-10	Média (>5mm <10mm)					
		Diagonal	>10	Grande (>10mm)					
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
ESMAGAMENTO									
DEFORMAÇÃO									
		Arqueamento							
		Desaprumo							
		Outras	Descrever:						
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS: Devido à falta de equipamento não se mediu esmagamento e deformação.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
DANOS NÃO ESTRUTURAIIS									
Destacamento do Revestimento		Alteração	Degradação por organismos xilófagos (madeira)	Craquelê	Crosta Negra	Bolor			
Eflorescência		Mancha de humidade/ infiltração	Bolha	De origem mecânica	Colonização Biológica/ Vegetação	Líquen			
Perda de Argamassa	x	Degradação (madeira)	Vidros Quebrados	Sujidade	Grafite				
POSSÍVEIS CAUSAS/COMENTÁRIOS:									
A causa da perda de argamassa é degradação devido a ambiente de exposição húmido.									
NÚMERO DAS FOTOGRAFIAS:									
52.									

APÊNDICE C – Fotografias das Patologias



Fotografia 1 – Localização: Ligação Interna entre a Parede Frontal e a Parede Lateral Direita



Fotografia 2 – Localização: Ligação Interna entre a Parede Frontal e a Parede Lateral Esquerda



Fotografia 3 – Localização: Alçado Principal



Fotografia 4 – Localização: Alçado Principal



Fotografia 5 – Localização: Alçado Principal



Fotografia 6 – Localização: Alçado Principal



Fotografia 7 – Localização: Alçado Principal



Fotografia 8 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 9 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 10 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 11 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 12 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 13 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 14 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 15 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 16– Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 17 – Localização: Alçado Lateral Direito



Fotografia 18 – Localização: Parede Lateral Direita (interna)



Fotografia 19 – Localização: Parede Lateral Direita (interna)



Fotografia 20 – Localização: Parede Lateral Direita da Capela-mor (interna)



Fotografia 21 – localização: Parede Frontal (interna) por cima do Coro



Fotografia 22 – Localização: Parede Frontal (interna) ao lado do Átrio da Entrada



Fotografia 23 – Localização: Parede Frontal (interna) por baixo do Coro



Fotografia 24 – Localização: Parede Frontal (interna) por baixo do Coro



Fotografia 25 – Localização: Parede Frontal (interna) por baixo do Coro



Fotografia 26 – Localização: Parede do Arco Principal (face da Nave)



Fotografia 27 – Localização: Parede do Arco Principal (face da Capela-mor)



Fotografia 28 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura



Fotografia 29 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura



Fotografia 30 – Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave



Fotografia 31 – Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave



Fotografia 32 – Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave



Fotografia 33 - Localização: Parede Lateral Direita (interna) da Nave



Fotografia 34 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Nave



Fotografia 35 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Nave



Fotografia 36 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Capela-mor



Fotografia 37 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) do Corredor de Acesso à Sacristia



Fotografia 38 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) do Corredor de Acesso à Sacristia



Fotografia 39 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna)



Fotografia 40 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna)



Fotografia 41 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 42 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 43 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 44 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 45 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 46 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 47 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 48 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 49 – Localização: Alçado Lateral Esquerdo



Fotografia 50 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor



Fotografia 51 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor



Fotografia 52 – Localização: Parede Lateral Esquerda (interna) da Capela-mor



Fotografia 53 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor



Fotografia 54 – Localização: Parede Interna ao Fundo da Capela-mor



Fotografia 55 – Localização: Sacristia



Fotografia 56 – Localização: Sacristia



Fotografia 57 – Localização: Sacristia



Fotografia 58 – Localização: Sacristia



Fotografia 59 – Localização: Sacristia



Fotografia 60 – Localização: Cobertura



Fotografia 61 – Localização: Cobertura



Fotografia 62 – Localização: Cobertura



Fotografia 63 – Localização: Cobertura



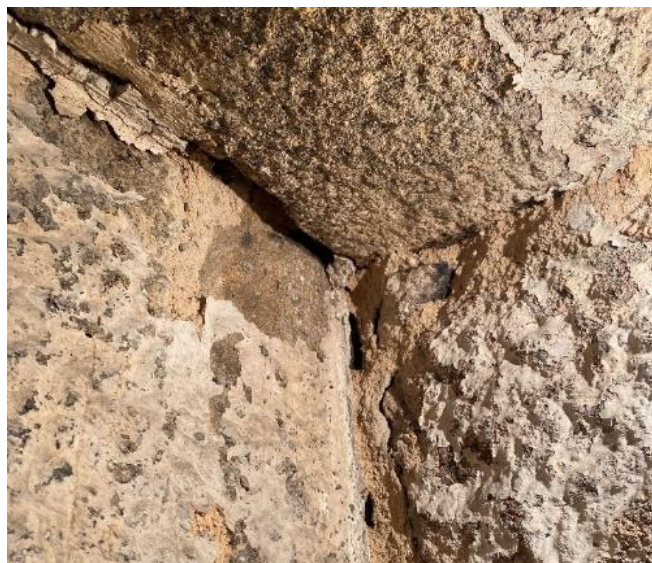
Fotografia 64 – Localização: Cobertura



Fotografia 65 – Localização: Cobertura



Fotografia 66 – Localização: Cobertura



Fotografia 67 – Localização: Escada de Acesso ao Piso Intermédio sobre a Sacristia



Fotografia 68 – Localização: Escada de Acesso ao Piso Intermédio sobre a Sacristia



Fotografia 69 – Localização: Escada de Acesso ao Piso Intermédio sobre a Sacristia



Fotografia 70 – Localização: Alçado Posterior



Fotografia 71 – Localização: Alçado Posterior



Fotografia 72 – Localização: Alçado Posterior



Fotografia 73 – Localização: Alçado Posterior



Fotografia 74 – Localização: Piso Intermédio sobre a Sacristia



Fotografia 75 – Localização: Paredes de Tabique da Caixa de Escadas de Acesso ao Coro



Fotografia 76 – Localização: Paredes de Tabique da Caixa de Escadas de Acesso ao Coro



Fotografia 77 – Localização: Escada de Acesso ao Coro



Fotografia 78 – Localização: Escada de Acesso ao Coro



Fotografia 79 – Localização: Forro da Cobertura da Nave



Fotografia 80 – Localização: Forro da Cobertura da Nave



Fotografia 81 – Localização: Forro da Cobertura da Nave



Fotografia 82 – Localização: Forro da Cobertura da Nave



Fotografia 83 – Localização: Forro da Cobertura da Capela-mor



Fotografia 84 – Localização: Átrio de Entrada



Fotografia 85 – Localização: Janela do Átrio de Entrada



Fotografia 86 – Localização: Alçado Principal Externo



Fotografia 87 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura



Fotografia 88 – Localização: Parede do Arco Principal acima da Cobertura