



M 2016

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE REFORÇO DE IGREJA DA ROTA DO ROMÂNICO

ADRIANA MARIA FERREIRA NUNES
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
MIEC – MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL

INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE REFORÇO DE IGREJA DA ROTA DO ROMÂNICO

ADRIANA MARIA FERREIRA NUNES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS

Orientador: Professor Doutor Humberto Salazar Amorim Varum

Coorientador: Engenheira Esmeralda Maria Dias de Castro Paupério Vila
Pouca

JUNHO DE 2016

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2015/2016

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2014/2015 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus pais e irmãos

“Penso, logo existo”

René Descartes

AGRADECIMENTOS

Ao terminar esta etapa, que até ao momento se torna das mais importantes da minha vida, quero agradecer profundamente a todos aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação e desenvolvimento da presente dissertação.

Aos meus orientadores – Professor Doutor Humberto Varum e Engenheira Esmeralda Paupério – pela orientação, disponibilidade, simpatia e paciência. Muito obrigada por todo o apoio, por toda ajuda na resolução de problemas que foram surgindo ao longo do desenvolvimento da dissertação, por todos os conhecimentos que me foram transmitidos e por todas as oportunidades que me foram facultadas com a realização da presente dissertação.

Muito obrigada à equipa da Rota do Românico pela sua recetibilidade e disponibilidade em especial ao Engenheiro Ricardo Magalhães pela sua simpatia, preocupação e dedicação, à Doutora Rosário Machado e ao Engenheiro Nelson Antunes.

Ao Professor Doutor Xavier Romão pela sua disponibilidade, dedicação e paciência.

A todos os professores que ao longo destes 5 anos contribuíram para a minha formação, transmitindo o conhecimento de forma sábia e eficaz.

Aos meus amigos que me acompanharam neste percurso e que sempre me transmitiram o seu apoio e carinho, principalmente ao Hugo, à Mafalda, à Beatriz e à Teresa. Um muito obrigado por todos os momentos que passamos juntos ao longo destes 5 anos.

Mais importante que tudo, um grande obrigado aos meus pais e irmãos pelo apoio, incentivo e amor, pois sem eles nada seria possível.

Ao André pela compreensão e paciência que demonstrou ao acompanhar-me ao longo do meu percurso académico.

À minha afilhada Lara por me fazer acreditar que tudo é possível!

Muito obrigada a todos...

RESUMO

O Património, como reflexo cultural de uma sociedade, apresenta cada vez mais uma maior importância. Consequentemente a conservação e salvaguarda do património arquitetónico tem vindo a tornar-se umas das atividades com maior significado para as sociedades.

Esta dissertação tem como principal objetivo a criação de uma ficha técnica de inspeção que permita o levantamento sistematizado das anomalias e o registo de variada informação a nível construtivo que permita a caracterização das igrejas da Rota do Românico, que representam um valor inimaginável a nível cultural. Para se mostrar a importância que estes monumentos representam para a sociedade é feita uma reflexão sobre a importância do Património arquitetónico juntamente com uma reflexão sobre o impacto que a arquitetura românica teve nas construções portuguesas.

A elaboração da ficha implicou visitas de inspeção técnica às 44 igrejas da Rota do Românico, permitindo assim a recolha de dados necessários para a sua elaboração. O processo de criação desta ficha foi iterativo, uma vez que as características das igrejas por vezes diferem um pouco entre elas sendo necessário alguns reajustes. Esta ficha foi criada em formato digital permitindo que o levantamento possa a ser feito através, por exemplo, de um tablet.

Entre outras, a informação na ficha passa pelo registo: das características geométricas; das características estruturais; dos processos construtivos; dos danos; das alterações e intervenções realizadas ao longo do tempo; da interação do imóvel com a sua envolvente; e do seu estado de conservação.

Esta dissertação, através da conjugação da ficha intitulada como *Ficha de Identificação do Imóvel (Ficha IDI)* com as visitas de inspeção, contribui para a sistematização da recolha de dados de todos os monumentos, obtendo deste modo resultados uniformes para todos as igrejas que permitem o seu tratamento estatístico, tarefa que até ao momento não tinha sido posta em prática. A dissertação apresenta ainda uma contribuição para a gestão destes imóveis, uma vez que o tratamento estatístico dos resultados permite uma leitura geral das ocorrências nas 44 igrejas funcionando como uma ferramenta de gestão global.

Com base nos resultados obtidos com a aplicação da *Ficha IDI* foi realizada uma compilação das técnicas de intervenção estrutural em função do tipo de anomalias mais correntes e que mais se adequam a esta tipologia construtiva.

Palavras-Chave: Inspeção, Diagnóstico, Gestão, Intervenção, Reforço estrutural

ABSTRACT

As a cultural reflection of Society, Heritage is seen to have an increasing importance. Consequently, the conservation and safeguarding of the architectural heritage constructions is becoming an activity with a large significance of societies.

The main objective of this dissertation was the development of an inspection form that would allow the systematic survey of construction anomalies and record of multiple types of information related with constructive features. The use of this form would then enable the characterization of the churches of the Rota do Românico, which have an unquantifiable cultural value. To illustrate the importance these monuments have for Society, some considerations are made which address both the significance of architectural heritage and the impact of Romanesque architecture on Portuguese buildings practice.

The development of the form required the technical inspection of 44 churches of the Rota do Românico in order to collect necessary data. The form development process was interactive, since the church characteristics were sometimes seen to differ slightly among them, thus requiring some adjustments in the form. The form was developed in digital format to enable surveys to be carried out using a tablet computer.

Among other aspects, the form data includes the recording of: the geometrical characteristics; the structural characteristics; the construction processes; the existing damage; the changes and interventions that may have been carried out over time; the interaction of church with its surroundings; and its state of conservation.

By combining the development of the referred form, entitled *Ficha de Inspeção do Imóvel (IDI Form)* with the technical inspections, this dissertation contributes to the organization of a data collection process that provides uniform results for all the churches and allows its statistical treatment (a task never carried out before). The dissertation also contributes towards the management of these properties, since the statistical treatment of the surveyed data provides an overall view of events from the 44 churches, thus acting as a global management tool.

Based on the results obtained with the implementation of the *IDI Form*, a set of structural intervention techniques was also compiled. These techniques were proposed according to the most common construction anomalies and considering those that are best suited to this type of building.

KEYWORDS: Inspection, Diagnosis, Management, Intervention, Structural reinforcement

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2. A ARQUITETURA ROMÂNICA EM PORTUGAL	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. O ROMÂNICO A NÍVEL EUROPEU	5
2.3. O ROMÂNICO EM PORTUGAL	8
2.4. A ROTA DO ROMÂNICO	9
2.4.1. A IGREJA DA ROTA DO ROMÂNICO	12
2.5. O PATRIMÓNIO	15
2.5.1. DEFINIÇÃO DE PATRIMÓNIO	15
2.5.2. CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO	16
2.5.3. O PAPEL DO NR/IC NA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO	17
3. CARATERIZAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA	21
3.1. INTRODUÇÃO	21
3.2. CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA	22
3.2.1. CARATERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	22
3.2.2. AÇÕES A QUE ESTÃO SUJEITAS AS ALVENARIAS DAS IGREJAS DA RR	27
3.2.2.1. Requisitos segundo o EC6 para alvenarias sujeitas a ações verticais	27
3.2.2.2. Regras específicas para alvenarias segundo o EC8	28
3.2.3. QUALIDADE DAS PAREDES DA ALVENARIA DE PEDRA	30
3.2.3.1. Avaliação da qualidade da alvenaria de pedra	36

4. DESENVOLVIMENTO DA FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL	43
4.1. INTRODUÇÃO	43
4.2. A INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO.....	43
4.3. FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL DAS IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO	46
4.4. IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO	60
4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
5. APLICAÇÃO DA FICHA <i>IDI</i> A CASOS DE ESTUDO: IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO	79
5.1. INTRODUÇÃO	79
5.2. METODOLOGIA DE PREENCHIMENTO	79
5.2.1. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL.....	79
5.2.2. CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA.....	80
5.2.3. CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA DA IGREJA	81
5.2.4. OUTROS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL.....	85
5.2.5. RELAÇÃO DE OUTRAS CONSTRUÇÕES FACE AO CORPO DA IGREJA.....	88
5.2.6. INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE	89
5.2.7. ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO CONJUNTO	90
5.2.8. MACRO-ELEMENTOS EXISTENTES.....	93
5.3. TRATAMENTO DE DADOS	97
5.3.1. RESULTADOS OBTIDOS PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA	98
5.3.2. RESULTADOS OBTIDOS PARA OS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL	102
5.3.3. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS RESTANTES CONSTRUÇÕES	106
5.3.4. RESULTADOS OBTIDOS PARA A INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE	106
5.3.5. RESULTADOS OBTIDOS PARA ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO IMÓVEL	107
5.3.6. EXISTÊNCIA DE MACRO-ELEMENTOS	110
5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
6. PROPOSTAS DE REFORÇO PARA AS IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO	113
6.1. INTRODUÇÃO	113
6.2. A INTERVENÇÃO NO PATRIMÓNIO EDIFICADO	113
6.3. TÉCNICAS DE INTERVENÇÃO EM REABILITAÇÃO ESTRUTURAL	115

6.3.1. ELEMENTOS DE ALVENARIA DE PEDRA	115
6.3.1.1. Injeção	117
6.3.1.2. Refechamento de juntas	120
6.3.1.3. Pregagens transversais.....	120
6.3.1.4. Pregagens longitudinais	121
6.3.1.5. Consolidação.....	122
6.3.2. ELEMENTOS DE MADEIRA.....	126
6.3.3. OUTROS ELEMENTOS	132
6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
7. CONCLUSÃO	133
7.1. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS.....	133
7.2. PROPOSTAS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	134

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

Anexo A

Anexo B

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Exemplos da arquitetura românica: (a) Torre e Catedral de Pisa; (b) Catedral de Santiago de Compostela; (c) Igreja Notre-Dame-La-Grande; (d) Catedral de Durham; (e) San Miguel de Escalada; (f) Sé de Coimbra [9-14].....	7
Figura 2.2 - Exemplos de construções românicas em Portugal: (a) Sé de Lisboa; (b) Igreja de São Tiago em Coimbra; (c) Domus Municipalis de Bragança; (d) Ponte de Esmoriz em Baião; (e) Castelo de Guimarães; (f) Torre de Vilar em Lousada [17-22]	9
Figura 2.3 - O Vale de Sousa no território português [23]	10
Figura 2.4 - Território da Rota do Românico [5].....	11
Figura 2.5 - Plantas de igrejas da RR: (a) Igreja de Santa Maria de Jazente; (b) Igreja do Mosteiro de Santo André de Ancede	13
Figura 2.6 - Igreja do Salvador de Cabeça Santa após a intervenção no séc. XVIII [26].....	14
Figura 2.7 – Intervenção na igreja do Salvador de Cabeça Santa em 1950: (a) antes da intervenção [26]; (b) após a intervenção.....	14
Figura 2.8 - Distribuição do Património segundo a UNESCO [27]	15
Figura 2.9 - Classificação do património cultural [5]	16
Figura 2.10 - Organigrama dos Departamentos e Laboratórios que contribuem para a área de reabilitação do IC [35]	18
Figura 2.11 - Relatórios efetuados pelo NR/IC por tipologias.....	19
Figura 3.1 - Classificação das paredes de alvenaria quanto ao tipo de junta: (a) Irregular; (b) Juntas irregulares alinhadas; (c) Juntas Regulares alinhadas [40]	23
Figura 3.2 - Classificação das paredes de alvenaria quanto ao seu assentamento: (a) horizontal; (b) horizontal/vertical; (c) aleatório; (d) escalonado com fiada de regularização; (e) em espinha; (f) com calços ou cunhas [40].....	23
Figura 3.3 - Classificação da secção transversal das paredes de alvenaria segundo o número de paramentos: (a) paramento único; (b) paramento duplo sem ligação; (c) paramento duplo com ligação; (d) paramento triplo [40]	24
Figura 3.4 - Divisão do primeiro género de alvenaria: Pedras talhadas	24
Figura 3.5 - Divisão do segundo género de alvenaria: Pedras brutas	25
Figura 3.6 – Esquema das espécies de alvenaria segundo Vitruvius [3]	26
Figura 3.7 - Localização do território da RR no zonamento sísmico em Portugal [45].....	29
Figura 3.8 - Classificação das paredes de alvenaria de pedra para as diversas categorias (A, B e C): (a) ação horizontal fora do plano; (b) ação horizontal no plano [38].....	37
Figura 3.9 - Ligação dos cunhais no paramento exterior.....	41
Figura 4.1 - Esquema das ações requeridas numa inspeção e diagnóstico	45
Figura 4.2 - Localização das igrejas em estudo: (a) Mapa geral [15]; (b) Mapa da RR [5]	61
Figura 4.3 - Alçados comparativos a nível de escala de 15 igrejas da RR [25]	62

Figura 5.1 - <i>Ficha IDI</i> : Identificação do imóvel	79
Figura 5.2 - <i>Ficha IDI</i> : Caracterização geométrica	80
Figura 5.3 - Avaliação das alturas para a determinação do coeficiente de esbelteza [26].....	82
Figura 5.4 - Representação dos comprimentos de encurvadura para um elemento submetido à compressão [48]	82
Figura 5.5 - Abertura na parede fundeira da igreja de São Martinho de Mancelos devido à inserção do retábulo-mor: (a) observação pela esquerda do altar; (b) observação pela direita do altar	83
Figura 5.6 - Fachada lateral direita da nave da Capela da Nossa Senhora da Piedade de Quintã: Solução heterogénea de classe A.....	84
Figura 5.7 - <i>Ficha IDI</i> : Classificação das paredes de alvenaria da igreja (fachada principal)	85
Figura 5.8 - <i>Ficha IDI</i> : Outros elementos construtivos do imóvel	86
Figura 5.9 - <i>Ficha IDI</i> : Outros elementos construtivos do imóvel – Continuação	88
Figura 5.10 - <i>Ficha IDI</i> : Relação de outras construções face ao corpo da igreja	89
Figura 5.11 - <i>Ficha IDI</i> : Interação com a envolvente	90
Figura 5.12 - Patologias observadas em igrejas pelo NR/IC	93
Figura 5.13 - Principais macro-elementos de uma igreja [44].....	94
Figura 5.14 - Distinção do macro-elemento torre sineira e torre campanário: (a) Torre sineira da igreja Santo André de Vila Boa de Quires; (b) Torre campanário da igreja Santa Maria de Jazente	96
Figura 5.15 - <i>Ficha IDI</i> : Macro-elementos existentes.....	97
Figura 5.16 - Resultados obtidos da aplicação da <i>Ficha IDI</i> para a solução estrutural da cobertura da nave	97
Figura 5.17 - Percentagem de paredes não resistentes: (a) Parede dupla a resistir às ações; (b) Uma só folha a resistir às ações	99
Figura 5.18 - Percentagem das igrejas com solução de alvenaria homogénea	100
Figura 5.19 - Solução quanto à presença de travadouros por fachada	101
Figura 5.20 - Identificação do tipo de imbricamento dos cunhais	102
Figura 5.21 - Constituição do pavimento interior das igrejas da RR	103
Figura 5.22 - Intervenções estruturais no corpo da igreja: (a) nave; (b) capela-mor.....	104
Figura 5.23 - Solução de reforço estrutural da igreja de Santa Maria de Gondar: (a) Posicionamento dos tirantes; (b) Desenho do alçado com a solução de pregagens: a azul as pregagens dos cunhais, a vermelho o coser dos dois panos de parede; (c) Pregagens dos cunhais da fachada principal; (d) Pregagens dos cunhais do arco cruzeiro [51]	105
Figura 5.24 - Estado geral de conservação: (a) Do imóvel; (b) Das paredes; (c) Do teto/cobertura..	107
Figura 5.25 – Dano estrutural: Falta de travamento na ligação dos cunhais.....	108
Figura 5.26 – Dano estrutural: Deformação	109
Figura 5.27 - Dano estrutural: Esmagamento	109

Figura 5.28 - Outros danos: Humidade.....	110
Figura 5.29 - Macro-elementos existentes.....	110
Figura 5.30 – Exemplos de problemas estruturais da igreja de São Martinho de Mancelos: (a) Na fachada lateral esquerda da nave; (b) Na fachada lateral esquerda da capela-mor; (c) Na fachada de fundo.....	111
Figura 5.31 - Rufo metálico da fachada principal da igreja de Santa Maria Maior de Tarouquela.....	112
Figura 5.32 - Parede interior do Mosteiro de Santo André de Ancede.....	112
Figura 5.33 - Presença de fissurómetros na igreja de Santa Maria de Barrô.....	112
Figura 5.34 - Pormenor da fachada principal do Mosteiro do Salvador de Paço de Sousa.....	112
Figura 6.1 - Esquema das ações de intervenção em reabilitação.....	115
Figura 6.2 - Técnicas de reforço estrutural: (a) Injeção; (b) Reboco armado; (c) Chapa de consolidação; (d) Estrutura metálica; (e) Numeração das pedras para o desmonte/remonte da estrutura; (f) Substituição de elementos degradados por elementos metálicos [Fotografias do IC/FEUP].....	117
Figura 6.3 - Influência da distribuição e pressão adotadas para a solução “Injeção sob pressão” [53].....	119
Figura 6.4 - Reforço estrutural com recurso da injeção na igreja de Santa Maria de Gondar: (a) Fachada lateral esquerda da nave; (b) Pormenor da fachada na zona junto à abertura de vão [Fotografias do IC/FEUP].....	119
Figura 6.5 - Profundidade da remoção da argamassa degradada consoante a atuação da técnica: um ou ambos os lados da parede [39].....	120
Figura 6.6 - Distribuição correta das pregagens transversais face à secção da parede de alvenaria [39].....	121
Figura 6.7 - Pregagens transversais: (a) Sistema de ancoragem com porca e anilha; (b) Gatos metálicos: (i) gato remendo, (ii) gato 180º, (iii) gato reto, (iv) gato 90º, (v) gato prisão [39].....	121
Figura 6.8 - Pregagem realizada na igreja Santa Maria de Gondar: (a) Após a execução dos furos; (B) Após a aplicação da pregagem; (c) Aspeto final [Fotografias do IC/FEUP].....	122
Figura 6.9 – Solução integrada no coro-alto para consolidação dos cunhais [55].....	123
Figura 6.10 – Esquema da consolidação do cunhal ao nível da cobertura [55].....	123
Figura 6.11 - Consolidação do cunhal: (a) Treliça de ligação entre fachadas; (b) Rede metálica para a impermeabilização [Fotografias do IC/FEUP].....	124
Figura 6.12 - Consolidação do cunhal através de um elemento metálico: (a) Exemplo de uma chapa metálica [Fotografia do Engenheiro Aníbal Costa do IC/FEUP]; (b) Resultado da aplicação [Fotografia do Engenheiro Filipe Ferreira da AOF].....	124
Figura 6.13 - Igreja de São Cristóvão antes da intervenção: (a) Arranque das paredes da capela-mor; (b) Fachada lateral Sul; (c) Zona de imbricamento de arranque da capela-mor no lado Norte [68] ..	125
Figura 6.14 - Igreja de São Cristóvão depois da intervenção: (a) Vestígios da capela-mor e sacristia; (b) Fachada lateral Sul; (c) Consolidação do arranque da parede da capela-mor do lado Norte [68]	126

Figura 6.15 - - Reabilitação dos apoios das linhas das asnas nas paredes: (a) Esquema do projeto [Fornecido pelo IC]; (b) Execução em obra [Fotografia do IC/FEUP]	127
Figura 6.16 - Reforço de um elemento de madeira com auxílio de placas de madeira [69].....	127
Figura 6.17 - Substituição de parte do elemento de madeira [69]	128
Figura 6.18 - Cabos de aço com esticadores a ligar as pernas das asnas: (a) Esquema do projeto [Adaptado do IC]; (b) Execução em obra [Fotografia do IC/FEUP]	128
Figura 6.19 - Reforço estrutural através de elementos metálicos juntamente com pendurais: (a) Estrutura metálica instalada na zona inclinada da cobertura (b) Zona central da cobertura [Fotografias do IC/FEUP].....	129
Figura 6.20- Peças metálicas tradicionais da ligação entre elementos estruturais das asnas: (a) Esquema das peças existentes; (b) Aplicação a uma cobertura pelo IC/FEUP [Fotografia do IC/FEUP]	129
Figura 6.21 - Esquema de reforço na zona de apoio da ligação das vigas à parede de alvenaria [70]	130
Figura 6.22 - Solução de reforço de pavimentos com recurso a vigas metálicas: (a) Esquema da Solução; (b) Mosteiro de Pombeiro - Aspeto final da solução [Fotografia do IC/FEUP]	131
Figura 6.23 - Aplicação de viga metálica para absorver carga do pavimento: (a) Pormenor na zona de ligação à fachada; (b) Zona maciça central [Fotografias do IC/FEUP]	131

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Requisitos geométricos em paredes resistentes [45]	28
Tabela 3.2 Modos de rotura para diferentes tipos de secção transversal [38]	30
Tabela 3.3 - Ábaco do 1º nível de conhecimento associado ao paramento exterior [38].....	32
Tabela 3.4 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria irregular (A1) [38]	33
Tabela 3.5 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria irregular (A2) [38]	34
Tabela 3.6 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria de pedra talhada (B) [38] .	35
Tabela 3.7 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria de pedra regular (C) [38]..	36
Tabela 3.8 - Parâmetros das regras de arte: qualidade da argamassa; presença de travadouros; forma do elemento; dimensão do elemento [38]	38
Tabela 3.9 - Parâmetros das regras de arte: desfasamento entre juntas verticais; presença de fiadas horizontais; qualidade do elemento resistente [38].....	39
Tabela 3.10 - Pesos a atribuir aos parâmetros consoante a ação solicitante [38]	40
Tabela 3.11 - Categoria de acordo com a ação solicitante [38].....	40
Tabela 4.1 - Descrição das igrejas da Rota do Românico.....	63
Tabela 5.1 - Mecanismos de colapso sísmico por macro-elemento [44, 50].....	95

ABREVIATURAS

a.C. – Antes de Cristo

CCDR-N – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

DEC – Departamento de Engenharia Civil

DGEMN – Direção Geral de Edifícios e Monumentos do Norte

EC – Eurocódigo

FCT – Fundação para Ciências e Tecnologia

GECORPA – Grémio das Empresas de Conservação e Restauro do Património Arquitetónico

IC – Instituto de Construção

IC/FEUP – Instituto de Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

ICOMOS – International Council on Monuments and Sites

IPPAR – Instituto Português do Património Arquitetónico

m - Metro

NR – Núcleo de Reabilitação

NR/IC – Núcleo de Reabilitação do Instituto de Construção

RR – Rota do Românico

RRVS – Rota do Românico do Vale de Sousa

RSA – Regulamento de Segurança e Ações

SIPA – Sistema de Informação para o Património Arquitetónico

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A personalidade da sociedade vai sendo definida à medida que se vai conhecendo o seu passado e a melhor forma de conhecer as origens é através do património que vai sendo deixado ao longo das gerações. É através das edificações patrimoniais que a população foi transmitindo os seus valores e ensinamentos, assim atualmente a intervenção no património tornou-se não mais do que uma necessidade. O estudo das origens, a forma como se foi construindo ao longo do tempo, que materiais foram utilizados, quais as características comuns entre construções, são tópicos que estão a desenvolver uma relevante importância como forma de dar resposta à proteção e conservação do património que vai sendo modificado devido à sua utilização e às novas culturas.

A Rota do Românico é caracterizada pela sua unicidade devido à diversidade de património monumental que apresenta. Esta organização é bastante valorizada pelo trabalho desenvolvido desde a sua formação, em que recuperou todo o património do território onde se insere sempre disponibilizando a qualquer entidade a sua visita/exploração. A conservação e valorização deste património e o envolvimento da população local teve um grande contributo para o desenvolvimento turístico da região, ainda mais por apresentar uma alargada variedade de monumentos de elevada beleza artística dando resposta a um vasto grupo de preferências.

O projeto desenvolvido pela Rota do Românico iniciou-se com um menor número de monumentos do que aqueles que atualmente formam a rota, sendo um projeto que tem apresentado grande desenvolvimento ao longo dos últimos anos. No entanto, as ações de manutenção e conservação iniciaram-se muito antes da rota ser composta pela totalidade dos monumentos atuais.

Antes de se realizar qualquer ação numa edificação, seja patrimonial ou não, é necessário proceder à sua análise e caracterização, nomeadamente à sua inspeção e posteriormente fazer o seu diagnóstico de forma a averiguar quais as medidas que a edificação requer para a sua manutenção e qual a melhor atitude de um projeto integrado de requalificação dos edifícios e envolvente.

A maioria dos monumentos da Rota do Românico ao longo dos últimos anos já foram inspecionados e intervencionados. No entanto, estas tarefas estão a ser realizadas desde 2003 havendo assim divergência dos critérios de caracterização e de avaliação do estado de conservação da construção. Consequentemente a informação que atualmente existe não é concordante entre todos os imóveis havendo deficiente informação relativa a determinados parâmetros.

Assim, na presente dissertação procedeu-se ao desenvolvimento de uma ficha de caracterização e inspeção dos monumentos de tipologia “Igreja” da Rota do Românico para se terem registos uniformes que permitam posteriormente um tratamento estatístico de resultados das inspeções a todas as igrejas.

Esta ficha funcionará como uma ficha padrão a aplicar a estes imóveis, recolhendo assim os dados relativos às igrejas de forma sistemática. Este trabalho permitirá assim a capacidade de análise e estudo das igrejas de forma concordante, visto a informação recolhida ser comum entre todas.

A ficha não apresenta apenas o objetivo de avaliar o estado de conservação das igrejas, registar as características estruturais, os danos observados ou processos construtivos, mas irá permitir realizar a gestão integrada da informação obtida para todas as igrejas, tendo uma forte contribuição como ferramenta de gestão.

1.2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação tem como objetivo principal estudar as igrejas da Rota do Românico de forma a ser possível criar uma ficha que permita a caracterização destes imóveis, bem como a recolha e organização/compilação de toda a informação de modo a ser exequível a realização de qualquer tipo de análise para estes bens patrimoniais.

De acordo com o objetivo principal são definidos como objetivos do trabalho:

- A conceção e elaboração da ficha de levantamento de dados;
- A realização da inspeção e diagnóstico das igrejas da Rota do Românico;
- A aplicação sistematizada da ficha às 44 igrejas da Rota do Românico;
- Atribuição de propostas de reforço estrutural que se adaptem a esta tipologia construtiva em face à análise dos dados obtidos.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos e 2 anexos.

No capítulo 1 é realizado um enquadramento do tema, explicando a necessidade do trabalho que será realizado ao longo da presente dissertação. São ainda apresentados os objetivos a cumprir com o desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 2 é exposto como surgiu a Arquitetura Românica em Portugal e quais as suas principais características a nível estrutural e a nível decorativo, explicitando em primeiro lugar a sua origem e características a nível Europeu de forma a entender como se expandiu esta arquitetura. Na segunda parte do capítulo é apresentada a Rota do Românico assim como os serviços que a rota promove. No final do capítulo é apresentado o conceito de património e a importância da sua conservação.

No capítulo 3, uma vez que as igrejas da Rota do Românico apresentam todas uma solução de alvenaria de pedra em granito, é apresentado como se executa a classificação desse tipo de paredes de modo a ser possível compreender o seu comportamento, sendo também definido quais os critérios a avaliar em construções desta tipologia.

O capítulo 4 inicia-se com a definição dos procedimentos de inspeção e diagnóstico e expostos os cuidados a ter com estas atividades. A segunda parte do capítulo consiste na explicação da necessidade da criação da ficha para a avaliação das igrejas da Rota do Românico, e de seguida é apresentada a ficha intitulado como *Ficha IDI* (Identificação do Imóvel). Na última parte deste capítulo são apresentados os casos de estudo: as igrejas da Rota do Românico, fazendo uma breve descrição de cada uma das igrejas.

No capítulo 5 são explicitados quais os objetivos de cada item da ficha desenvolvida bem como a metodologia do seu preenchimento. Por fim são apresentados os resultados estatísticos obtidos após a aplicação da ficha às 44 igrejas que se inserem na rota.

O capítulo 6 inicia-se com a exposição dos cuidados a ter numa intervenção patrimonial. De seguida são apresentadas as principais técnicas de intervenção em reabilitação para elementos de alvenaria de pedra e para elementos de madeira, uma vez que estas construções apresentam paredes de alvenaria de pedra e são constituídas por coberturas, tetos e pavimentos de madeira.

No capítulo 7 apresentam-se as principais conclusões retiradas com a realização do presente trabalho e é ainda efetuada uma referência e perspectivas de trabalhos futuros na sequência desta dissertação.

No primeiro anexo (Anexo A), são apresentados dois exemplos do preenchimento da ficha desenvolvida no âmbito do presente trabalho. No segundo anexo (Anexo B) encontram-se todos os resultados obtidos do tratamento da informação recolhida nas visitas de inspeção das 44 igrejas.

2

A ARQUITETURA ROMÂNICA EM PORTUGAL

2.1. INTRODUÇÃO

A palavra “Românico” traduz-se numa semelhança ao estilo romano, de modo que para interpretar o estilo românico torna-se necessário fazer uma prévia reflexão sobre a arquitetura romana e de que forma esta chegou a Portugal. Assim o presente capítulo encontra-se dividido em três partes principais; na primeira é feita uma breve apresentação da arquitetura Românica descrevendo como surge, quais as suas origens, quais as suas características e como se deu a sua expansão até chegar a Portugal. Na segunda parte deste capítulo é apresentada a Rota do Românico explicitando quais as razões que se encontram na base da sua formação e os objetivos que apresenta atualmente. Tendo em consideração a índole do presente trabalho apenas terá enfoque principal e feita uma caracterização dos monumentos tipo “Igreja” que integram nesta rota. Na última parte do capítulo será apresentado o conceito de Património, bem como a importância da sua conservação.

2.2. O ROMÂNICO A NÍVEL EUROPEU

A Península Itálica encontrava-se influenciada pela cultura grega até ao século III a.C., altura em que os romanos começaram a conquistar as cidades-estado. No século II a.C. já pouco restava da arquitetura clássica, uma vez que já se verificava a tendência para a axialidade e gigantismo. Através dos conhecimentos técnicos e de engenharia começaram-se a desenvolver novas técnicas construtivas que permitiram a construção de abóbadas e cúpulas, e estas foram sendo cada vez maiores, criando assim espaços fechados de grandes dimensões sem qualquer tipo de apoio intermédio [1].

A arquitetura romana é caracterizada pelos arcos triunfais (estrutura projetada para permitir a passagem), pelos capitéis coríntios, pela ordem compósita (associação das volutas do capitel jónico às folhas de acanto coríntias), entablamentos contracurvados e pelos arcos separados por colunas formando as designadas de arcadas, exemplo deste tipo de construção é o Coliseu de Roma [2].

No século I a.C. é desenvolvido o primeiro tratado europeu, intitulado por “Os Dez Livros de Arquitetura de Vitruvius”, legado deixado pelo arquiteto Marco Vitruvius Polião, que atualmente revela enorme importância para estudos sobre conceitos e princípios a seguir, não apenas relativamente à arquitetura romana. Não se sabe ao certo quem foi Vitruvius, mas através da análise das suas obras pensa-se que foi um contemporâneo do imperador Augusto e segundo os conceitos defendidos na época Vitruvius é considerado um Arquiteto Romano, pois na altura um arquiteto era o equivalente a um engenheiro genial, sendo alguém que “além de dominar a técnica ainda conseguia conjugar os seus conhecimentos

para obter resultados surpreendentes” - [3]. A sua obra, *De Architecture* como alguns autores a designam, baseada em teorias e conceitos é sobretudo um enunciado de uma série de disciplinas, processos e regras que devem ser seguidos tanto pelo arquiteto como a própria construção. Dada a influência e importância da obra, em 1998 é criada a sua versão portuguesa pelo Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico de Lisboa com o apoio da Fundação para Ciência e Tecnologia (F.C.T) e do Grémio das Empresas de Conservação e Restauro do Património Arquitetónico (GECORPA) [3]. Com a análise do referido tratado verifica-se que Vitruvius remete para um planeamento muito cuidado quer a nível estrutural, quer a nível da exposição solar e da ventilação do edifício. Verifica-se ainda que o planeamento do edifício deveria ser tal que a definição da sua disposição, proporção e orientação fossem os pontos críticos de reflexão para a determinação da solução final. É de salientar que também era necessário obedecer a determinadas regras com justificações religiosas que influenciavam a orientação da construção, como por exemplo, os altares encontrarem-se direcionados a oriente e a entrada dos templos ser voltada para a região vespertina do céu [3, 4].

A conjugação da arquitetura romana tardia com o aparecimento da arquitetura cristã, transmitida pela cultura dos carolíngios - império medieval de França - e enriquecida com elementos da cultura bizantina - cultura romana na idade média - e islâmica, é a base da criação da arquitetura românica [5].

A partir do século IX chega à Europa Ocidental o feudalismo devido à sua progressão, por consequência o estilo românico começa-se a espalhar por toda a Europa. Em oposição à arte da Alta Idade Média – caracterizada pela diversidade de formas - este é assumido como o primeiro estilo europeu que consegue unificar de forma artística o espaço religioso e constrói pela primeira vez, desde a queda do império Romano do Ocidente (século V), uma imagem coerente numa vasta área geográfica. Essa área territorial teve como centro o Reino dos Francos expandindo-se depois para Ocidente (Península Ibérica), Norte (Ilhas Britânicas), Oriente em que se expandiu da Alemanha à Polónia, Hungria e Arménia e para o Sul (Itália da tradição clássica) [6]. Este estilo artístico surge como consequência de uma nova sociedade, de um período de expansão demográfico, da elevada mobilidade, de um período de crescimento económico e de grandes mudanças sociais e culturais [7].

A arquitetura românica não é definida apenas da combinação de determinados elementos que quando coordenados entre si conferem uma determinada forma, mas é um resultado da combinação concetual, bem como de conjunturas históricas, económicas, políticas, sociais e religiosas, ou seja, não é mais do que um resultado da ação humana.

A designação de “Românico” surgiu apenas em 1816 por Gerville, arqueólogo normando, em que este autor o define como sendo uma relação entre a arte medieval e a formação dos indomas derivados do latim [6]. O conceito atual de “Românico” derivou do trabalho realizado nos séculos XIX e XX e da forma como a história foi sendo transmitida ao longo do tempo [8].

A arquitetura românica, apesar de apresentar uma linguagem comum resultante da conjugação da arquitetura romana com a cristã, cada região confere às construções as suas tradições locais, ou seja, apesar de o conceito base ser o mesmo, independentemente da zona que se enquadra, cada região adaptava as construções, principalmente a nível escultural, face aos seus princípios e às suas crenças em que estas eram inspiradas em mitos e lendas, que por sua vez também diferem de região para região. É de referir que as características geográficas de cada espaço também se encontram refletidas nas construções. Por conseguinte resultaram construções de características comuns, mas de caráter único.

As características estruturais mais presentes na arquitetura românica são:

- Abóbadas de berço
- Paredes espessas com pequenas aberturas;
- Pilares fortes e maciços;

- Contrafortes;
- Tirantes;
- Torres;
- Arcos;
- Arcadas contínuas;
- Arcadas cegas.

Este estilo arquitetónico marca edificações que hoje em dia são das mais notáveis do mundo, como por exemplo as edificações presentes na Figura 2.1: (a) Torre e Catedral de Pisa em Itália; (b) Catedral de Santiago de Compostela em Espanha; (c) Igreja Notre-Dame-La-Grande em França; (d) Catedral de Durham em Inglaterra; (e) San Miguel de Escalada em Espanha; (f) Sé de Coimbra em Portugal [2].



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 2.1 - Exemplos da arquitetura românica: (a) Torre e Catedral de Pisa; (b) Catedral de Santiago de Compostela; (c) Igreja Notre-Dame-La-Grande; (d) Catedral de Durham; (e) San Miguel de Escalada; (f) Sé de Coimbra [9-14]

Com a evolução ao longo do tempo a sociedade vai mudando, adaptando-se aos novos princípios e paradigmas. No entanto, verifica-se que independentemente das diferenças entre sociedades relativamente às tradições e culturas, os valores que eram defendidos na Europa na idade média ainda hoje encontram-se incorporados, mantendo-se o lema “Unidade na Diversidade” defendido atualmente pela “TRANSROMÂNICA – The Romanesque Routes of European Heritage” sendo uma organização desenvolvida com o intuito de promover o património europeu da arte e arquitetura românica [5].

Segundo [6] a Igreja medieval através dos textos sagrados conseguiu dispor um discurso exemplar e universal através do qual os crentes acediam à palavra de Deus. No entanto esse discurso dificilmente era acedido por todos, visto serem poucos os homens que sabiam ler. Na impossibilidade de transmitir a palavra através da leitura tornou-se necessário estabelecer um meio de comunicação em que na sua forma e conteúdo venha preservada a sacra dignidade e fosse, ao mesmo tempo, acessível por todos. Gregório I, papa no final do século VI, início do século VII, escreveu: “*A imagem é a escrita dos iletrados*”. Esta frase paradigmática contém os dados da questão: a *imagem* que no período românico é

sempre religiosa; a *escrita* que não vale por si só mas antes pela textualidade, sendo representada para ser lida; e a escrita passa a ser representada através de linguagem figurativa. Gregório I também transmitiu a mensagem de que “As obras de arte têm pleno direito de existir, pois o seu fim não é ser adoradas pelos fiéis, mas ensinar os ignorantes. Os que os doutores podem ler com a sua inteligência nos livros, vêem os ignorantes com os seus olhos...” - [15].

A transição da linguagem escrita para a linguagem figurativa foi um processo demorado, mas quando começou a ser empregue obteve-se esculturas e pinturas criadas ao serviço da igreja, pois estas serviam como meio para transmitir os ensinamentos religiosos e mensagens de eternidade, majestade e distanciamento persuadindo os fiéis a manterem uma vida simples [6, 15].

A temática das esculturas era essencialmente religiosa, sendo relatado histórias bíblicas e passagens da vida do quotidiano, ocupando as arquivoltas, os capitéis e os tímpanos. A temática da pintura mural também apresenta carisma religioso, nomeadamente a vida da virgem, a vida de cristo, e a vida dos hagiográficos (vida dos santos). As pinturas realizadas na época eram a fresco e apresentam características como: falta de proporção anatómica nas figuras representadas; aplicação da cor a cheio, sem qualquer tipo de sombreado; bidimensionalidade; composição organizada segundo formas geométricas; utilização de elementos arquitetónicos de enquadramento cénico; fundos lisos e monocromáticos; contornos grossos; as personagens apresentam uma postura rígida e frontal; emolduramento decorativo [15].

2.3. O ROMÂNICO EM PORTUGAL

É no final do século XI que em Portugal se começa a evidenciar uma nova época, sendo nessa altura que o estilo românico se começa a desenvolver em Portugal [7]. Este estilo desenvolve-se com o reinado de D. Afonso Henriques e iniciam-se as obras das Sés de Lisboa, Coimbra e Porto [5].

A construção românica em Portugal reflete-se muito em construções de fins religiosos devido a ordens monásticas durante os séculos XII e XIII, apesar de este movimento apresentar grandes construções como castelos, paços, pontes, torres, bem como outros equipamentos de índole pública e privada [16].

A arquitetura românica apresenta várias particularidades, sendo de seguida realizada uma pequena reflexão sobre alguns aspetos que marcaram este estilo.

Qualquer edifício desta época construtiva apresenta uma relação própria com o sítio onde se integra. O lugar para edificar um templo não era escolhido arbitrariamente, este tinha que ser repleto de cultura, onde a tradição também representava um papel importante para a escolha do local [7].

As construções desta época apresentam um aparelho cuidado, com portais decorados com colunas, arquivoltas e outros elementos decorativos, sendo sem dúvidas obras bastante morosas. É de se referir que nestas obras o projeto se ia definindo à medida que a sua construção era realizada [7].

A construção românica conjuga diversas técnicas fornecendo-lhe um estilo próprio. Atualmente não há informação que descreva pormenorizadamente essas técnicas construtivas, mas existe informação para regiões próximas que pode-se assumir serem semelhantes às adotadas em Portugal. Essa conclusão retira-se da análise da arteficialidade das pedras que formam os muros, do tipo de aparelho, das marcas e cicatrizes, da decoração e da informação recolhida através do restauro dos monumentos. Era assegurado que todo o trabalho de escultura - as molduras decorativas, os frisos, as aduelas das arcadas, os portais e as frestas - era realizado pelo melhor canteiro [7]. Ainda hoje se pode observar que o trabalho escultural destas obras era bastante preciso e minucioso.

Os edifícios religiosos portugueses basearam-se no modelo beneditino, com igrejas compostas por três naves e ábside igualmente tripla. No entanto, grande parte das igrejas românicas portuguesas apresentam nave única. Uma boa igreja românica de uma só nave deve apresentar uma cabeceira redonda, onde a capela-mor é composta por dois tramos: um primeiro retangular coberto por uma abóbada de berço, e um segundo tramo semicircular. Em Portugal a maioria das igrejas de uma só nave apresentam capela-mor quadrangular, sendo resultado da arquitetura românica tardia [6].

As características mais marcantes do românico português são:

- Paredes espessas com pequenas aberturas;
- Abóbadas de berço;
- Portais majestosos;
- Arquivoltas bastante decoradas;
- Arcos triunfais;
- Arcadas cegas;
- Colunas e colunelos;
- Elementos decorativos como: cachorros ou modilhões, cornijas, frisos e escócias

Na Figura 2.2 são apresentados alguns exemplos de edificações românicas em Portugal.

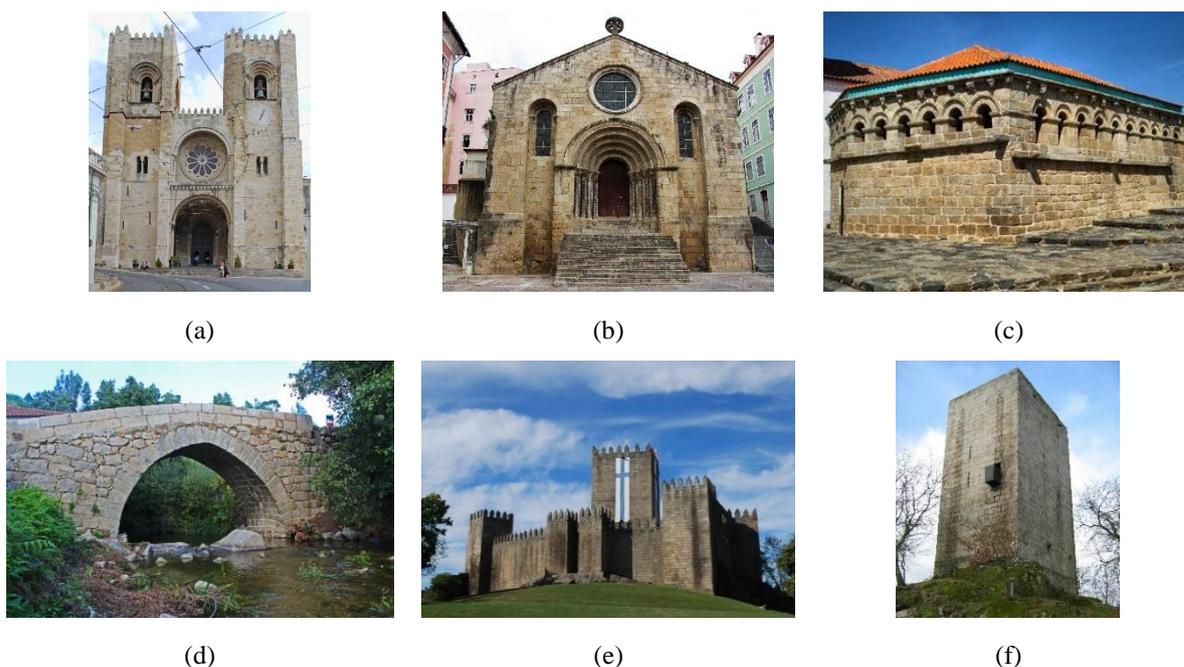


Figura 2.2 - Exemplos de construções românicas em Portugal: (a) Sé de Lisboa; (b) Igreja de São Tiago em Coimbra; (c) Domus Municipalis de Bragança; (d) Ponte de Esmoriz em Baião; (e) Castelo de Guimarães; (f) Torre de Vilar em Lousada [17-22]

2.4. A ROTA DO ROMÂNICO

Com o intuito de proteger, conservar e valorizar o património cultural e arquitetónico românico, em 1998 a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N) juntamente com a Direção Geral de Edifícios e Monumentos do Norte (DGEMN), o Instituto Português do Património Arquitetónico (IPPAR) e a VALVOUSA criam “A Rota do Românico do Vale de Sousa” (RRSV) como

um *Programa de Desenvolvimento Integrado do Vale do Sousa*. O Vale de Sousa situa-se a Norte de Portugal numa zona de transição entre a Área Metropolitana do Porto e o interior da Região Norte, integrando-se na NUT III – Tâmega como se observa na Figura 2.3. Os testemunhos monumentais que inserem-se no Vale de Sousa pela sua diversidade e valor histórico apresentam caráter único, sendo esta singularidade a base que levou à estruturação da RRVs. As construções arquitetónicas existentes variam entre conjuntos monásticos, igrejas paroquiais e santuários isolados, estruturas funerárias, torres e arquitetura civil, formando inicialmente um conjunto de 21 monumentos [5, 23].



Figura 2.3 - O Vale de Sousa no território português [23]

Em 2003 a Rota do Românico do Vale de Sousa realiza um estudo intitulado de “Programa de Implementação de Dinamização Turística e Cultural da Rota do Românico do Vale do Sousa” com os objetivos de [5]:

- Caracterizar e diagnosticar o Património Românico dos concelhos de VALSOUSA;
- Estruturar a RRVs a nível global;
- Realizar estudos do potencial turístico;
- Executar um Plano de Ação e Estratégia de Marketing e Promoção.

Em junho do mesmo ano iniciam-se as obras de conservação, valorização e salvaguarda dos imóveis em que estes encontram-se sob a responsabilidade da DGEMN desde abril de 2003, altura em que esta instituição foi nomeada como Dono de Obra destas construções [23].

A partir de 2005 realiza-se o “Plano de Formação para a Promoção e Dinamização da Rota do Românico do Vale do Sousa”, bem como estudos para a valorização e ressalva das envolventes dos monumentos. Em 2009 é apresentado o “Plano de Promoção da Acessibilidade da Rota do Românico do Vale do Sousa” e a rota torna-se membro da “TRANSROMANICA” [5].

Com as conquistas a nível nacional e internacional que projeto o conseguiu alcançar, desde 2010 que a Rota do Românico do Vale do Sousa alargou-se no território adotando a denominação de Rota do Românico (RR) sendo agora desenvolvida ao longo dos vales dos rios Sousa, Douro e Tâmega (Figura 2.4). Atualmente inclui 58 monumentos históricos desde mosteiros, igrejas, ermidas, pontes, torres e monumentos funerários pertencentes a Amarante, Baião, Castelo de Paiva, Celorico de Basto, Cinfães, Felgueiras, Lousada, Marco de Canaveses, Paços de Ferreira, Paredes, Penafiel e Resende [16].

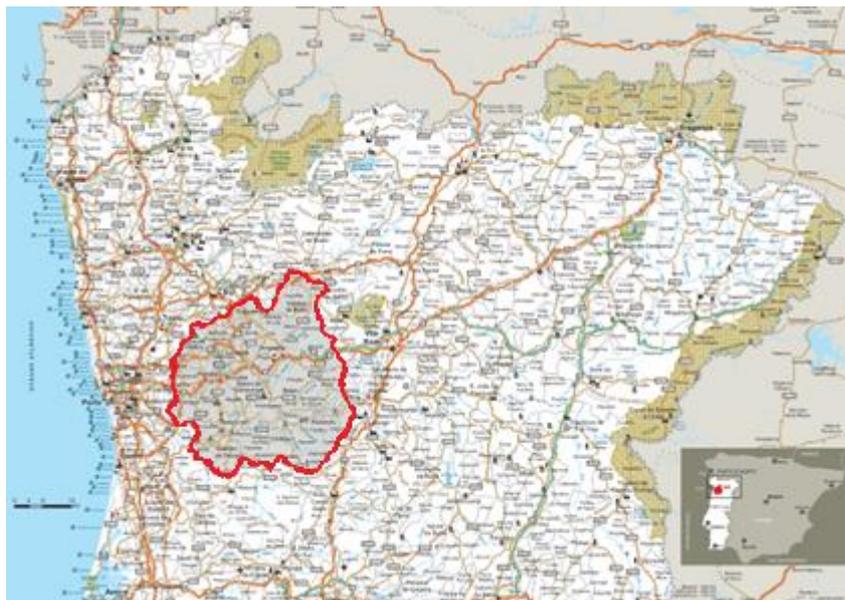


Figura 2.4 - Território da Rota do Românico [5]

A Rota do Românico apresenta como objetivos [5]:

- A valorização do património;
- A criação de um setor que seja capaz de gerar riqueza;
- A contribuição para a mudança das regiões;
- A qualificação dos recursos humanos;
- A criação de empregabilidade.

Em [23], a Dr.^a Rosário Machado, diretora da RR que desenvolveu diversos artigos e comunicações sobre o desenvolvimento regional e sobre a rota, salienta sistematicamente a ideia de que a localização da RR é bastante vantajosa, principalmente a nível do potencial turismo, afirmando que: “A localização deste território torna evidente que o desenvolvimento da Rota do Românico poderá explorar as relações de interdependência, decorrentes da relativa proximidade com alguns espaços relevantes no Turismo Cultural e no Touring, que se têm desenvolvido no Noroeste de Portugal”.

A sua localização também apresenta vantagens competitivas como por exemplo [23]: a sua integração a Noroeste da Península Ibérica permite a sua fruição por ser um espaço repleto de património românico e pela existência de outras rotas temáticas; a sua integração na bacia do Douro permite uma maior aderência à rota, devido à dinamização dos cruzeiros; crescente valorização do património cultural com o desenvolvimento das atividades turísticas e de lazer; localizar-se num centro de espaços de reconhecimento de Património Mundial pela UNESCO (Porto, Guimarães e Vale do Douro); entre outras.

Com a adesão e crescente atividade turística aos imóveis da RR, esta organização garantiu que em qualquer visita ao imóvel, desde que programada, houvesse sempre uma entidade presente com a formação necessária para atender a qualquer dúvida da parte do visitante relativamente ao imóvel e história local.

Refere-se ainda que atualmente a Rota do Românico dispõe de um site com acesso gratuito (<http://www.rotadoromanico.com/vPT/Paginas/Homepage.aspx>) em que o mesmo apresenta inúmera informação permitindo [5]:

- Conhecer a própria rota a nível da Organização: A Rota do Românico; Missões e Objetivos; Historial; Equipa; Parceiros e Contactos;
- Conhecer todos os monumentos através: de uma descrição geral do imóvel; das especialidades envolvidas na sua construção; de uma galeria digital onde em alguns imóveis é possível realizar uma visita virtual do seu exterior e interior;
- Conhecer os percursos da rota;
- Criar uma rota própria;
- Conhecer a sua oferta turística;
- Marcar visitas aos monumentos;
- Conhecer todos os serviços que a rota dispõe.

2.4.1. A IGREJA DA ROTA DO ROMÂNICO

Como já referido anteriormente, a escolha do lugar para edificar um templo não se fazia de modo arbitrário. É necessário que este consagre a comunidade que representa e que demonstre os princípios culturais sendo que uma igreja é o monumento que apresenta uma maior ligação com o seu lugar já que o marca com perenidade. A tradição tem grande influência na escolha do local onde se ergue uma igreja, esta santifica o lugar onde se situa, assim uma nova construção usualmente está ligada a uma construção anterior de culto religioso [7].

É durante a época românica que a escultura teve um grande desenvolvimento, sendo uma arte bastante dominante encontrando-se ao nível dos frisos ao longo dos muros e dos elementos decorativos tais como impostas, cachorros, arquivoltas, modilhões e capitéis em que nestes se revela um trabalho cuidado e muito preciso nas suas esculturas ornamentais de motivos geométricos que variam entre os temas vegetalistas e os zoomógrafos, onde a forma humana é poucas vezes empregue [5]. É na decoração onde se encontra refletido os princípios e valores de cada região, consequência de ser através das esculturas e pinturas que a sociedade transmitia o conhecimento ao longo das gerações.

Uma igreja românica apresenta características estruturais bastantes simples e maioritariamente é composta por nave única e capela-mor conforme se apresenta na Figura 2.5-(a). As igrejas associadas aos mosteiros regra geral possuem planta composta por três naves (nave central e duas naves laterais) e capela-mor, Figura 2.5-(b). Tradicionalmente a nave tem uma altura significativamente superior à da capela-mor.

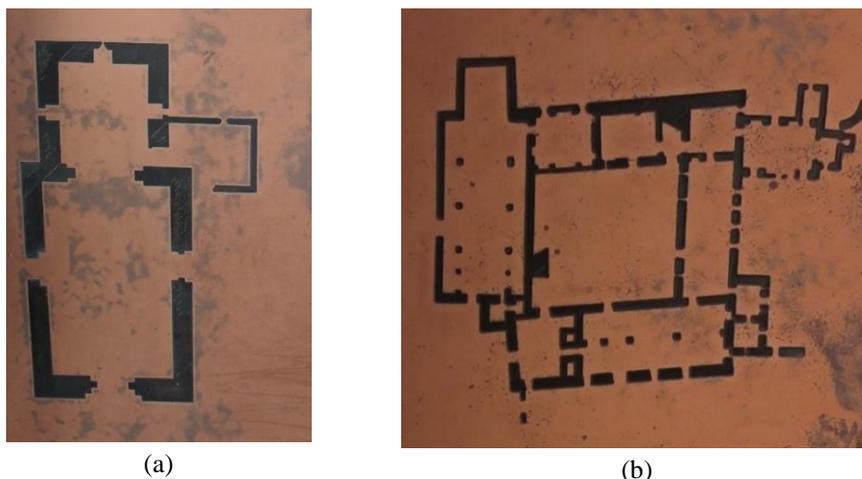


Figura 2.5 - Plantas de igrejas da RR: (a) Igreja de Santa Maria de Jazente; (b) Igreja do Mosteiro de Santo André de Ancede

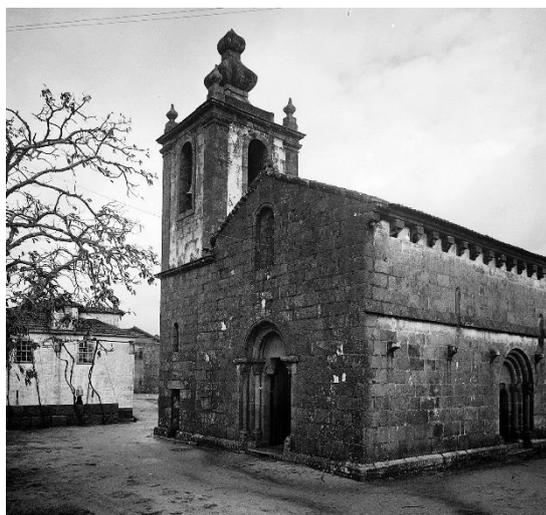
No terceiro livro dos “Os Dez Livros de Arquitetura de Vitruvius”, Vitruvius refere que a forma geométrica base para a projeção dos templos é o quadrado [24], e observando-se a Figura 2.5-(a), sendo a tipologia de planta mais comum, verifica-se que o corpo da igreja é composto por dois elementos de geometria bastante simples, ou de forma quadrangular ou de forma retangular [25]. Ou seja, apesar de as construções portuguesas ocorrerem 10 séculos após este tratado ser redigido é verificado que os princípios romanos se mantiveram ao longo dos séculos.

As construções destas igrejas em Portugal vão desde o século XI até ao século XIV aproximadamente, mas durante a Época Moderna, séculos XVII-XVIII, estes imóveis foram alvo de intervenções que originaram alterações estruturais significativas como o alongamento da nave e/ou da capela-mor, o alteamento do corpo da igreja, bem como o acrescento de novas construções nomeadamente a sacristia e/ou a torre sineira. No decorrer do século XX, altura em que realizou a valorização dos “Monumentos Nacionais”, as igrejas da RR que eram imóveis classificados também sofreram alterações profundas.

A título de exemplo, a Figura 2.6 e a Figura 2.7 apresentam as alterações estruturais realizadas na Igreja do Salvador de Cabeça Santa desde a sua construção. A edificação da igreja românica ocorre no século XIII e durante os séculos XVI-XVII constrói-se a capela lateral junto à fachada lateral esquerda da nave e só nos séculos XVII-XVIII é que se realiza a construção da torre sineira (Figura 2.6). Entre o século XVIII e o século XX a igreja é submetida a pequenas intervenções de restauro e manutenção, mas em 1950 o imóvel sofre uma nova alteração estrutural, onde a torre sineira é deslocada para Norte da igreja, ficando assim isolada da restante construção (Figura 2.7).



Figura 2.6 - Igreja do Salvador de Cabeça Santa após a intervenção no séc. XVIII [26]



(a)



(b)

Figura 2.7 – Intervenção na igreja do Salvador de Cabeça Santa em 1950: (a) antes da intervenção [26]; (b) após a intervenção

Em resultado das alterações da Época Moderna algumas das igrejas perderam o sentido românico de modo que no século XX sentiu-se a necessidade de realizar novas intervenções a fim de recuperar o estilo românico perdido, muitas destas novas alterações tiveram como base a suposição do que seria o primeiro estilo românico, pois como já referido a informação que chegou aos dias de hoje é bastante escassa.

A partir de 2003 iniciou-se um novo período de intervenções nos monumentos que integram a RR com o intuito de conservar e salvaguardar o Património histórico-cultural, sendo esta atividade de conservação e proteção dos imóveis uma ação de implementação de interesse crescente nos últimos anos.

Desde 2003, o Núcleo de Reabilitação do Instituto da Construção (NR/IC) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) acompanhou, através das ações inspeção e diagnóstico, o estudo estrutural dos imóveis pertencentes à RR.

2.5. O PATRIMÓNIO

2.5.1. DEFINIÇÃO DE PATRIMÓNIO

A United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) divide o património em dois grandes grupos (Figura 2.8): o património cultural e o património natural. O património cultural encontra-se dividido em património material e património imaterial, em que o primeiro ainda se encontra subdividido em património imóvel e património móvel [27].

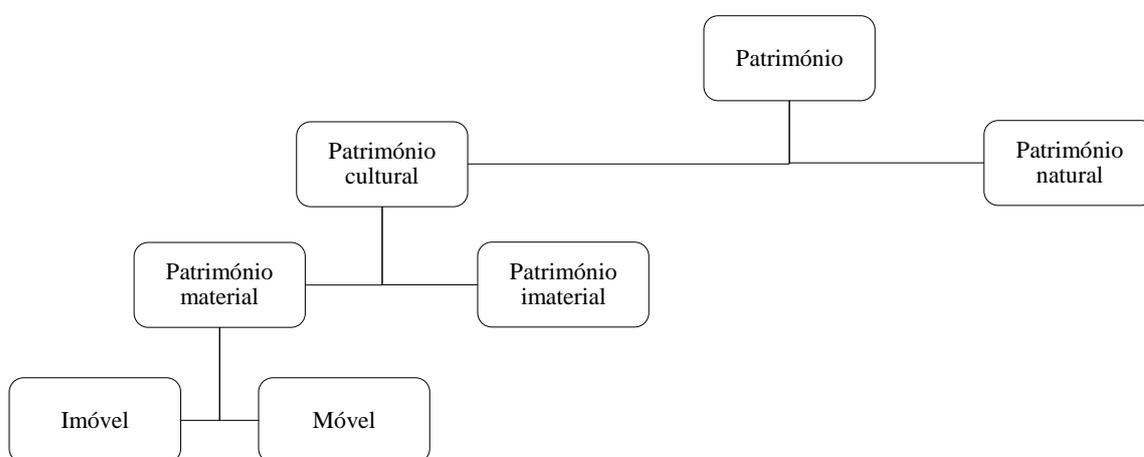


Figura 2.8 - Distribuição do Património segundo a UNESCO [27]

A UNESCO define que no património imóvel engloba-se: as obras arquitetónicas, os monumentos, os espaços arqueológicos, os centros históricos, as paisagens culturais, os parques históricos e jardins, os jardins botânicos, a arqueologia industrial, etc. O património móvel é composto por museus, igrejas, bibliotecas, arquivos, entre outros. O património imaterial é referente à música, ao teatro, à dança, à literatura, às expressões orais, às tradições, às práticas sociais, ao saber, aos espaços sociais, à religião, etc. O património natural, como o nome indica, está ligado à natureza em que este engloba os parques naturais ou marítimos de interesse ecológico, formações geológicas e físicas, paisagens naturais, entre outros locais relacionados com o meio natural [27].

Segundo [28] o Património “é o conjunto das obras do homem nas quais uma comunidade reconhece os seus valores específicos e particulares e com os quais se identifica. A identificação e calorização destas obras como património é, assim, um processo que implica a seleção de valores.”

Vasco Costa, personalidade que desempenhou o cargo de diretor na antiga Direção Geral de Edifícios e Monumentos do Norte, em [29] afirma que “...o património representa a formação, o investimento, o valor cultural de uma sociedade, o seu nível económico, a sua transformação e os seus hábitos, e as velhas e novas profissões.”

Com as definições descritas é possível concluir que o património reflete a sociedade em que se integra, bem como os seus valores e que vão sendo transmitidos ao longo das gerações, não sendo mais do que

um resultado da experiência cultural. Em consideração ao que o Património representa para a sociedade, não sendo mais do que o seu reflexo, surge cada vez mais a necessidade de o proteger e salvaguardar.

A criação de Património resulta da atribuição de valores a determinados objetos conferindo-lhes estatutos de memória e de identidade, constituindo assim a herança que a sociedade protege e transmite ao longo das gerações. É esta passagem de valores que permitiu a criação das *Lei de Bases do Património Cultural* já que é um dever do Estado gerar conhecimento, proteção e valorização do património cultural. A legislação divide o património cultural em dois grupos (Figura 2.9): património material e património imaterial, dividindo-se o património material em património móvel e imóvel. Ou seja, conclui-se que a lei portuguesa vai de encontro ao definido pela UNESCO.

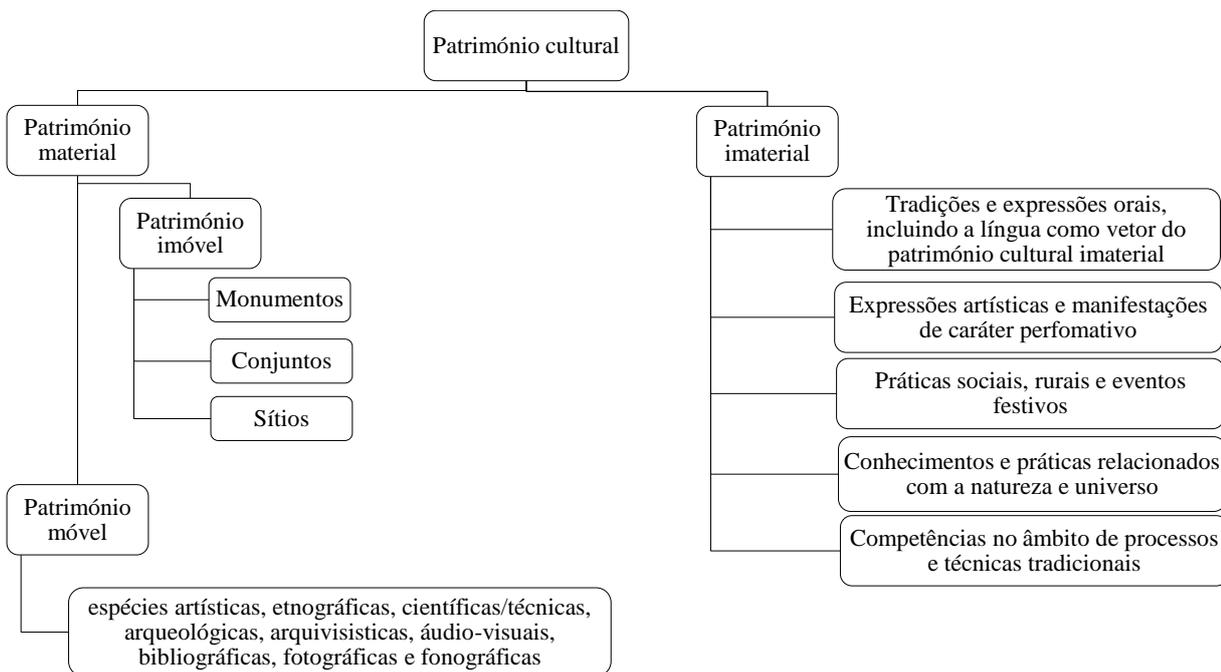


Figura 2.9 - Classificação do património cultural [5]

2.5.2. CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO

É em 1931 que se cria o primeiro documento para a proteção patrimonial com a concretização da *Conferência Internacional de Atenas* sobre Restauro dos Monumentos de onde resulta a *Carta de Atenas*. Documento com o intuito de proteger os monumentos de interesse histórico, artístico ou científico de forma a valorizar as culturas das diferentes nações [30]. Com o desenvolvimento do conhecimento criam-se novas técnicas e com esta evolução surgem problemas mais complexos levando à realização de uma segunda conferência, resultando dessa conferência a *Carta de Veneza* (1964), sendo um documento internacional que define a forma de conservar e de restaurar os monumentos e os seus sítios [31]. Com o processo da unificação europeia verifica-se que os valores são distintos em cada nação devido à diversidade cultural criando assim conflitos de interesse. Com a consciência de que os métodos de intervir no património encontram-se em contínua mudança e que estes têm que se adaptar a cada caso tornou-se necessário clarificar que não pode ser definido o modo de intervir, mas sim propor quais os princípios que se deve seguir, assim surge a *Carta de Cracóvia* (2000) definindo os princípios de conservação e restauro do património construído [28].

Segundo [28] a conservação “é o conjunto das atitudes de uma comunidade que contribuem para perpetuar o património e os seus monumentos. A conservação do património construído é realizada, quer no respeito pelo significado da sua identidade, quer no reconhecimento dos valores que lhe estão associados.” e o restauro “é uma intervenção dirigida sobre um bem patrimonial, cujo objectivo é a conservação, da sua autenticidade e a sua posterior apropriação pela comunidade.”.

A personalidade de uma sociedade vai sendo definida à medida que se vai conhecendo o passado, ou seja, as suas origens, a forma como se foi construindo e evoluindo, em que épocas se geraram novas tendências, que materiais foram utilizados e quais as características comuns entre construções. Estas questões são cada vez mais abordadas pois é através destas que se pode dar resposta ao modo de proteção e conservação do património que vai sendo modificado devido à sua utilização e ao surgimento de novas culturas – [32] - consequentemente a intervenção no património tem vindo a tornar-se uma necessidade e não uma ação voluntária. Segundo o Arquiteto Augusto Costa, da extinta Direção Regional do Norte dos Edifícios e Monumentos Nacionais, “...o homem nota a necessidade de saber, ver e sentir de onde veio, para decidir o seu caminho futuro. Essa necessidade leva-nos, portanto, a conservar, segundo um critério científico e atual, os testemunhos da vida, da arte e da cultura do passado que conseguiram chegar até nós, constituindo assim uma aspiração da sociedade contemporânea como forma de combater o seu desenraizamento.” [29].

Segundo a Lei nº107/2001 de 8 de setembro que estabelece as bases da política e do regime de proteção e valorização do Património cultural deve-se “...proteger e valorizar o património cultural como instrumento primordial de realização da dignidade da pessoa humana, objecto de direitos fundamentais, meio ao serviço da democratização da cultura e esteio da independência e da identidade nacionais...” [33].

2.5.3. O PAPEL DO NR/IC NA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO

Uma intervenção reflete um compromisso entre o ato de conservar e a necessidade de assegurar as exigências de segurança, sendo que preservar requer a conjugação de diferentes áreas resultando num trabalho de equipa multidisciplinar, obrigando ao planeamento minucioso de modo a que esta ação não tenha qualquer tipo de alteração no conceito original da construção, necessariamente os estudos históricos e arqueológicos do local é um passo inerente à ação [34].

Em 1989 o Departamento de Engenharia Civil (DEC) da FEUP cria o Instituto de Construção (IC) com a finalidade de melhorar o setor da construção através de: i) resolução de problemas complexos a nível técnico; ii) desenvolvimento e avaliação de novos processos, métodos e materiais; iii) melhoria da qualidade e da produtividade; iv) projetos de investigação; v) atividades de certificação e de auditoria técnica [5].

Reabilitar o património tem sido dos principais focos de atuação do IC-FEUP. O IC desfruta da contribuição de vários laboratórios do DEC da FEUP que permitem realizar investigação programada, investigação por contrato e outras atividades técnico-científicas de consultoria em particular na área da reabilitação estrutural para os organismos de tutela cultural. Os laboratórios que contribuem para a reabilitação desenvolvida pelo IC estão representados no organigrama da Figura 2.10 [35].

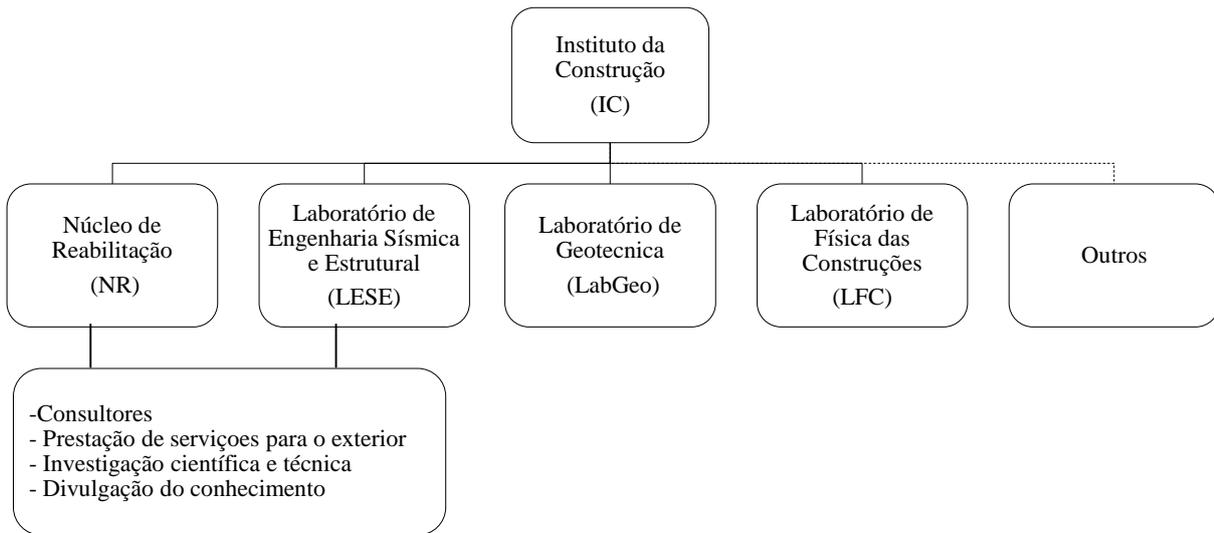


Figura 2.10 - Organograma dos Departamentos e Laboratórios que contribuem para a área de reabilitação do IC [35]

O Núcleo de Reabilitação do Instituto de Construção (NR/IC) tem tido inúmera atuação na conservação e reabilitação estrutural do património monumental e vernacular.

Segundo a *Carta Sobre o Património Construído Vernáculo* - [36] - o património vernacular é "...uma criação característica e genuína da sociedade...um testemunho da História da sociedade...identidade de uma comunidade, das suas relações com o território e, ao mesmo tempo, a expressão da diversidade cultural pelo mundo.". A carta refere ainda que este tipo de património "Resulta de um processo evolutivo que inclui, necessariamente, alterações e uma adaptação constante em resposta aos constrangimentos sociais e ambientais."

A prestação de serviços efetuada pelo NR/IC no âmbito da inspeção e diagnóstico de estruturas engloba [35]:

- O levantamento material e estrutural das construções;
- A caracterização geométrica dos elementos estruturais;
- A especificação das técnicas construtivas;
- O levantamento das patologias e a determinação de pontos críticos bem como das zonas a intervir, manter, reforçar ou consolidar;
- A execução de ensaios laboratoriais e "in situ" que permitam avaliar as características técnicas dos materiais ou dos elementos estruturais;
- A análise estrutural recorrendo a modelos numéricos quando necessário;
- A definição de soluções de intervenção;
- O acompanhamento de obra.

Atualmente o NR/IC apresenta centenas de inspeções já realizadas, conseqüentemente a informação fornecida pelo núcleo é de elevada estima.

Na Figura 2.11 encontra-se o número de relatórios efetuados pelo NR/IC por tipologia de imóvel. Esta fonte de informação permite concluir que 59% dos relatórios de inspeção são referentes a imóveis de património monumental. É de se salientar que desses 59%, 25% são relatórios de igrejas e 5% de mosteiros, permitindo concluir que as igrejas têm sido o património cultural imóvel mais inspecionado pelo NR/IC.

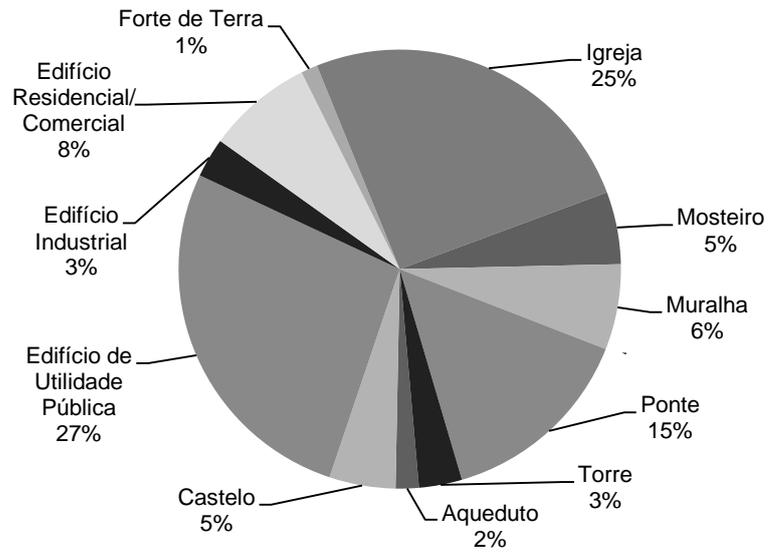


Figura 2.11 - Relatórios efetuados pelo NR/IC por tipologias

3

CARATERIZAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA

3.1. INTRODUÇÃO

Em Portugal encontra-se um número significativo de estruturas em alvenaria de pedra, no entanto tanto o comportamento mecânico como estrutural deste tipo de edificado é bastante superficial, principalmente quando comparado com o conhecimento dos novos materiais (betão armado, aço, etc.). A intervenção nas construções a fim de conservar e salvaguardar leva à necessidade de investigar este tipo de estruturas, aprofundando o conhecimento nomeadamente dos seus materiais e das características técnicas construtivas.

Segundo [37] o comportamento estrutural da alvenaria pode ser compreendido desde que se conheça os seguintes fatores:

- A geometria;
- As características da alvenaria (paramento único ou múltiplo, ligação entre os paramentos, juntas vazias ou cheias de argamassa, características físicas, químicas e mecânicas dos elementos);
- As características da alvenaria como um material composto.

Os autores ainda afirmam que tendo em conta que não foram desenvolvidas regras de construção, ou seja, a construção era executada quase de forma arbitrária, e sendo um material de características distintas – não isotrópico, sem comportamento elástico, heterogéneo – para se realizar uma correta avaliação estrutural e principalmente no caso de ser pretendido realizar uma modelação, é necessário também um conhecimento aprofundado dos seguintes pontos:

- História e evolução do edificado;
- Detalhes estruturais;
- Padrão de fendilhação e degradação material;
- Técnicas construtivas e material;
- Propriedades dos materiais;
- Estabilidade estrutural.

O vasto número do tipo de paredes de alvenaria não resulta apenas do diferente tipo de material que pode ser usado, maioritariamente as construções eram realizadas com o material que havia no local (pedra, tijolo, terra, vários tipos de argamassa, etc.) mas também do tipo de tecnologia construtiva [37].

As estruturas de alvenaria de pedra apresentam uma boa capacidade resistente quando submetidas a esforços de compressão em oposição a uma reduzida capacidade resistente e comportamento frágil

quando sujeitas a esforços de tração e de flexão [32]. Este comportamento é influenciado pela argamassa de enchimento ou ligante que no caso de paredes de alvenaria antigas, muitas vezes são constituídos por materiais fracos e de pobres qualidades mecânicas levando à diminuição da resistência da estrutura. A resistência ao corte das paredes de alvenaria resulta do atrito e da resistência mecânica da argamassa de ligação combinado com o esforço de compressão instalado - [32] – assim, quando as juntas apresentam vazios ou a argamassa é de fraca qualidade a resistência diminui drasticamente.

As igrejas da Rota do Românico apresentam todas uma solução em alvenaria de pedra, nomeadamente de granito, daí a necessidade de se compreender e estudar este tipo de solução. Consequentemente o presente capítulo apresenta os critérios de classificação para este tipo de alvenaria.

3.2. CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA

3.2.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

As paredes de alvenaria de pedra são classificadas tipologicamente em função das suas características construtivas avaliando quatro parâmetros [38-40]:

- A forma das **pedras** utilizadas, podendo ser trabalhadas ou não, a sua origem, a sua dimensão, a cor e o seu estado de conservação;
- A **secção** como referência à tipologia construtiva sendo o número de paramentos e respetiva espessura, o grau de sobreposição (imbricamento) entre paramentos, a presença de pedras transversais (juntouros ou travadouros) que façam a ligação entre os paramentos ou de cunhas ou calços de assentamento, a dimensão e distribuição dos vazios, a percentagem de combinação dos componentes (pedra, argamassa e vazios);
- O **assentamento** sendo a textura e regularidade das superfícies de assentamento (regular, irregular, desbastada, etc.) e a sua disposição, com destaque para a presença de calços ou cunhas (executados com pedras de menores dimensões – seixos de assentamento);
- A **argamassa** utilizada como elemento de ligação, identificando em primeiro a sua consistência e posteriormente o seu desempenho, a espessura da junta, a cor e o diâmetro, a forma e a cor dos agregados.

Estes parâmetros encontram-se intrinsecamente ligados e influenciam de forma direta e indireta a resistência final da alvenaria assim como permitem obter informação sobre o comportamento mecânico global das paredes, uma vez que: i) A forma das pedras irá determinar qual a técnica construtiva a adotar, o tipo de aparelho, a regularidade das juntas e sua espessura, entre outros aspetos construtivos; ii) A qualidade do assentamento assim como o seu comportamento mecânico e vulnerabilidade a determinados mecanismos vai depender do aparelho das superfícies de assentamento; iii) A quantidade de pedras transversais presentes informa qual o grau de ligação entre paramentos e a sua maior ou menor capacidade de desagregar; iv) O facto de haver vazios no interior irá fazer com que a qualidade da construção diminua assim como a sua resistência [39].

O aparelho das paredes de alvenaria (Figura 3.1), é caracterizado como [37-40]:

- **Irregular** quando o paramento é composto por pedras de dimensão e de forma irregulares sem qualquer tipo de alinhamento;
- De **juntas irregulares alinhadas** quando o paramento é composto por pedras de forma pouco regular, mas de dimensão semelhante;
- De **juntas regulares alinhadas** quando o paramento apresenta silhares de forma regular dispostos segundo um alinhamento horizontal.

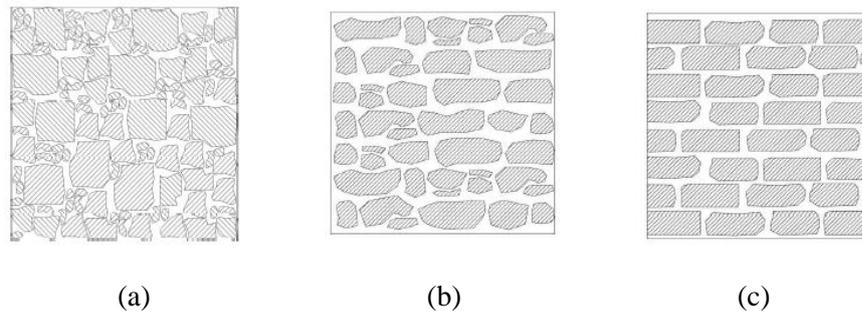


Figura 3.1 - Classificação das paredes de alvenaria quanto ao tipo de junta: (a) Irregular; (b) Juntas irregulares alinhadas; (c) Juntas Regulares alinhadas [40]

Os assentamentos (Figura 3.2) numa parede de alvenaria podem ser: a) horizontais; b) horizontais/verticais; c) aleatórios; d) escalonados com fiadas de regularização; e) em espinha de peixe; f) com calços ou cunhas.

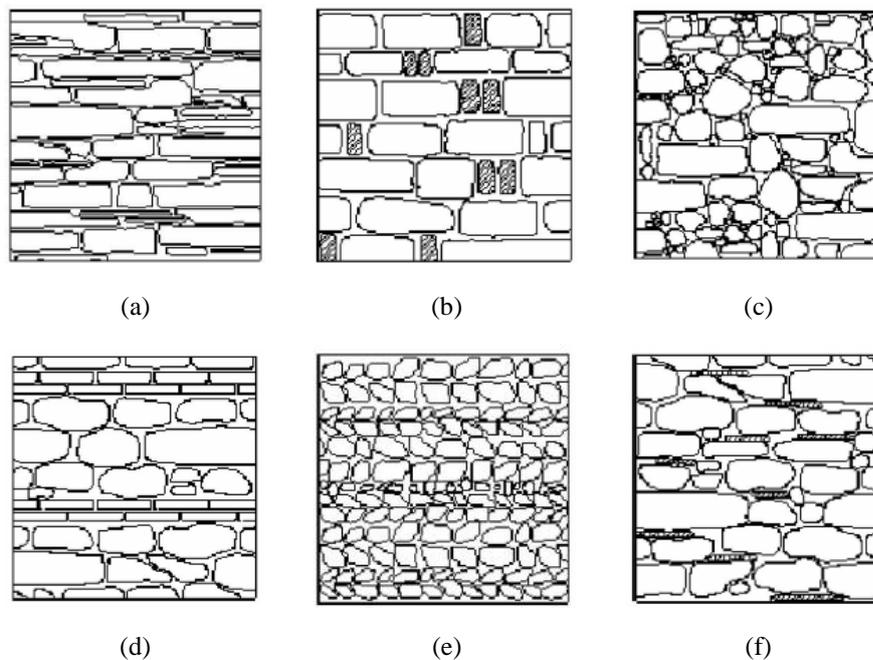


Figura 3.2 - Classificação das paredes de alvenaria quanto ao seu assentamento: (a) horizontal; (b) horizontal/vertical; (c) aleatório; (d) escalonado com fiada de regularização; (e) em espinha; (f) com calços ou cunhas [40]

As paredes de alvenaria segundo a sua secção são classificadas como: a) paramento único; b) paramento duplo sem ligação; c) paramento duplo com ligação; d) paramento triplo. (Figura 3.3)

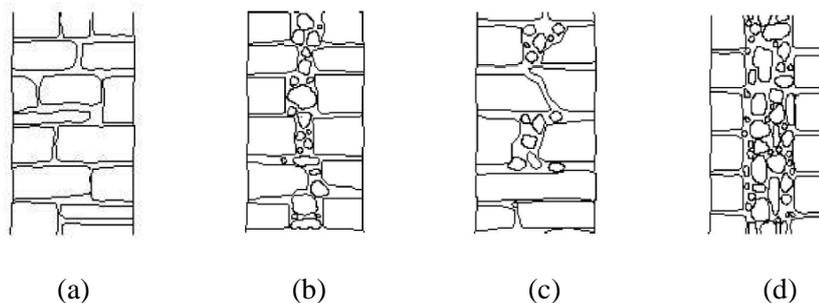


Figura 3.3 - Classificação da secção transversal das paredes de alvenaria segundo o número de paramentos: (a) paramento único; (b) paramento duplo sem ligação; (c) paramento duplo com ligação; (d) paramento triplo [40]

Em “Os Dez Livros de Arquitetura de Vitruvius”, Vitruvius classifica a alvenaria em sete espécies distintas associadas a três géneros de alvenaria. Verdadeiramente o autor estabelece apenas dois géneros principais em que o terceiro é uma combinação dos dois primeiros. O primeiro género é composto por alvenaria de pedras talhadas e polidas, o segundo género contém a alvenaria composta por pedras brutas e o terceiro caso é a combinação dos outros dois géneros de alvenaria [3].

A alvenaria de pedras talhadas encontra-se dividida conforme o esquema ilustrado na Figura 3.4.

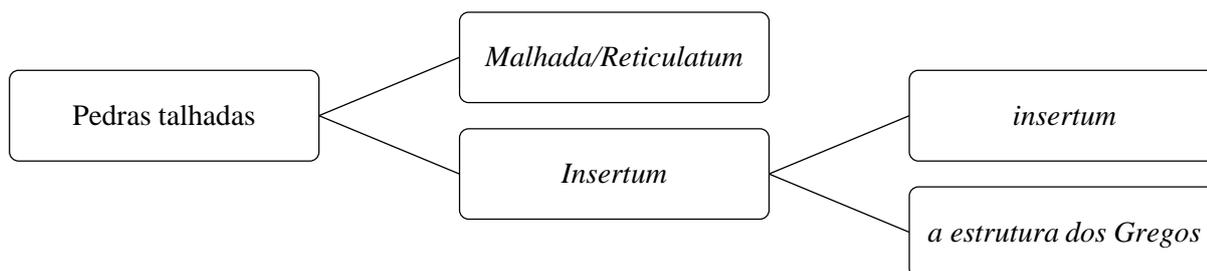


Figura 3.4 - Divisão do primeiro género de alvenaria: Pedras talhadas

Em que [3]:

- A alvenaria *Malhada* constituída por pedra, forma um paramento perfeitamente quadrado e disposto de forma a que as juntas formem diagonais polidas, conseqüentemente as juntas apresentam um padrão em rede sendo este o motivo da sua designação;
- A alvenaria *Insertum* apresenta juntas direitas e horizontais, e as pedras são mutuamente travadas umas nas outras, originando assim duas espécies de juntas, nomeadamente as juntas das camadas que são contínuas, como as malhadas, e as verticais que são interrompidas uma vez que as que estão entre duas pedras relacionam-se com o meio de outras duas pedras, em que uma está por cima e outra está por baixo;
- A alvenaria *insertum* apresenta todas as pedras iguais em todos os paramentos;
- A alvenaria *a estrutura dos Gregos* apresenta as pedras ligadas como na anterior, mas com pedras diferentes nos seus paramentos.

O segundo género de alvenaria encontra-se dividido conforme o esquema representado na Figura 3.5.

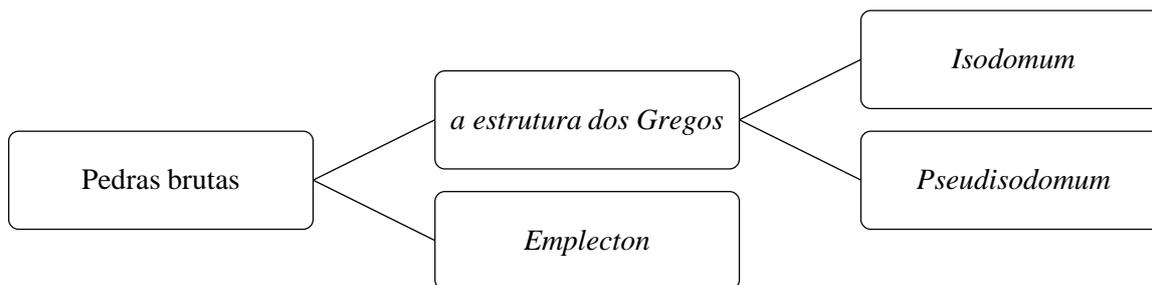


Figura 3.5 - Divisão do segundo género de alvenaria: Pedras brutas

Em que [3]:

- A alvenaria *a estrutura dos Gregos*, como a última espécie do primeiro género, apresenta pedras não talhadas devido à sua dureza e as pedras não apresentam uma dimensão constante nem ligações regulares;
- A alvenaria *Isodomum* apresenta camadas de igual altura;
- A alvenaria *Pseudisodomum* é composta por camadas desiguais;
- Na alvenaria *Emplecton* as camadas não são determinadas pela espessura da pedra mas a espessura de cada camada é feita com uma ou várias pedras que aí se acamaram, e o espaço entre paramentos é preenchido por pedras colocadas aleatoriamente e ligadas com argamassa.

O terceiro género de alvenaria à qual Vitruvius não atribuiu nenhum nome, mas segundo vários autores é designada por *Revinctum*, os dois paramentos são construídos em ligação com pedras talhadas e à esquadria, ligados por gatos de ferro que vão de um paramento ao outro, impedindo que se separem pela força do guarneamento interior, que é feito com pedras brutas e calhaus sendo dispostos na argamassa de forma aleatória [3].

Refere-se a título de curiosidade que a alvenaria *Malhada* apesar de ter uma melhor apresentação visual é bastante suscetível à fissuração, enquanto que a feita em ligação apresenta um melhor comportamento estrutural, já a nível visual não é tão agradável [3].

Na Figura 3.6 encontra-se uns desenhos esquemáticos com a representação das sete espécies de alvenaria definidas por Vitruvius em que: AAA representa a estrutura *Malhada/Reticulatum*; BBB é a primeira espécie da feita em ligação, *Insertum*; CC é a segunda espécie da feita em ligação, *a estrutura dos Gregos*; DDD representa a estrutura *Isodomum*; FEE é a estrutura *Pseudisodomum*; EGHI é a estrutura designada de *Emplecton*; KLM é a estrutura designada por *Revinctum*; FF representa as camadas que são chamadas de ereta coria, ou seja, as camadas cuja altura contém várias pedras; GG são os leitos de argamassa que separam as camadas; H é o revestimento; MM são os grampos [3].

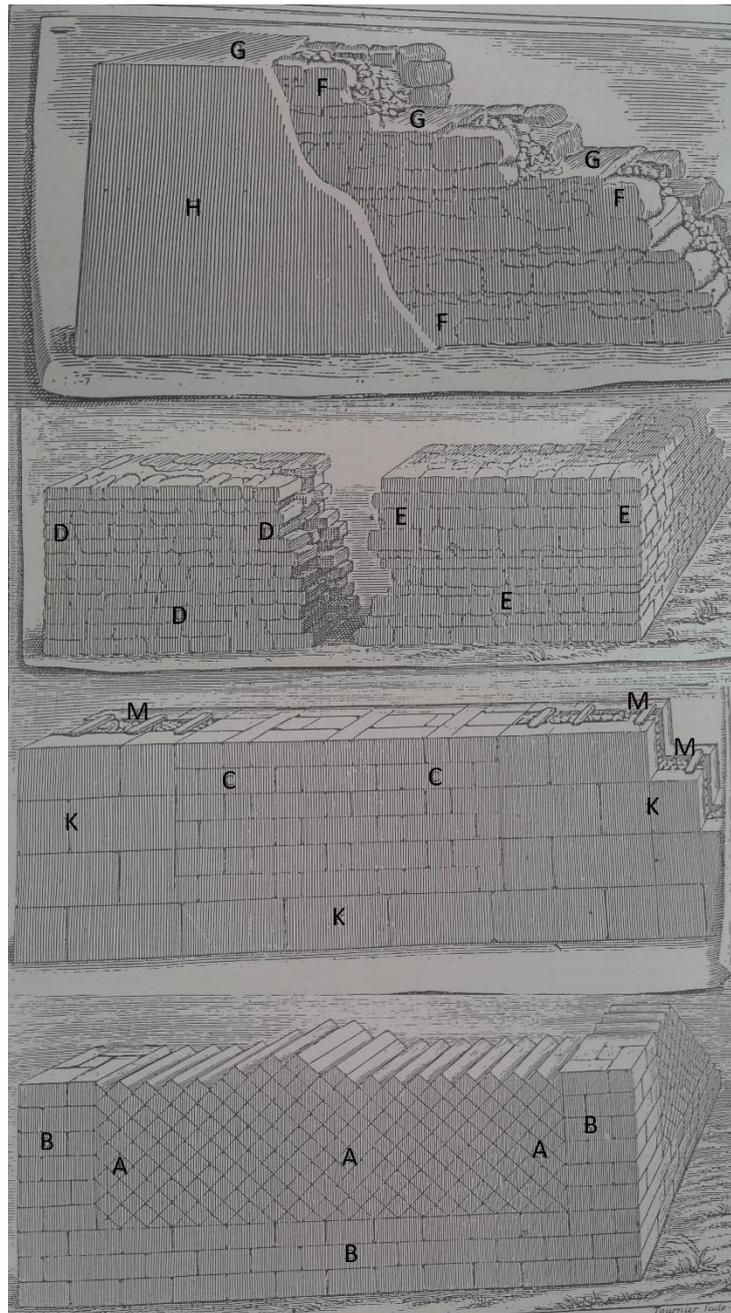


Figura 3.6 – Esquema das espécies de alvenaria segundo Vitruvius [3]

De acordo com a classificação das paredes de alvenaria de pedra, as igrejas da Rota do Românico quanto à classificação da secção transversal das paredes enquadram-se no grupo de paramento duplo, em que maioritariamente apresentam uma solução entre paramentos com ligação e paramentos sem ligação. Na classificação atribuída por Vitruvius estas igrejas enquadram-se em três espécies diferentes: na *Insertum* (BBB), na *estrutura dos Gregos* (CC) e na *Isodomum* (DD).

3.2.2. AÇÕES A QUE ESTÃO SUJEITAS AS ALVENARIAS DAS IGREJAS DA RR

A regulamentação atual para a construção em alvenaria de pedra é bastante diminuta, recorrendo-se, quando necessário às recomendações do Eurocódigo 6 (EC6) *Projeto de estruturas de alvenaria*, parte 1-1 *Regras gerais para estruturas de alvenaria armada e não armada* (EC6-1-1) que embora seja para estruturas de alvenaria de tijolo poderá por vezes ser aplicado às alvenarias de pedra de modo indicativo. O Eurocódigo 8 (EC8) *Projeto de estruturas para resistência aos sismos*, parte 1 *Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios* (EC8-1), para o estudo de solicitações horizontais, também apresenta secções que definem regras específicas para edifícios de alvenaria.

As igrejas da RR encontram-se submetidas predominantemente a ações verticais, como o peso próprio da estrutura, o peso da cobertura e sobrecargas inerentes à sua utilização. De acordo com o *Regulamento de Segurança e Ações* (RSA), CAPÍTULO VI-artigo 26º, nas igrejas que se situam nos distritos de Braga, Viseu e Porto com uma altitude superior a 200m é ainda necessário considerar a ação da neve - [41]. As ações horizontais nestas construções podem surgir através da ocorrência de um evento sísmico ou no caso da existência de problemas na cobertura, ou seja, quando a ligação entre a parede e a cobertura não é executada corretamente e/ou quando os elementos da cobertura começam a degradar-se podendo, deste modo, solicitar horizontalmente as paredes.

3.2.2.1. Requisitos segundo o EC6 para alvenarias sujeitas a ações verticais

O EC6-1-1, secção 5.5.1, referente às paredes de alvenaria (de tijolo) sujeitas a cargas verticais, define determinados requisitos que estas paredes devem obedecer de forma a serem classificadas como paredes resistentes [42].

Uma parede resistente é um elemento vertical contínuo que através da sua constituição apresenta a capacidade de desempenhar funções estruturais, ou seja, apresenta capacidade de resistir às ações aplicadas. Para que estas paredes possam resistir a eventuais ações horizontais é necessário terem um funcionamento conjunto com outros elementos, nomeadamente paredes transversais e vigamento dos pisos [43], elementos que usualmente não existem nas igrejas.

A norma refere que a altura efetiva da parede tem que ser determinada considerando a rigidez relativa entre elementos estruturais que se ligam à parede e é necessário ter em consideração a eficiência da ligação. Uma parede, segundo este documento, pode-se tornar resistente através dos pisos, coberturas, paredes transversais ou outro qualquer elemento estrutural resistente a que a parede se ligue [42].

Assim, a altura efetiva é determinada através da equação (3.1) - [42]:

$$h_{ef} = \rho_n h \quad (3.1)$$

Em que:

- h_{ef} é a altura efetiva da parede;
- h é a altura livre do piso;
- ρ_n é um fator redutor, onde $n=2, 3$ ou 4 dependendo dos bordos restringidos ou da rigidez da parede (sendo n o número de restrições da parede).

As paredes das igrejas da RR encontram-se restringidas no topo através das coberturas e na base através do pavimento, uma vez que se consideram as ligações entre a parede e estes elementos em bom estado

e bem executadas, logo o valor a atribuir a n é 2. Consequentemente de acordo com o definido no EC6-1-1, secção 5.5.1.2(11)(i), o valor a atribuir a ρ_n , em consideração à constituição do pavimento destas igrejas e das opções possíveis, é 1 - [42]. Deste modo, resulta que a altura efetiva assume o valor da altura livre.

As paredes para serem classificadas como resistentes têm que obedecer a um rácio de esbelteza, sendo o quociente entre a altura efetiva (h_{ef}) e a espessura efetiva (t_{ef}) da parede, quando sujeita predominantemente a cargas verticais, de acordo com a equação (3.2).

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} < 27 \quad (3.2)$$

Em 5.5.1.3(1) o EC6-1-1 define que a espessura efetiva a adotar é a espessura total da parede - [42].

Salienta-se uma vez mais que estes critérios são adequados às paredes de alvenaria de tijolo, no entanto, para estes estudos é necessário ter em consideração que as igrejas da RR são constituídas por paredes de alvenaria de pedra, com uma capacidade resistente bastante superior às alvenarias de tijolo. Assim, esta classificação das paredes de alvenaria de granito de pedra quando aplicados os critérios do EC6, não corresponderão à realidade sendo muito conservativos.

3.2.2.2. Regras específicas para alvenarias segundo o EC8

No EC8-1, secção 9 – *Regras específicas para edifícios de alvenaria* é mencionado que para as construções de alvenaria, além das regras definidas no EC6, é obrigatório seguir as disposições apresentadas a seguir.

De acordo com o EC 8-1, secção 9.5, uma construção de alvenaria deve apresentar paredes de contraventamento em duas direções ortogonais de modo a serem classificadas como paredes resistentes.

A verificação da existência de paredes resistentes é indispensável para a averiguação dos mecanismos de colapso que poderão ocorrer na estrutura já que quando as paredes cumprem estes requisitos têm a capacidade de absorver as ações horizontais e a rotura dá-se por corte [44].

No caso de as paredes não se encontrarem convenientemente contraventadas quando solicitadas perpendicularmente ao seu plano, dependendo das suas relações dimensionais, sob a ação sísmica ficam sujeitas a esforços de flexão incompatíveis com as suas características estruturais ocorrendo assim o seu colapso [44].

Na Tabela 3.1 encontram-se os requisitos geométricos que as paredes devem obedecer de forma a serem classificadas como resistentes, sendo estes requisitos definidos no Quadro 9.2 do Anexo Nacional do EC8.

Tabela 3.1 - Requisitos geométricos em paredes resistentes [45]

Tipo de alvenaria	$t_{ef,min}$ (m)	$(h_{ef}/t_{ef})_{max}$	$(l/h)_{min}$
Alvenaria Tradicional	0.24	10	0.40

Onde:

- $t_{ef,min}$ é a espessura efetiva da fachada;
- h_{ef} é a altura efetiva da fachada;
- h é a maior altura livre das aberturas adjacentes;
- l é o comprimento da fachada.

Assim, uma parede será considerada resistente se apresentar um coeficiente de esbelteza inferior a 10, com uma espessura mínima de 0,24m.

Segundo a secção 9.7 do EC8-1 a planta de um edifício de alvenaria tradicional deve ser aproximadamente retangular em que a relação, em planta, entre o comprimento do lado menor e o comprimento do lado maior não deverá ser inferior ao valor mínimo de $\lambda_{min}=0,25$. Relativamente às paredes resistentes estas devem respeitar as seguintes condições: estas devem estar dispostas de modo quase simétrico em planta em duas direções ortogonais; deverão ser dispostas, pelo menos, duas paredes paralelas em cada uma das duas direções ortogonais; as paredes de contraventamento deverão ser contínuas desde a base até ao topo do edifício. Nas zonas de baixa sismicidade o comprimento da parede poderá ser constituído pelo comprimento acumulado, segundo uma direção, das paredes de contraventamento entre aberturas. Neste caso pelo menos uma parede de contraventamento em cada direção deverá ter um comprimento, l , não inferior ao correspondente a duas vezes o valor mínimo de (l/h) definido na Tabela 3.1 do presente documento. Para os edifícios de alvenaria simples, ainda é definido que as paredes numa direção deverão estar ligadas as paredes da direção ortogonal com um afastamento máximo de 7m [45].

Avaliando o zonamento sísmico definido no EC 8-1, no anexo nacional NA-3.2.1(2), verifica-se que as igrejas da RR situam-se numa zona de baixo risco sísmico como é possível observar na Figura 3.7, em que quanto mais a Norte de Portugal menor o risco sísmico. No entanto, a sua localização não impossibilita que estes imóveis sejam afetados pela ação sísmica, como é o exemplo dos sismos que ocorreram em 1755 e em 1969 que quer pela sua intensidade quer pelo seu epicentro poderão ter afetado todas ou parte das igrejas da RR.

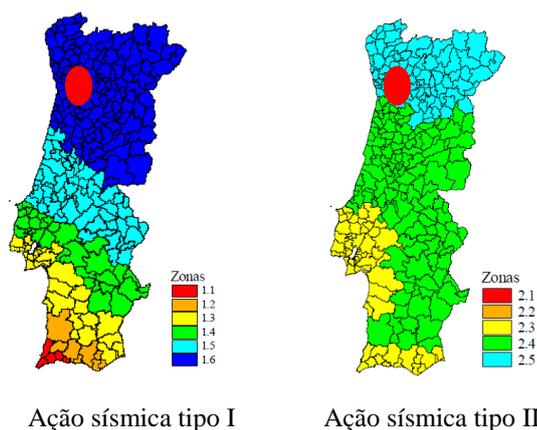
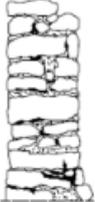
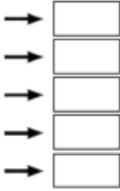
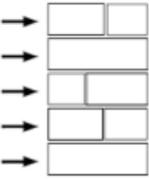
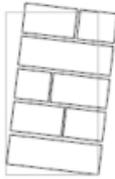
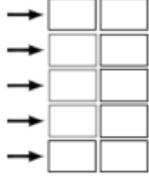
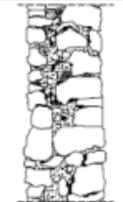
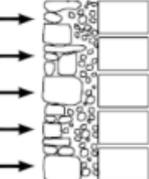
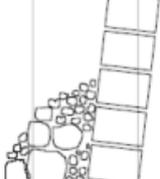


Figura 3.7 - Localização do território da RR no zonamento sísmico em Portugal [45]

Em 1993 Giuffrè defende que o comportamento das paredes depende da ligação entre as pedras quando solicitadas fora do plano e em 2009 Binda, Borri, Cardani e Doglioni apresentam possíveis modos de rotura para paredes de alvenaria quando sujeitas a esse tipo de ações. Através da análise da Tabela 3.2

conclui-se que nos casos em que as ligações entre paramentos duplos são bem executadas e apresentam travadouros a parede tendencialmente apresenta um comportamento monolítico enquanto se a ligação for má ou inexistente a rotura dos dois paramentos dá-se de forma independente, podendo o paramento mais fraco levar ao colapso da outra parte da secção [38].

Tabela 3.2 Modos de rotura para diferentes tipos de secção transversal [38]

Imagem	Levantamento geométrico	Modelo	Comportamento mecânico
			
			
			
			

3.2.3. QUALIDADE DAS PAREDES DA ALVENARIA DE PEDRA

Estudos mais exaustivos deste tema foram realizados no território italiano devido à ocorrência de sismos. Assim, foi desenvolvida uma ficha de levantamento de danos nos edifícios após a ocorrência de um sismo em que para o seu preenchimento é necessário classificar as paredes de alvenaria a nível de qualidade estrutural, uma vez que esta foi desenvolvida principalmente para edifícios de alvenaria de pedra, no entanto é possível a sua aplicação numa outra tipologia de edificado [38].

A ficha de levantamento criada pelo *Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti* (GNDT) encontra-se dividida em 9 secções, sendo [46]:

- Secção 1: Identificação do edifício
- Secção 2: Descrição do edifício
- Secção 3: Tipologia
- Secção 4: Danos dos elementos estruturais e medidas de intervenção a realizar

- Secção 5: Danos dos elementos não estruturais e medidas de intervenção a realizar
- Secção 6: Perigos externos d outras construções e medidas de intervenção a realizar
- Secção 7: Terreno e fundação
- Secção 8: Juízo da usabilidade
- Secção 9: Outras observações

Considerando a índole do presente trabalho, direccionou-se o estudo para a análise das estruturas verticais que se encontra no *Manuale Per La Compilazione Della Scheda Di 1° Livello Di Rilevamento Danno, Pronto Intervento e Agibilità Per Edifici Ordinari Nell'emergenze Post-Sismica* (AeDES), para o preenchimento da ficha de levantamento, sendo necessário a classificação da sua tipologia. Para a caracterização tipológica da alvenaria é necessário definir a textura do paramento, a qualidade da argamassa e o método construtivo, em que são identificados dois tipos de alvenaria [38, 46]:

- Alvenaria do tipo I: alvenaria de textura irregular e de má qualidade.
- Alvenaria do tipo II: alvenaria de textura regular e de boa qualidade

A alvenaria do tipo I apresenta um mau comportamento caracterizado por uma elevada vulnerabilidade quando sujeita a ações fora do plano, com tendência para o rompimento e desintegração do paramento sendo a causa a má ligação ou inexistente entre os paramentos. Quando submetida a carregamentos no próprio plano apresenta fraca resistência devido à fraca resistência dos materiais, principalmente da argamassa e do baixo atrito entre os elementos devido à configuração do aparelho [46].

A alvenaria do tipo II manifesta um comportamento favorável caracterizado por uma baixa vulnerabilidade para ações fora do plano devido à ligação entre paramentos ou à existência de travadouros, sendo capaz de redistribuir as ações sísmicas para paredes paralelas e apresenta um comportamento monolítico. Para ações no plano apresenta média a elevada resistência, devido à alta resistência dos materiais nomeadamente da argamassa e do atrito entre os elementos devido à configuração dos blocos do aparelho [46].

Para a classificação do tipo de alvenaria a ficha apresenta três níveis de conhecimento. O 1º nível de conhecimento resulta da observação do paramento exterior não sendo mais do que uma análise cuidada do paramento não rebocado de forma a enquadrar a parede dentro de um dos três grupos de famílias – A, B ou C – cada uma delas com duas subfamílias – 1 e 2 - sendo:

- Tipo A: alvenaria irregular composta por elementos grosseiros: A1 pedra arredondada ou seixo de rio, de pequena a média dimensão; A2 pedra grosseira não trabalhada com forma alongada e de espessura variável;
- Tipo B: alvenaria trabalhada, mas de forma irregular: B1 elementos laminares; B2 elementos semiregulares sumariamente trabalhados;
- Tipo C: alvenaria regular constituída por elementos de cantaria: C1 pedra natural quadrangular; C2 pedra artificial.

Para cada família é tido em conta se apresentam camadas de regularização em tijolo ou pedra, com a designação de CR quando há camadas de regularização e SR quando não há a presença destas camadas conforme a Tabela 3.3. Com o conhecimento deste 1º nível é possível estimar se a alvenaria é do tipo I ou do tipo II.

Tabela 3.3 - Ábaco do 1º nível de conhecimento associado ao paramento exterior [38]

Tipo	Tipo dos elementos	Código tipo	Código Fiadas de regularização	Atribuição	Exemplos de Textura	
A	Pedra arredondada ou seixos de rio pequena ou média dimensão	A1	SR (não)			
			CR (sim)			
	Pedra grosseira (Pedregulho) ou pedras: cascalho de pedreiras, lascas, pedras de variadas dimensões	A2	SR (não)			
			CR (sim)			
B	Elementos laminados (“a soletti”)	B1	SR (não)			
			CR (sim)			
	Elementos semiregulares sumariamente trabalhados	B2	SR (não)			
			CR (sim)			
C	Pedra natural quadrangular (tufo, calcário, arenito, etc.)	C1	SR (não)			
			CR (sim)			
	Pedra artificial (tijolos)	C2				

O 2º nível de avaliação refere-se à qualidade da argamassa em que com auxílio de testes de escarificação é verificado no local se a argamassa é de boa qualidade, de fraca qualidade ou friável que se desfaz com a mão. O 3º nível tem o intuito de distinguir os paramentos bem ligados dos paramentos desligados ou mal ligados em que só é possível fazer esta distinção no caso de ruína. Em função destes três níveis é

atribuída uma classificação à parede, em que a fiabilidade da classificação aumenta à medida que passa do 1º nível para os restantes [38]. Da Tabela 3.4 à Tabela 3.7 encontram-se os ábacos para os três níveis de conhecimento.

Tabela 3.4 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria irregular (A1) [38]

A1: PEDRA ARREDONDADA																											
<p>Descrição: constituída predominantemente por elementos com superfície lisa e arredondada, seixos de rio de pequena e média dimensão. Textura desordenada ou ordenada.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	I	<p>Senise (PZ): Seixos com textura desordenada</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	I																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	I	<p>Assisi: Seixos de vária natureza com textura ordenada</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	I																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	I	<p>Sassuolo (MO): Seixos e Tijolos</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	I																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">M_b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I					M _c	M _b			2º Nível	I	I				P _s	P _c	P _s	P _c	3º Nível	I	I	I	II	<p>Benevento: alvenaria de pedra com curso a tijolos</p>
1º Nível	I																										
	M _c	M _b																									
2º Nível	I	I																									
	P _s	P _c	P _s	P _c																							
3º Nível	I	I	I	II																							

Tabela 3.5 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria irregular (A2) [38]

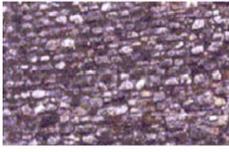
A2: PEDRA GROSSEIRA (PEDREGULHO)																											
<p>Descrição: constituída predominantemente por pedras grosseiras geralmente não trabalhadas ou de difícil trabalhabilidade: elementos de forma irregular de várias dimensões como cascalho de pedra e lascas de pedra.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">Mc</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Mb</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4º Nível</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>5º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> </tr> </table>	1º Nível	I				2º Nível	Mc	Mb			3º Nível	I	I			4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c	5º Nível	I	I	I	I/II	 <p>San Biase (CB): Pedras com textura desordenada</p>
1º Nível	I																										
2º Nível	Mc	Mb																									
3º Nível	I	I																									
4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c																							
5º Nível	I	I	I	I/II																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">Mc</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Mb</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4º Nível</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>5º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> </tr> </table>	1º Nível	I				2º Nível	Mc	Mb			3º Nível	I	I			4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c	5º Nível	I	I	I	I/II	 <p>Benevento: pedras com textura mais ordenada</p>
1º Nível	I																										
2º Nível	Mc	Mb																									
3º Nível	I	I																									
4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c																							
5º Nível	I	I	I	I/II																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">Mc</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Mb</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">I/II</td> </tr> <tr> <td>4º Nível</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>5º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II				2º Nível	Mc	Mb			3º Nível	I	I/II			4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c	5º Nível	I	I/II	I	II	 <p>Alia (PA): alvenaria desordenada com telhas chatas e calcário.</p>
1º Nível	I - II																										
2º Nível	Mc	Mb																									
3º Nível	I	I/II																									
4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c																							
5º Nível	I	I/II	I	II																							
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td>1º Nível</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">Mc</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Mb</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">I/II</td> </tr> <tr> <td>4º Nível</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td>5º Nível</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>	1º Nível	I - II				2º Nível	Mc	Mb			3º Nível	I	I/II			4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c	5º Nível	I	I/II	I	II	 <p>Benevento: alvenaria de pedras com curso a tijolos</p>
1º Nível	I - II																										
2º Nível	Mc	Mb																									
3º Nível	I	I/II																									
4º Nível	P _s	P _c	P _s	P _c																							
5º Nível	I	I/II	I	II																							

Tabela 3.6 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria de pedra talhada (B) [38]

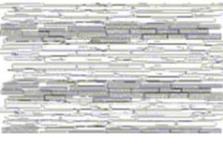
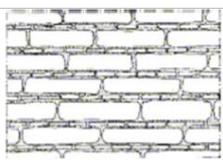
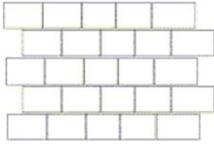
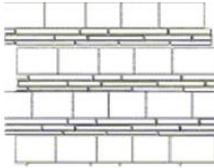
B1: PEDRAS LAMINADAS																											
<p>Descrição: constituída predominantemente por elementos semi-trabalhados, laminados (“a soletti”) a partir de rocha de baixa resistência que tende a quebrar ao longo do plano horizontal. A forma quase regular dos elementos exclui sempre a textura desordenada.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>1º Nivel</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nivel</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">I/II</td> </tr> <tr> <td>3º Nivel</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>		I - II				1º Nivel	M _c	M _b			2º Nivel	I	I/II			3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c		I	I/II	I	II	 <p>Nocera Umbra (PG)</p>
	I - II																										
1º Nivel	M _c	M _b																									
2º Nivel	I	I/II																									
3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c																							
	I	I/II	I	II																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>1º Nivel</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nivel</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nivel</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>		I - II				1º Nivel	M _c	M _b			2º Nivel	I	II			3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c		I	II	II	II	 <p>San Leo (PS)</p>
	I - II																										
1º Nivel	M _c	M _b																									
2º Nivel	I	II																									
3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c																							
	I	II	II	II																							
B2: PEDRAS SEMI_REGULAR																											
<p>Descrição: constituída por pedra semi-trabalhadas quase regulares e de maiores dimensões que B1. A semi-regularidade dos elementos exclui a textura desordenada.</p>																											
Sem fiadas de regularização (S.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>1º Nivel</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nivel</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">I/II</td> </tr> <tr> <td>3º Nivel</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>		I - II				1º Nivel	M _c	M _b			2º Nivel	I/II	I/II			3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c		I	II	I	II	 <p>Cerchiara (CS): pedra calcária semi-trabalhada</p>
	I - II																										
1º Nivel	M _c	M _b																									
2º Nivel	I/II	I/II																									
3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c																							
	I	II	I	II																							
Com fiadas de regularização (C.R.)																											
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>1º Nivel</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nivel</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nivel</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> <td style="text-align: center;">P_s</td> <td style="text-align: center;">P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> </table>		I - II				1º Nivel	M _c	M _b			2º Nivel	I/II	II			3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c		I	II	I	II	
	I - II																										
1º Nivel	M _c	M _b																									
2º Nivel	I/II	II																									
3º Nivel	P _s	P _c	P _s	P _c																							
	I	II	I	II																							

Tabela 3.7 - Ábaco do 1º ao 3º nível de conhecimento, sobre a alvenaria de pedra regular (C) [38]

C1: PEDRA QUADRANGULAR																	
<p>Descrição: constituída por pedras quadrangulares. A regularidade dos elementos exclui a textura desordenada.</p>																	
Sem fiadas de regularização (S.R.)																	
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">I - II</td> </tr> <tr> <td>1º Nível</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">P₂</td> <td style="text-align: center;">P₂ P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I</td> <td style="text-align: center;">II I/II II</td> </tr> </table>		I - II		1º Nível	M _c	M _b	2º Nível	I/II	II	3º Nível	P ₂	P ₂ P _c		I	II I/II II	 <p>Benevento: tufo vulcânico</p>
	I - II																
1º Nível	M _c	M _b															
2º Nível	I/II	II															
3º Nível	P ₂	P ₂ P _c															
	I	II I/II II															
 <p>Favignana (TP)</p>																	
Com fiadas de regularização (C.R.)																	
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>1º Nível</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">P₂</td> <td style="text-align: center;">P₂ P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">II II II</td> </tr> </table>		II		1º Nível	M _c	M _b	2º Nível	I/II	II	3º Nível	P ₂	P ₂ P _c		I/II	II II II	 <p>Napoli: tufo vulcânico e tijolos</p>
	II																
1º Nível	M _c	M _b															
2º Nível	I/II	II															
3º Nível	P ₂	P ₂ P _c															
	I/II	II II II															
C2: TIJOLOS																	
<p>Descrição: constituída por elementos de tijolo que devido à sua regularidade exclui a textura desordenada.</p>																	
Sem fiadas de regularização (S.R.)																	
	<p>Atribuição</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>1º Nível</td> <td style="text-align: center;">M_c</td> <td style="text-align: center;">M_b</td> </tr> <tr> <td>2º Nível</td> <td style="text-align: center;">II</td> <td style="text-align: center;">II</td> </tr> <tr> <td>3º Nível</td> <td style="text-align: center;">P₂</td> <td style="text-align: center;">P₂ P_c</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">I/II</td> <td style="text-align: center;">II II II</td> </tr> </table>		II		1º Nível	M _c	M _b	2º Nível	II	II	3º Nível	P ₂	P ₂ P _c		I/II	II II II	 <p>Nocera Umbra (PG)</p>
	II																
1º Nível	M _c	M _b															
2º Nível	II	II															
3º Nível	P ₂	P ₂ P _c															
	I/II	II II II															

3.2.3.1. Avaliação da qualidade da alvenaria de pedra

A avaliação da qualidade de alvenaria de pedra realiza-se através de um método numérico – o I.Q.M – face ao tipo de solicitação que a parede se encontra submetida com a análise de parâmetros associados à tecnologia construtiva resultando uma classificação de alvenaria em três categorias (Figura 3.8) [38]:

- Categoria A: alvenaria de boa qualidade, seguindo as regras de arte.
- Categoria B: alvenaria de qualidade mediana, seguindo parte das regras de arte.
- Categoria C: alvenaria de fraca qualidade que não respeita as regras de arte.

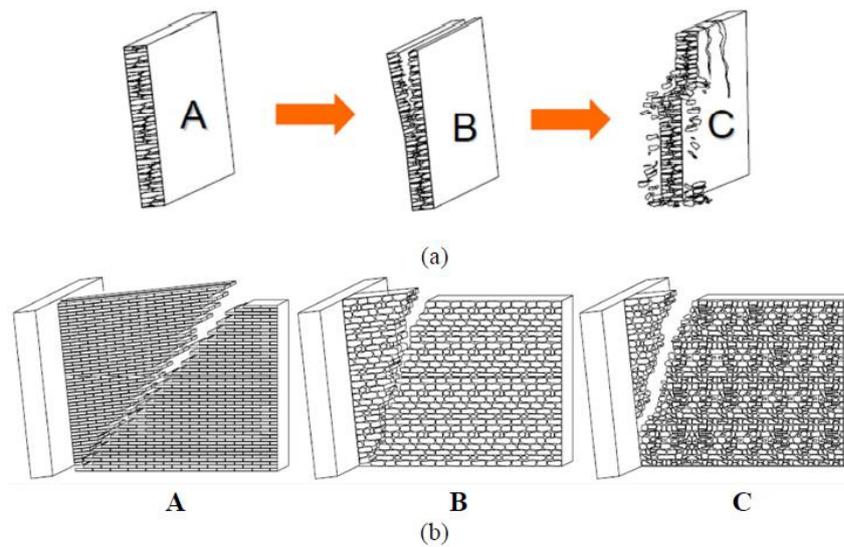


Figura 3.8 - Classificação das paredes de alvenaria de pedra para as diversas categorias (A, B e C): (a) ação horizontal fora do plano; (b) ação horizontal no plano [38]

A avaliação da qualidade além de analisar a qualidade da argamassa, a qualidade da pedra e a presença de travadouros, requer ainda uma avaliação da textura das alvenarias através da inspeção visual, nomeadamente a forma e dimensão das pedras, o desfasamento entre juntas e a presença de fiadas horizontais. Este método divide a classificação das paredes em três condições distintas: i) respeitado (R); ii) parcialmente respeitado (PR); iii) não respeitado (NR). A avaliação dos parâmetros encontra-se nas Tabela 3.8 e Tabela 3.9 [38].

Tabela 3.8 - Parâmetros das regras de arte: qualidade da argamassa; presença de travadouros; forma do elemento; dimensão do elemento [38]

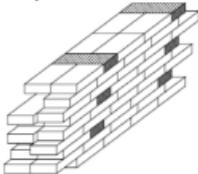
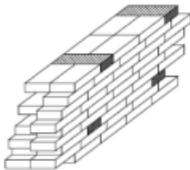
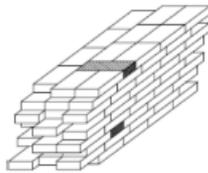
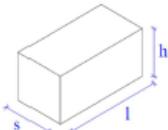
Designação (sigla)	Descrição/Exemplos		
	Respeitado (R)	Parcialmente Respeitado (PR)	Não Respeitado (NR)
Qualidade da Argamassa (MA)	<p>argamassa hidráulica em bom estado; as juntas apresentam-se em bom estado de conservação.</p> 	<p>argamassa à base de cal aérea que apresenta bom estado de conservação e as juntas com preenchimento adequado.</p> 	<p>argamassa fortemente degradada ou ausente e as juntas apresentam-se bastante erodidas.</p> 
Presença de travadouros (P.D.)	<p>travadouros suficientes para conferir um comportamento monolítico. (pelo menos 5 a 6 travadouros por m² de parede).</p> 	<p>situação intermédia entre o respeitado e o não respeitado. (pelos menos 3 a 4 travadouros por m² de parede).</p> 	<p>travadouros insuficientes para conferir um comportamento monolítico. (pelos menos 3 travadouros por m² de parede).</p> 
Forma do elemento resistente (F.EL.)	<p>quando os elementos regulares abrangem pelo menos $\frac{3}{4}$ da superfície e da espessura da parede.</p> 	<p>quando os elementos de forma irregular ou arredondada abrangem uma superfície ou espessura de parede compreendida entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$.</p> 	<p>quando os elementos de forma irregular ou arredondada abrangem uma extensão de superfície ou espessura de parede de pelo menos $\frac{1}{2}$.</p> 
Dimensão do elemento resistente (D.EL.)	<p>quando os elementos resistentes são de grande dimensão: l=30 a 50cm; s=15 a 25cm; h=10 a 20cm.</p>  	<p>quando os elementos resistentes apresentam: l=15 a 30cm; s=5 a 15cm; h=5 a 15cm.</p> 	<p>quando os elementos resistentes apresentam pequenas dimensões.</p> 

Tabela 3.9 - Parâmetros das regras de arte: desfasamento entre juntas verticais; presença de fiadas horizontais; qualidade do elemento resistente [38]

Designação (sigla)	Descrição/Exemplos		
	Respeitado (R)	Parcialmente Respeitado (PR)	Não Respeitado (NR)
Desfasamento entre juntas verticais (S.G.)	quando a junta vertical se encontra alinhada com a zona central do elemento resistente inferior. 	quando a junta vertical se encontra em posição intermédia entre a zona central do elemento resistente inferior e o seu bordo. 	quando as juntas verticais se encontram alinhadas envolvendo dois ou mais elementos resistentes. 
Presença de fiadas horizontais (O.R.)	alinhamento horizontal em quase todo o comprimento da parede, ao longo da altura, sem que ocorra interrupção. 	alinhamento horizontal abrange menos de ¾ do comprimento da parede e sem altura poderá apresentar desfasamentos locais. 	alinhamento horizontal é interrompido ao longo do comprimento da parede e apresenta-se desfasado em altura. 
Qualidade do elemento resistente (RE.EL.)	elementos resistentes não se apresentam degradados ou em ruína.	-	elementos apresentam-se severamente degradados, sem capacidade resistente.

Em função da classificação obtida das regras de arte (R, PR, NR) e dos três tipos de solicitações (vertical horizontal no plano e fora do plano) são conferidos pesos aos parâmetros em análise segundo a sua importância face a uma adequada resposta da parede. Na Tabela 3.10 encontram-se os pesos a atribuir a cada parâmetro consoante a ação. Numa fase posterior é aplicada a equação (3.3), obtendo deste modo, o índice de qualidade que permite classificar a parede de alvenaria numa das três classes possíveis (A, B ou C) conforme a Tabela 3.11 - [38].

Tabela 3.10 - Pesos a atribuir aos parâmetros consoante a ação solicitante [38]

Para qualquer ação quando RE.EL=NR a alvenaria é categoria C									
Parâmetro	Ação vertical			Ação horizontal fora plano			Ação horizontal plano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
MA	0,0	0,5	2,0	0,0	0,5	1,0	0,0	1,0	2,0
P.D.	0,0	1,0	1,0	0,0	1,5	3,0	0,0	1,0	2,0
F.EL.	0,0	1,5	3,0	0,0	1,0	2,0	0,0	1,0	2,0
D.EL.	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0
S.G.	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	0,0	1,0	2,0
O.R.	0,0	1,0	2,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,5	1,0
RE.EL.	0,3	0,7	1,0	0,5	0,7	1,0	0,3	0,7	1,0

$$I.Q.M = RE.EL.(O.R.+P.D.+F.EL.+S.G.+D.EL.+MA) \quad (3.3)$$

Tabela 3.11 - Categoria de acordo com a ação solicitante [38]

Tipo de ação	Categoria		
	C	B	A
vertical	$0 \leq I.Q.M < 2,5$	$2,5 \leq I.Q.M < 5$	$5 \leq I.Q.M \leq 10$
Horizontal no plano	$0 \leq I.Q.M \leq 4$	$4 < I.Q.M < 7$	$7 \leq I.Q.M \leq 10$
Horizontal fora plano	$0 \leq I.Q.M \leq 3$	$3 < I.Q.M < 5$	$5 \leq I.Q.M \leq 10$

É de referir que além dos parâmetros e aspetos construtivos referidos até agora, outro aspeto fundamental para o bom comportamento estrutural é a ligação dos cunhais tanto do paramento exterior como interior, no caso de paramento duplo, assim como a ligação entre paredes e pavimentos e coberturas. Nas ligações de canto do paramento exterior é bastante comum encontrar cantaria de forma a melhorar o travamento das paredes - Figura 3.9.

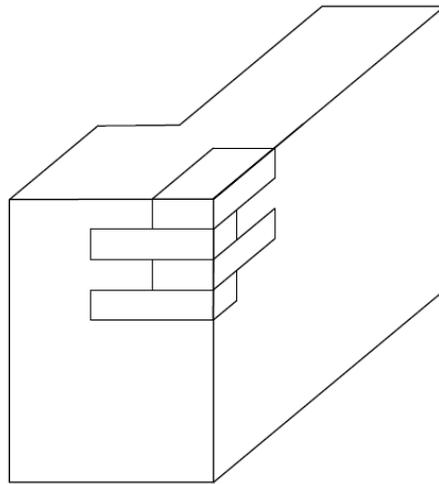


Figura 3.9 - Ligação dos cunhais no paramento exterior

4

DESENVOLVIMENTO DA FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

4.1. INTRODUÇÃO

Com as ações de inspeção e diagnóstico como objetivos do presente trabalho, este capítulo começa por definir estas ações bem como as principais atividades que estas requerem de forma a serem corretamente realizadas. Estas ações, como já referido anteriormente, foram executadas para todas as igrejas que pertencem à Rota do Românico, fazendo-se neste capítulo uma breve apresentação destes imóveis, sendo esta breve apresentação baseada numa pequena descrição estrutural, na localização e data de inspeção de cada igreja.

Para a realização das inspeções das igrejas da Rota do Românico foi sentida a necessidade de elaborar uma ficha adequada a esta tipologia construtiva de forma a que a recolha de dados fosse um processo sistemático. A informação existente sobre o imóvel e a envolvente assim como a informação recolhida durante a inspeção fica desta forma compilada numa ficha única permitindo um conhecimento geral e particular desse mesmo imóvel. O tratamento estatístico dos resultados obtidos para todas as igrejas permite uma análise global da informação registada podendo obter-se, por exemplo, percentualmente qual o dano mais comum nas igrejas, quantas tiveram alterações estruturais, ou quantas possuem património integrado.

A informação recolhida permite determinar o seu estado de conservação, realizar o seu diagnóstico e averiguar se e qual a medida de intervenção a adotar a cada imóvel. A ficha elaborada no âmbito da presente dissertação além de dar resposta aos aspetos já mencionados, funcionará como uma ferramenta de gestão global dos imóveis que integram a RR. No presente capítulo também será explicado a necessidade da criação desta ficha.

4.2. A INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO

Chama-se um estudo de diagnóstico ao conjunto de procedimentos que visam o conhecimento de determinada estrutura, incluindo a avaliação do seu estado de conservação e segurança, bem como a determinação das causas das patologias observadas [29].

O *International Council of Monuments and Sites (ICOMOS)*, organização não governamental constituída por técnicos da área do património, criada em 1964 durante o *II Congresso Internacional de Arquitetos*, em Veneza, na mesma ocasião em que foi escrita a *Carta de Veneza*, define em *Recomendações para a análise, conservação e restauro do património arquitectónico* - [34] - que a

inspeção visual é “A parte visual da investigação que exclui ensaios de materiais, análise estrutural, ensaios estruturais e outras técnicas mais sofisticadas de investigação.” em que no mesmo documento a investigação é definida como “Uma avaliação sistemática e detalhada de um edifício que inclui o exame visual...”.

A conjugação dos procedimentos de inspeção e diagnóstico, quando executadas corretamente, ou seja, por um técnico ou uma identidade especialista, levam ao conhecimento dos problemas que afetam as construções e das suas causas sendo deste modo possível determinar o tipo de ação mais adequada.

O diagnóstico é baseado em informação histórica, na abordagem qualitativa e quantitativa. A primeira permite a observação direta dos danos estruturais e degradação dos materiais, enquanto que a segunda implica a realização de ensaios estruturais e materiais, a monitorização e a análise estrutural. Numa fase preliminar é necessário determinar as causas dos danos e degradações, posteriormente realiza-se a avaliação da segurança sendo necessário conjugar a análise qualitativa com a quantitativa, e só depois é definido o tipo de ação a implementar [34]. Refere-se ainda que a decisão final pode ser não realizar qualquer tipo de intervenção ou apenas fazer manutenção.

As ações podem ser divididas em dois grupos: reabilitação do imóvel em que se efetua a manutenção da estrutura, ou de reforço em que se repõe ou aumenta a capacidade resistente.

A intervenção também pode ser de caráter preventivo utilizando técnicas para prevenir, evitar ou atenuar os danos existentes ou pode ser de caráter interventivo utilizada após a ocorrência dos danos. O tipo de medida a aplicar ainda pode ser dividido em dois grupos: medidas de atuação global ou medidas de atuação ao nível dos elementos estruturais, onde numa atuação global os objetivos são [32]:

- Assegurar a continuidade entre os elementos estruturais;
- Certificar as conexões entre esses elementos;
- Introduzir apoios/ligações entre os elementos.

As técnicas a utilizar ao nível dos elementos estruturais passam pela intervenção dos materiais, como por exemplo fortalecer ou consolidar a argamassa ou injeções.

Por vezes verifica-se que muitos dos imóveis foram intervencionados mais do que uma vez, devendo-se ao fato de ações anteriores não terem sido realizadas em conformidade com os problemas em causa. Causas deste “insucesso” poderão estar relacionadas com uma má análise, uma má interpretação da origem dos problemas levando à obtenção de um diagnóstico pouco fiável ou mesmo um fraco conhecimento da estrutura em análise que pode originar um mau estudo do comportamento estrutural. Na realização do diagnóstico devem estar identificadas as patologias observadas, as dissonâncias, as alterações estruturais que poderão ser notórias ou então que resultem de um estudo arqueológico e os riscos associados.

Segundo [29] uma inspeção e diagnóstico inclui:

- Definição geométrica da construção existente;
- Pesquisa histórica e identificação da funcionalidade;
- Identificação de esquemas de funcionamento estrutural;
- Definição dos elementos estruturais chave;
- Pesquisa da constituição material dos elementos;
- Identificação de todas as patologias;
- Definição de eventuais ensaios a realizar;
- Identificação e estabelecimento de modelos estruturais.

Estas ações devem ser realizadas em 3 fases, em que na primeira fase deve-se realizar o levantamento estrutural e fazer uma observação global, na segunda fase deve-se identificar os danos e realizar o diagnóstico e numa terceira fase devem ser realizados, se assim o necessitar, procedimentos de auxílio à inspeção. As ações inerentes em cada fase encontram-se enumeradas no esquema da Figura 4.1 [35].

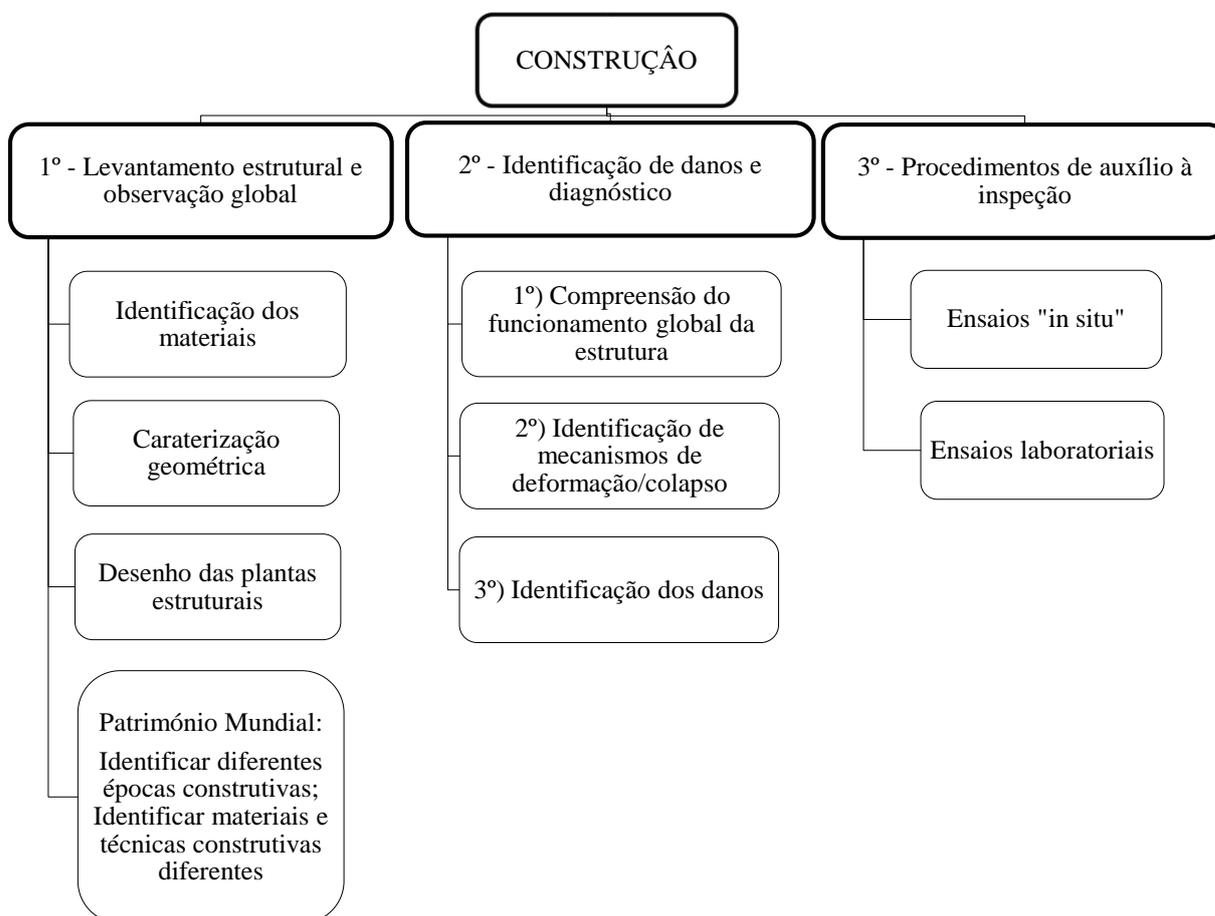


Figura 4.1 - Esquema das ações requeridas numa inspeção e diagnóstico

Para além destas ações localizadas na construção em si deve ser observada a envolvente, registando-se elementos estruturais ou funcionais na proximidade que possam ser relevantes para o comportamento das construções, como por exemplo a existência de muros de suporte, de sistemas de drenagens de águas pluviais ou outros.

Numa análise mais global, e se se pretender uma análise que possa vir a identificar fatores de risco das construções, poderão ser registadas outras informações relevantes sobre a envolvente, como por exemplo a proximidade de linhas de água ou a localização de zonas baixas. Estes registos poderão ser importantes para a análise do risco de cheias, enquanto que o registo da inserção do imóvel em meio florestal ou a proximidade de, por exemplo, uma bomba de gasolina, poderá ser informação fundamental para uma análise de risco de incêndio.

4.3. FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL DAS IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO

As fichas de levantamento de dados surgem como uma ferramenta de auxílio à inspeção de forma a esta atividade ser realizada de forma mais eficiente. Uma ficha de inspeção, regra geral, permite a caracterização geométrica do imóvel, a identificação das soluções construtivas adotadas, a caracterização da sua envolvente, a avaliação do estado de conservação do imóvel e ainda, se pretendido, a determinação e/ou classificação de determinados parâmetros que possam ser importantes para a realização de análises de risco.

Como referido no Capítulo 2 as igrejas que integram a Rota do Românico, que datam a sua construção em épocas próximas, apresentam características construtivas idênticas. Com o estudo destas igrejas verifica-se que maioritariamente obedecem ao mesmo tipo de: solução estrutural, orientação, composição, conceitos, princípios decorativos, entre outros.

Como as igrejas apresentam uma tipologia construtiva semelhante é possível identificar elementos que apresentam suscetibilidade para o mesmo tipo de dano, logo o tipo de intervenção a utilizar poderá ser semelhante. No entanto, não se pode deixar de voltar a referir que, a nível estrutural, a medida a implementar depende de cada caso, uma vez que só a partir de um correto diagnóstico é que se conclui qual a causa do dano e, conseqüentemente, qual o tipo de intervenção mais adequado a aplicar de forma a solucionar o problema e não apenas reparar o dano.

Até ao momento o que se verificava é que, apesar de quase todas as igrejas da RR terem sido inspecionadas, a informação obtida quer referente à caracterização geométrica, quer referente ao estado estrutural não se encontra vertida e compilada num único documento. Ou seja, não há padronização da informação obtida e, conseqüentemente, não é possível o seu tratamento estatístico.

Atualmente já existem variadas fichas de inspeção de aplicação imediata para a avaliação de igrejas, como por exemplo o documento *Metodologia para a avaliação expedita do risco sísmico em bens culturais imóveis* - [47] - criado pelo IC/FEUP. No entanto, objetivo principal do presente trabalho é criar uma ficha única, adaptada às igrejas da RR que permita uma caracterização sistemática de todas as igrejas. A ficha, intitulada como *Ficha IDI* (Identificação Do Imóvel) irá permitir obter uma análise concordante entre todos os imóveis.

Itália é o único local, com conhecimento até ao momento, que apresenta duas fichas – uma de avaliação de vulnerabilidade sísmica e outra de registo pós-destruição – de aplicabilidade comum a todos os imóveis, independentemente da identidade que efetua o registo.

O que se verifica atualmente é que a informação que a RR dispõe entre igrejas está dispersa, havendo uma clara distinção da informação relativa às igrejas que integraram a 1ª fase da RRVS e as igrejas que se integraram posteriormente na rota. É notório também uma diferenciação no tipo de informação disponível consoante a datação dos estudos destas igrejas, como por exemplo só é possível ter acesso a algumas plantas arquitetónicas em formato digital, em que as restantes igrejas apenas dotam de peças desenhadas, peças estas que nem sempre é possível identificar a escala do desenho apresentado. A execução das plantas em formato digital resultou de análises e estudos mais recentes, principalmente quando requerem a avaliação do comportamento estrutural das igrejas, em que estes exigem o levantamento geométrico dos imóveis. O facto de ser possível fornecer a planta num ficheiro digital, no caso das igrejas da RR são fornecidos em ficheiros AutoCad, irá fazer com que os valores utilizados, mesmo que por entidades diferentes, sejam constantes em todas as análises, havendo assim menos discrepâncias nos resultados obtidos.

Por consequência, apesar da rota apresentar vasta informação relativa aos seus imóveis, essa não é comum entre todos os monumentos, havendo a falta de informação concentrada que permita tratar estatisticamente essa informação relativamente a diversos tópicos.

Surge assim a necessidade de se criar uma ficha que resolva este problema da deficiente recolha de informação que se verifica para estes imóveis. Portanto, no presente trabalho, foi sendo desenvolvida uma ficha com esse intuito, resultando num processo iterativo até se obter um documento que respeite esta tipologia de património e dê resposta aos objetivos pretendidos com a sua aplicação.

É de salientar que as inspeções às igrejas surgem como auxílio do desenvolvimento da ficha, ou seja, de forma a ser possível averiguar quais os parâmetros a avaliar e classificar para as igrejas da RR foram realizadas as inspeções como estudo e conhecimento destes imóveis.

A *Ficha IDI* não pretendeu ser exaustiva nesta fase, podendo ser ampliada de acordo com o pretendido. Foi realizada uma reflexão sobre o que era importante registar nestes imóveis como por exemplo as características geométricas, as características estruturais das paredes, tetos e coberturas tendo-se introduzido o registo de algumas interações do imóvel com a envolvente. Para o desenvolvimento da *Ficha IDI* que aqui se apresenta foram necessárias várias tentativas, pois tinha-se como objetivo avaliar o imóvel de forma mais abrangente possível permitindo que a ficha funcione como instrumento de gestão para a RR.

Assim, a *Ficha IDI* permite: i) a identificação do imóvel; ii) o registo das características geométricas; iii) a classificação das paredes de alvenaria; iv) o registo da constituição e estado de conservação do pavimento interior, da solução estrutural do teto e cobertura, da presença de património integrado em paredes e tetos, das alterações estruturais, da presença de reforço estrutural, da presença de coro-alto e de elementos metálicos ou em betão armado; v) a identificação da relação das outras construções, como a sacristia, capelas, torre sineira ou campanário, face ao corpo da igreja; vi) a avaliação da interação do imóvel com a envolvente; vii) a avaliação do estado de conservação geral do imóvel e o registo das patologias observadas; viii) a identificação dos macro-elementos existentes no imóvel.

Além dos objetivos definidos no início do presente subcapítulo, a *Ficha IDI* funciona como uma ferramenta de gestão global, como mencionado anteriormente, em que através da gestão do imóvel é possível “identificar os riscos, de antecipar os sistemas de prevenção apropriados e criar planos de atuação de emergência” - [28]. Assim, a gestão permite ter uma ideia global dos danos que mais afetam as igrejas, ou da solução estrutural mais comum de cobertura ou teto, ou do número de igrejas que têm deficiências a nível das ligações de cunhais.

O tratamento estatístico da informação relativa à implantação do imóvel e das características da sua envolvente, permite (ou poderá vir a permitir) saber quantas igrejas poderão ter risco de cheias, por exemplo, ou risco de incêndio.

É de salientar que apesar da ficha conseguir dar resposta a um vasto número de questões, esta poderá ser melhorada com o acrescento de determinados parâmetros que poderão ser importantes para algumas análises de risco ou de uma outra natureza.

Com a aplicação da *Ficha IDI* será possível obter uma espécie de biblioteca com toda informação recolhida que ao ser disponibilizada à RR irá permitir que esta organização fique com uma informação que além de atualizada apresentará parâmetros de avaliação/classificação comuns para todos os monumentos de tipologia Igreja, que como já referido até ao momento isso não existe. A “base de dados” que será disponibilizada à RR da aplicação da presente ficha irá, também, fornecer a informação necessária para a realização de estudos estruturais.

Os principais objetivos que a ficha apresenta são:

- Poder-se ter uma análise integrada dos imóveis tipo “Igreja” da RR;
- O conhecimento global da igreja;
- A realização do diagnóstico;
- A identificação do mecanismo de rotura que poderá ocorrer;
- Avaliar a existência de reforços estruturais;
- Identificar do tipo de intervenção a executar, caso seja necessário.

A ficha encontra-se dividida em 8 itens principais, sendo estes:

- A. Identificação do imóvel;
- B. Caracterização geométrica;
- C. Classificação das paredes de alvenaria da igreja;
- D. Outros elementos construtivos do imóvel;
- E. Relação de outras construções face ao corpo da igreja;
- F. Interação com a envolvente;
- G. Estado geral e patologias associadas ao conjunto;
- H. Macro-elementos existentes.

A *Ficha IDI* é apresentada nas próximas páginas e no Anexo A encontram-se, a título de exemplo, o preenchimento de dois imóveis, nomeadamente da igreja de Santa Maria de Gondar e a igreja do Mosteiro de São Martinho de Mancelos.

A explicação do preenchimento dos diversos itens da *Ficha IDI* é apresentada no capítulo seguinte, juntamente com os casos de aplicação.

Avaliador: _____ Data: ____/____/____

A. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

Identificação: _____ Distrito: _____ Localidade: _____ Morada: _____ Coordenadas geográficas: _____ Acesso ao interior: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

B. CARATERIZAÇÃO GEOMÉTRICA:

<p>Nave: L₁ (m) = _____ L₂ (m) = _____ e₁ (m) = _____ e₂ (m) = _____ e₆ (m) = _____ h₁ (m) = _____ h₂ (m) = _____ h₃ (m) = _____</p>	<p style="text-align: right;">Planta</p>
<p>Capela-mor: L₃ (m) = _____ L₄ (m) = _____ e₃ (m) = _____ e₄ (m) = _____ e₅ (m) = _____ h₄ (m) = _____ h₅ (m) = _____</p>	<p style="text-align: right;">Corte longitudinal</p>
<p>Planta esquemática:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div>	

C. CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA DA IGREJA

Fachada principal:

h (m): _____ e₁ (m): _____
Coeficiente de esbelteza (h/e₁): _____
Percentagem da área de abertura: _____
Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____
Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro
Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²
Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável
Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas
Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior
Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau
Índice de irregularidade: ⁽⁴⁾ _____
Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral direita: NAVE

(tipicamente a sul)

h₂ (m): _____ e₆ (m): _____
Coeficiente de esbelteza (h₂/e₆): _____
Percentagem da área de abertura: _____
Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____
Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro
Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

	Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____ Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior
Fachada lateral esquerda: NAVE	
(tipicamente a norte)	h ₂ (m): _____ e ₂ (m): _____ Coeficiente de esbelteza (h ₂ /e ₂): _____ Percentagem da área de abertura: _____ Solução de alvenaria: <input type="checkbox"/> Homogénea de classe _____ <input type="checkbox"/> Heterogénea de classes _____ Material: <input type="checkbox"/> Granito <input type="checkbox"/> Xisto <input type="checkbox"/> Tijolo <input type="checkbox"/> Calcário <input type="checkbox"/> Outro Parede com travadouros: <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Menos de 3 por m ² <input type="checkbox"/> Entre 3 a 4 por m ² <input type="checkbox"/> Entre 5 a 6 por m ² Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____ Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior

Fachada lateral direita: CAPELA-MOR

(tipicamente a sul)

h_4 (m): _____ e_5 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_4/e_5): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m^2
 Entre 3 a 4 por m^2
 Entre 5 a 6 por m^2

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral esquerda: CAPELA-MOR

(tipicamente a norte)

h_4 (m): _____ e_3 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_4/e_3): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m^2
 Entre 3 a 4 por m^2
 Entre 5 a 6 por m^2

	<p>Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável</p> <p>Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas</p> <p>Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior</p> <p>Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau</p> <p>Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____</p> <p>Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior</p>
<p>Fachada de fundo: (parede fundeira)</p>	<p>h' (m): _____ e_4 (m): _____</p> <p>Coefficiente de esbelteza (h'/e_4): _____</p> <p>Percentagem da área de abertura: _____</p> <p>Solução de alvenaria: <input type="checkbox"/> Homogénea de classe _____ <input type="checkbox"/> Heterogénea de classes _____</p> <p>Material: <input type="checkbox"/> Granito <input type="checkbox"/> Xisto <input type="checkbox"/> Tijolo <input type="checkbox"/> Calcário <input type="checkbox"/> Outro</p> <p>Parede com travadouros: <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Menos de 3 por m² <input type="checkbox"/> Entre 3 a 4 por m² <input type="checkbox"/> Entre 5 a 6 por m²</p> <p>Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável</p> <p>Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas</p> <p>Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior</p> <p>Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau</p> <p>Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____</p> <p>Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior</p>

⁽¹⁾ A calcular (Ver manual de preenchimento)

D. OUTROS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL

Pavimento interior: Constituição: Soalho Granito Tijoleira Outro
Estado de conservação: Bom Razoável Mau

Teto da nave: Não

Sim: Estrutural: Em abóbada: Unidirecional Bidirecional
Material: Pedra Tijolo Mista
Com contrafortes: Sim Não
Com tirantes: Sim Não

Não estrutural: Material: Madeira (pintada ou não)
 Tabique ou Estuque

Cobertura da nave: Não

Sim: Presença de: Asnas
 Caibros
 Estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto
 Não identificável

Material: Madeira Metálica Outros

Teto da capela-mor: Não

Sim: Estrutural: Em abóbada: Unidirecional Bidirecional
Material: Pedra Tijolo Mista
Com contrafortes: Sim Não
Com tirantes: Sim Não

Não estrutural: Material: Madeira (pintada ou não)
 Tabique ou Estuque

Cobertura da capela-mor: Não

Sim: Presença de: Asnas
 Caibros
 Estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto
 Não identificável

Material: Madeira Metálica Outros

Presença de património integrado em paredes: Pinturas murais Talhas Azulejos
 Outro

Presença de património integrado em tetos: Pinturas murais Talhas Outro

Alterações estruturais: Não
 Sim

Nave:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
	<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
Capela-mor:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
	<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra

Presença de reforço estrutural: Nave: Sim Não
 Capela-mor: Sim Não

Presença de coro-alto: Sim Não

Presença de elementos em betão armado ou metálicos: Nave: Sim Não
 Capela-mor: Sim Não
 Sacristia: Sim Não
 Outro corpo: Sim Não
 Torre sineira: Sim Não
 Campanário: Sim Não

E. RELAÇÃO DE OUTRAS CONSTRUÇÕES FACE AO CORPO DA IGREJA

Sacristia: Imbricada Adossada Não identificável
 Fonte: _____

Outro corpo: Imbricado Adossado Não identificável
 Fonte: _____

Torre sineira: Imbricada Adossada Isolada Sem torre sineira

Campanário: Fachada principal Fachada lateral Isolado

Presença de elementos decorativos com risco de queda: Sim Não

Alterações estruturais:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
Presença de reforço estrutural:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	

F. INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE

Imóvel:	<input type="checkbox"/> Isolado	<input type="checkbox"/> Em banda (no meio)	<input type="checkbox"/> Em banda (numa extremidade)	<input type="checkbox"/> Gaveto
	<input type="checkbox"/> Meio urbano	<input type="checkbox"/> Meio rural		
Proximidade de materiais combustíveis/inflamáveis:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
Tipo de terreno:	<input type="checkbox"/> Plano	<input type="checkbox"/> Inclinação ligeira (de 0% a 5%)	<input type="checkbox"/> Inclinação acentuada (acima de 5%)	
	<input type="checkbox"/> Em socacos	<input type="checkbox"/> Sem muros de suporte	<input type="checkbox"/> Com muros de suporte	<input type="checkbox"/> Bom estado estrutural
				<input type="checkbox"/> Mau estado estrutural
Estado de conservação do pavimento exterior:	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> Mau	
Presença de drenagem periférica à igreja:	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim		
Drenagem de águas pluviais na envolvente:	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim		
Proximidade a um curso de água:	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim: Possibilidade de inundação	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

G. ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO CONJUNTO

Estado geral de conservação do imóvel:	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> Mau
Estado geral de conservação das paredes:	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> Mau
Estado de conservação do teto/cobertura interior:	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> Mau
Estado de conservação do património integrado:	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> Mau
Estado de conservação do interior do retábulo-mor:	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Razoável	<input type="checkbox"/> Mau

DANOS ESTRUTURAIS

	Fissuração/ Fratura	Abertura de juntas	Perda de argamassa	Falta de travamento nos cunhais	Deformação	Esmagamento	Rotação da base	Assentamentos
Parede de fachada da igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parede fundeira da igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes laterais da nave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes laterais da capela-mor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes da sacristia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colunas e arquivoltas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre sineira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pilares interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pórticos longitudinais interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abóbadas e arcos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OUTROS DANOS

	Humidade	Eflorescências	Crostas	Arenização	Erosão	Destacamento de placas	Vegetação
Parede de fachada da igreja	<input type="checkbox"/>						
Parede fundeira da igreja	<input type="checkbox"/>						
Paredes laterais da nave	<input type="checkbox"/>						
Paredes laterais da capela-mor	<input type="checkbox"/>						
Paredes da sacristia	<input type="checkbox"/>						
Colunas e arquivoltas	<input type="checkbox"/>						
Torre sineira	<input type="checkbox"/>						
Campanário	<input type="checkbox"/>						
Pilares interiores	<input type="checkbox"/>						
Pórticos longitudinais interiores	<input type="checkbox"/>						
Abóbadas e arcos	<input type="checkbox"/>						

NOTA: O preenchimento das patologias deve obedecer à seguinte regra:

- Se a patologia apresenta expressão média a grave deve ser colocada uma cruz (☒)

Se a patologia apresenta expressão ligeiro deve ser colocado um visto (☑).

H. MACRO-ELEMENTOS EXISTENTES

Macro-elemento	Existe?	Reforço associado ao mecanismo		
		Sim	Não	Não sei
Fachada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transepto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arco triunfal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cúpula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ábside	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capelas e corpos adjacentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nártex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre sineira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO

A construção original das igrejas românicas era pequena, sendo constituída, regra geral, por uma pequena nave e capela-mor cada uma com forma quadrangular – característica da arquitetura românica. Com o crescimento populacional estas igrejas deixaram de satisfazer as necessidades locais sendo numa primeira fase algumas ampliadas e outras deixadas ao abandono. Assim decidiu-se construir novas igrejas e maiores deixando assim parte das igrejas românicas sem utilização.

A partir dos anos 50, aproximadamente, com a valorização e recuperação patrimonial, as igrejas românicas que eram classificadas como monumento nacional foram alvo de intervenção, com um forte intuito de proceder à sua ampliação, principalmente da nave, permitindo que estas construções voltassem a dar resposta às necessidades da população, recuperando assim a sua utilização e valor. Atualmente as igrejas da RR encontram-se todas aptas para utilização, sendo que alguns desses imóveis foram intervencionados mais recentemente, nomeadamente desde 2003, mas é de referir que existem construções dessa época construtiva que ainda se encontram ao abandono ou não se encontram preparadas para a sua utilização.

Como referido no Capítulo 2, a Rota do Românico alberga 58 monumentos dos quais 44 se enquadram na tipologia Igreja, considerando-se não só as igrejas isoladas mas também as igrejas dos mosteiros e as capelas. Sendo a inspeção das igrejas um dos objetivos principais do presente trabalho foi efetuada uma visita técnica às 44 igrejas para se efetuar o levantamento das suas características construtivas mais relevantes e do seu estado de conservação. Adicionalmente recolheu-se informação considerada relevante, como se explicará adiante. Na Figura 4.2-(a) apresenta-se um mapa geral onde se localiza a área de implantação da RR e na Figura 4.2-(b) um pormenor de um mapa com a localização das igrejas em estudo. Observando-se a localização geográfica destas igrejas é possível constatar que as igrejas se localizam relativamente perto umas das outras, onde a deslocação para este tipo de trabalho – inspeção das igrejas da RR - não representa uma dificuldade.

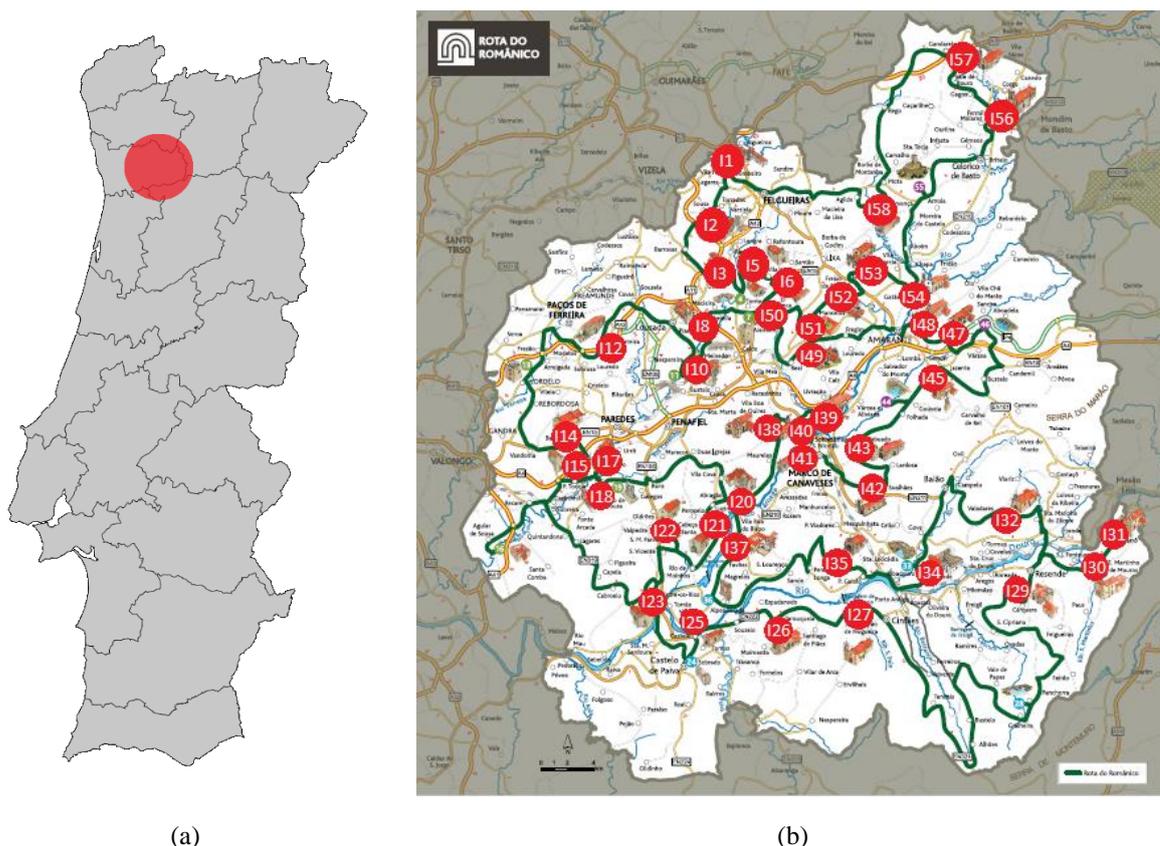


Figura 4.2 - Localização das igrejas em estudo: (a) Mapa geral [15]; (b) Mapa da RR [5]

É de referir que todo o trabalho realizado para a presente dissertação só foi possível devido ao apoio conferido pela RR, em que a rota forneceu inúmera informação, entre a qual fichas técnicas de alguns imóveis, planos de manutenção, levantamentos arquitetónicos, estudos arqueológicos e as monografias de todos os monumentos. Além do referido apoio, a rota permitiu o acesso à maioria das igrejas durante as visitas de inspeção, mostrando sempre total disponibilidade.

Na Tabela 4.1 apresentam-se as 44 igrejas visitadas fazendo uma pequena descrição de cada uma das igrejas com a seguinte informação: planta arquitetónica; características particulares, caso existam; data da sua inspeção; a possibilidade, ou não, de aceder ao seu interior; fotografias da igreja que resultaram do trabalho de campo; e a planta da igreja fornecida pela RR (informação disponível no *Sistema de Informação para o Património Arquitetónico* - SIPA - [26]).

A identificação das igrejas nesta dissertação é feita com a letra “I” de igreja e o número correspondente ao da RR, em que esta organização atribuiu uma numeração a todos os monumentos (de 1 a 58) de forma a facilitar a sua identificação. Assim, a título de exemplo e como é possível verificar na Tabela 4.1, a seguir à igreja I3 vem a I5 visto o monumento número quatro ser de uma tipologia diferente, sendo neste caso uma ponte.

Como já referido no subcapítulo 2.4 a informação relativa a todos os imóveis que pertencem à RR – informação geral, história do monumento, especialidades, galeria, localização geográfica e visitas virtuais – pode ser consultada no seu site.

As imagens das plantas apresentadas – fornecidas pela RR – na Tabela 4.1 não apresentam escala, de modo que a sua observação poderá induzir em erro quanto à perceção da sua ordem de grandeza. Assim,

em seguida é apresentado na Figura 4.3 um esquema comparativo da dimensão dos alçados de algumas das igrejas que integraram a 1ª fase da RRVS elaborado pelo Arquiteto Miguel Malheiro para a sua dissertação de doutoramento - [25].

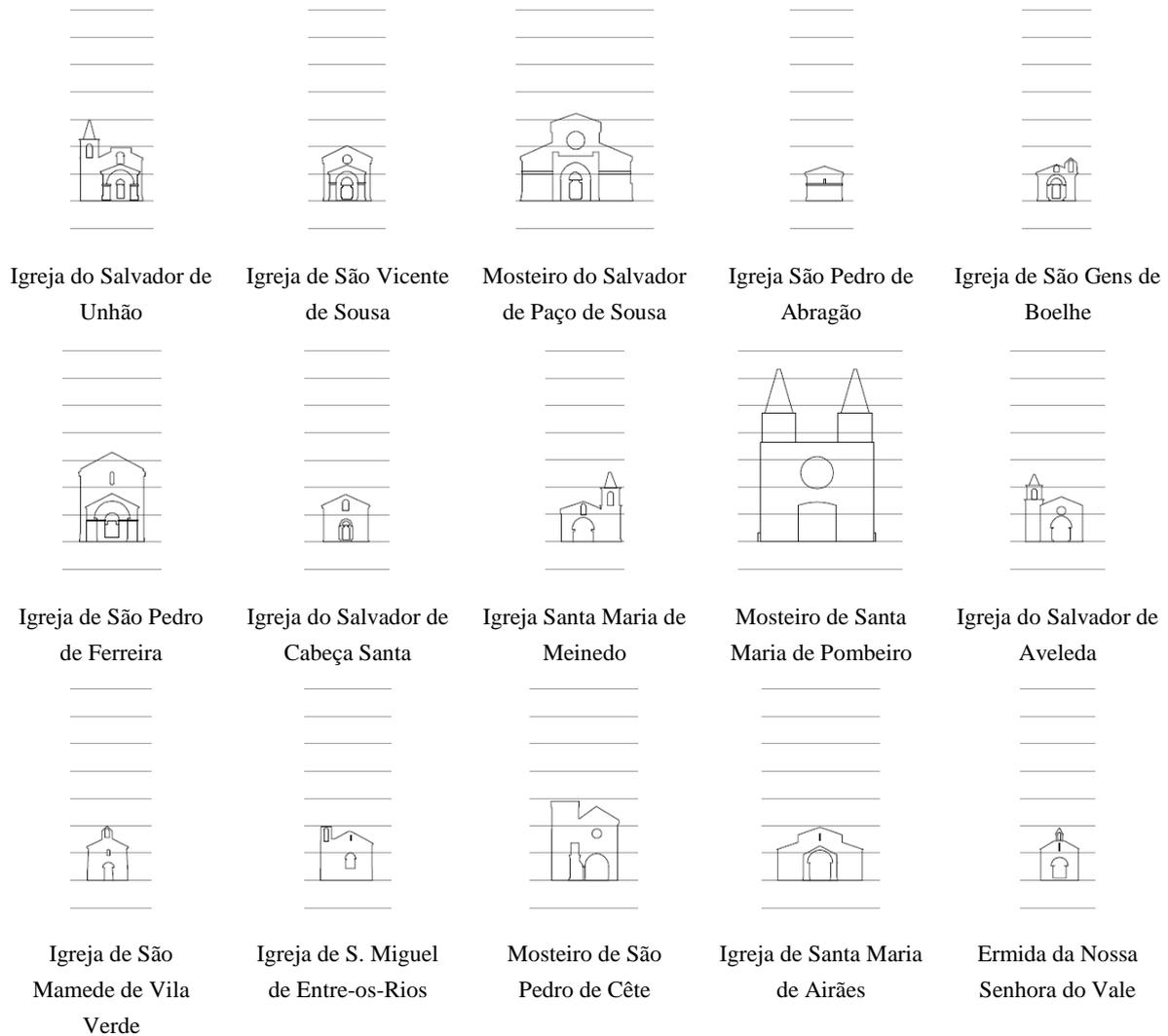
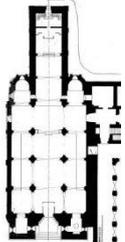
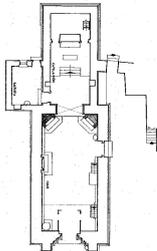
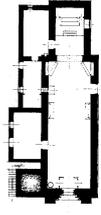
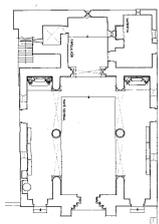
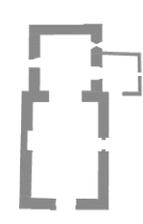


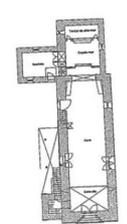
Figura 4.3 - Alçados comparativos a nível de escala de 15 igrejas da RR [25]

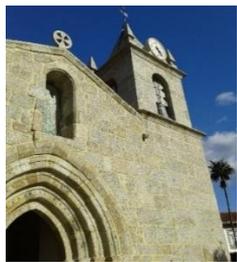
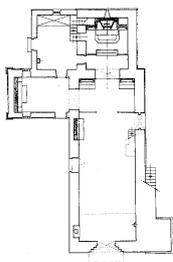
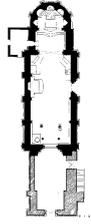
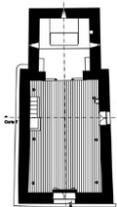
Tabela 4.1 - Descrição das igrejas da Rota do Românico

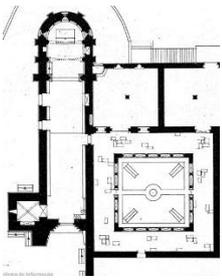
11	Mosteiro de Santa Maria de Pombeiro			
	Localizada em Felgueiras é uma igreja de planta longitudinal composta por três naves e cabeceira tripla, apresentando um falso transepto. As naves laterais terminam em absidíolos e na fachada principal incorporam-se duas torres sineiras. No seu interior existe coro-alto e património integrado.			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				
12	Igreja de São Vicente de Sousa			
	Localizada em Felgueiras é composta por nave única e capela-mor ambas de planta retangular. A torre sineira e a sacristia encontram-se adossadas à fachada lateral Norte e Sul, respetivamente. No interior verifica-se a presença de património integrado.			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
13	Igreja do Salvador de Unhão			
	Igreja localiza em Felgueiras de planta longitudinal é composta por nave única e capela-mor. Adossados à igreja na fachada lateral esquerda encontram-se a torre sineira, a sacristia e outros espaços de apoio. No interior existe coro-alto e património integrado.			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

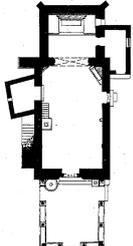
15	Igreja de Santa Maria de Airães			
	Localizada em Felgueiras a igreja de planta longitudinal é constituída por três naves e capela-mor. Torre sineira adossada na fachada lateral esquerda da capela-mor enquanto que a sacristia adossada-se na direita. Presença de património integrado no seu interior.			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

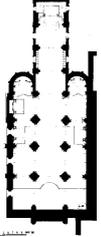
16	Igreja de São Mamede de Vila Verde			
	Localizada em Felgueiras, composta por nave única e capela-mor, apresenta campanário na fachada principal e sacristia adossada à fachada Sul da capela-mor. No interior existe património integrado.			
	Data de inspeção: 15/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

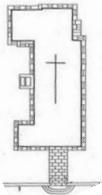
18	Igreja do Salvador de Aveleda			
	Localizada em Lousada a igreja de planta retangular é composta por nave única e capela-mor com torre sineira e sacristia adossadas nas fachadas laterais esquerdas da nave e capela-mor, respetivamente. No interior as paredes são rebocadas, existe coro-alto e é enriquecido com a presença de património integrado.			
	Data de inspeção: 10/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

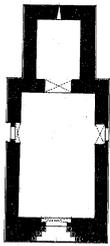
110	Igreja de Santa Maria de Meinedo			
	Igreja localizada em Lousada de planta retangular é constituída por nave e capela-mor. A torre sineira é adossada na fachada lateral direita da nave, a sacristia e a capela adossam-se na fachada lateral esquerda da capela-mor e nave, respetivamente. As paredes interiores são rebocadas e existe património integrado.			
	Data de inspeção: 10/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
112	Mosteiro de São Pedro de Ferreira			
	Localizada em Paços de Ferreira a igreja apresenta nave única com quatro tramos, ábside exterior e interior, capela-mor e campanário sobre o pano de muro axial.			
	Data de inspeção: 10/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
114	Capela da Senhora da Piedade de Quintã			
	A capela localizada em Paredes de planta longitudinal é constituída por uma só nave e capela-mor com presença de campanário na fachada principal. As paredes interiores atualmente encontram-se rebocadas.			
	Data de acesso: 10/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

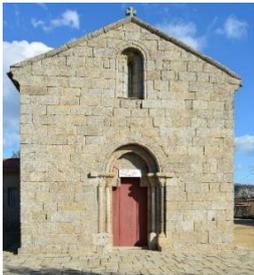
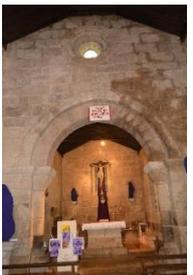
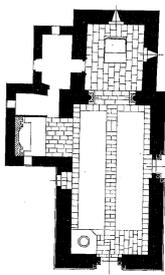
115	Mosteiro de São Pedro de Cête			
	Localizado em Paredes, o mosteiro apresenta uma igreja de planta longitudinal composta por nave única e capela-mor de remate semi-circular. A torre sineira encontra-se imbricada na nave e os restantes corpos encontram-se junto à fachada lateral direita da nave. No interior verifica-se a presença de coro-alto.			
	Data de inspeção: 10/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

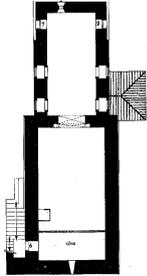
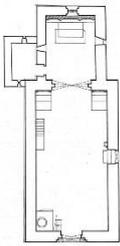
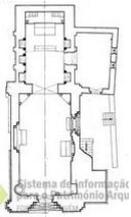
17	Ermida da Nossa Senhora do Vale			
	Localizada em paredes, a capela de planta longitudinal é constituída por nave única, capela-mor e galilé. Pequena sacristia adossada à direita da capela-mor e campanário na fachada principal. Presença de património integrado no seu interior.			
	Data de inspeção: 10/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

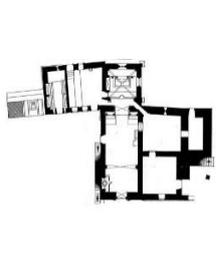
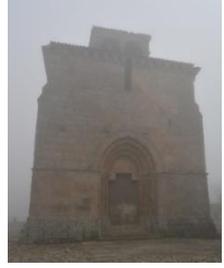
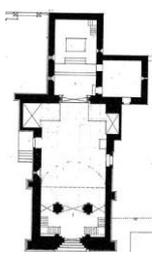
118	Mosteiro do Salvador de Paço de Sousa			
	Igreja localizada em Paredes de planta basilical composta por três naves, capela-mor, transepto e absídeos. Torre sineira isolada e restantes construções junto à fachada lateral direita.			
	Data da inspeção: 10/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

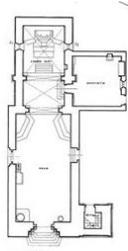
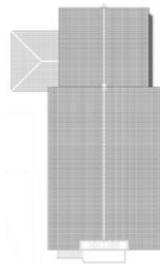
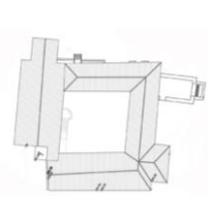
I20	Igreja de São Pedro de Abrugão			
	Localizada em Penafiel a igreja é composta por uma só nave e capela-mor formando uma planta longitudinal. Torre sineira adossada à fachada principal e sacristia adossada à fachada lateral esquerda da capela-mor. No seu interior é visível a presença de património integrado.			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

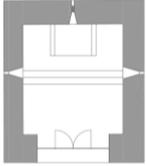
I21	Igreja de São Gens de Boelhe			
	A igreja situa-se em Penafiel sendo constituída por uma nave única retangular e capela-mor quadrangular. Na fachada principal adossa-se um campanário.			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

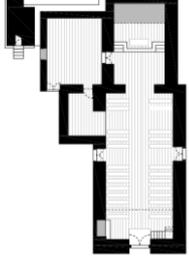
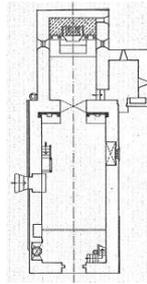
I22	Igreja do Salvador de Cabeça Santa			
	Localizada em Penafiel a igreja de planta longitudinal é composta por nave e capela-mor. A capela lateral e a sacristia são adossadas à fachada lateral esquerda na nave e capela-mor, respetivamente. A torre sineira isolada situa-se a Norte da igreja,			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

123	Igreja de São Miguel de Entre-os-Rios			
	Localizada em Penafiel é composta por nave, capela-mor e sacristia adossada a Sul da última. Presença de campanário na fachada principal e no interior verificam-se paredes rebocadas com presença de património integrado.			
	Data da inspeção: 22/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
125	Igreja da Nossa Senhora da Natividade de Escamarão			
	Igreja situada em Cinfães apresenta uma planta longitudinal composta por nave única, capela-mor e sacristia adossada a esta última na fachada lateral esquerda. Na fachada principal existe um pequeno campanário.			
	Data da inspeção: 22/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
126	Igreja de Santa Maior de Tarouquela			
	Localizada em Cinfães a igreja de planta longitudinal é composta por uma nave, capela-mor com sacristia adossada a Sul. Junto à fachada principal adossa-se a torre sineira.			
	Data da inspeção: 22/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

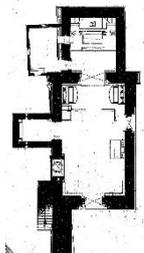
127	Igreja de São Cristóvão de Nogueira			
	Localiza-se em Cinfães com uma planta longitudinal constituída por nave única, capela-mor com sacristia adossada a Norte e torre sineira adossada à fachada principal do lado Norte. No interior a nave apresenta um coro-alto e a igreja contém património integrado.			
	Data da inspeção: 22/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
129	Mosteiro de Santa Maria de Cárquere			
	Mosteiro localizado em Resende com igreja de planta longitudinal de capela-mor e nave única em que a estes elementos adossam-se outras construções mais primitivas. No interior o coro-alto apoia-se sobre um arco abatido e há a presença de património integrado.			
	Data da inspeção: 16/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
130	Igreja de São Martinho de Mouros			
	Igreja localizada em Resende é composta por nave única e capela-mor formando uma planta longitudinal. Presença de campanário na fachada principal e sacristia adossada à lateral direita da capela-mor. Igreja com património integrado.			
	Data da inspeção: 16/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

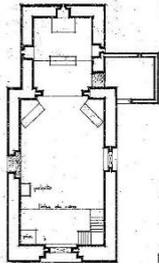
I31	Igreja de Santa Maria de Barrô			
	Localizada em Resende a igreja de planta longitudinal é composta por nave, capela-mor mais estreita com sacristia adossada na lateral direita e torre sineira adossada à fachada principal. Nas fachadas laterais verifica-se a presença de fissurómetros que segundo fonte popular a sua aplicação deveu-se à ocorrência de um tremor de terra. O interior da igreja apresenta património integrado e coro-alto.			
	Data da inspeção: 16/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
I32	Igreja de São Tiago de Valadares			
	Localizada em Baião a igreja de planta longitudinal é composta por uma nave, capela-mor e sacristia adossada à fachada lateral desta última. Na fachada principal situa-se um campanário e o seu interior é enriquecido com património integrado.			
	Data da inspeção: 16/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
I34	Mosteiro de Santo André de Ancede			
	Mosteiro situado em Baião com igreja de planta longitudinal composta por três naves e capela-mor. A torre sineira adossa-se junto da fachada principal e os restantes elementos construídos situam-se à direita do corpo da igreja. No seu interior existe um coro-alto e património integrado.			
	Data da inspeção: 16/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

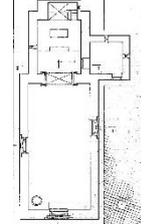
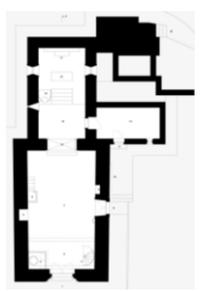
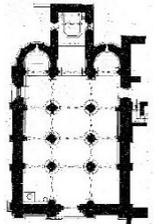
I35	Capela da Senhora da Livração de Fandinhães			
	Capela localizada em Marco de Canaveses apresenta a particularidade de ser constituída apenas pela capela-mor.			
	Data da inspeção: 16/03/20167 Com acesso ao interior.			
				
I37	Mosteiro de Santa Maria de Vila Boa do Bispo			
	Situada em Marco de Canaveses a igreja do mosteiro de planta longitudinal é composta por nave única, capela-mor, sacristia e torre sineira adossadas a Norte da nave. O seu interior é embelezado devido ao património integrado.			
	Data da inspeção: 15/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
I38	Igreja de Santo André de Vila Boa de Quires			
	Localizada no Marco de Canaveses a igreja é composta por nave única, capela-mor de dimensões mais reduzidas, sacristia adossada a Sul e torre sineira adossada lateralmente à fachada principal. No seu interior encontra-se tipos distintos de património integrado.			
	Data da inspeção: 11/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

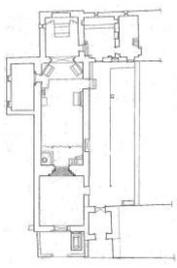
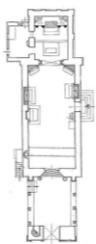
139	Igreja de Santo Isidoro de Canaveses			
	Igreja situada em Marco de Canaveses apresenta planta longitudinal de nave, capela-mor e sacristia adossada à fachada lateral esquerda da cabeceira como composição. A fachada principal inclui um campanário.			
	Data da inspeção: 11/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
140	Igreja de Santa Maria de Sobretâmega			
	Igreja de planta longitudinal, localizada no Marco de Canaveses é constituída por nave única, capela-mor, sacristia e capela adossadas a esta última a Norte e campanário isolado também a Norte da igreja. No seu interior existe património integrado.			
	Data da inspeção: 11/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
141	Igreja de São Nicolau de Canaveses			
	Localizada no Marco de Canaveses a igreja é composta por nave única, capela-mor, sacristia adossada a Sul a esta última e campanário na fachada principal. O seu interior é enriquecido com a presença de património integrado.			
	Data da inspeção: 11/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

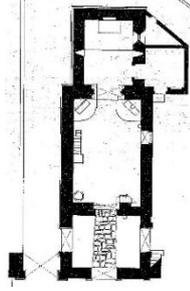
142	Igreja de São Martinho de Soalhães			
	Igreja localizada no Marco de Canaveses apresenta planta longitudinal constituída por nave única, capela-mor retangular com sacristia adossada a Norte. Na fachada lateral esquerda da nave situa-se uma capela adossada ao restante corpo. O seu interior é embelezado e distinto pela presença de diversos tipos de património integrado.			
	Data da inspeção: 11/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

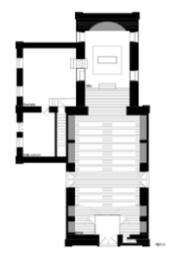
143	Igreja do Salvador do Tabuado			
	Localizada no Marco de Canaveses a igreja de planta longitudinal é composta por nave única, capela-mor mais baixa e estreita que a anterior, sacristia e capela adossadas às fachadas laterais esquerdas da capela-mor e nave, respetivamente. Junto à fachada principal situa-se um campanário isolado. Presença de património integrado no seu interior.			
	Data da inspeção: 11/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

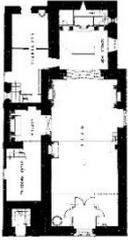
145	Igreja de Santa Maria de Jazente			
	Igreja localizada em Amarante composta por nave e capela-mor formando uma planta longitudinal. A Sul adossa-se a sacristia bem como um campanário isolado.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

I47	Igreja de Santa Maria de Gondar			
	Localizada em Amarante a igreja de planta longitudinal é composta por uma só nave, capela-mor, sacristia adossada a esta última na sua fachada lateral direita e campanário na fachada lateral da nave. No interior a parede de fundo é rebocada e existe património integrado.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
I49	Igreja do Salvador de Real			
	Localizada em Amarante a igreja de planta longitudinal é composta por nave e capela-mor retangulares. Na fachada lateral direita da capela-mor adossa-se a sacristia e o campanário isolado situa-se a Este da igreja. No seu interior as paredes são rebocadas e existe coro-alto.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
I50	Mosteiro do Salvador de Travanca			
	Mosteiro localizado em Amarante apresenta uma igreja de planta basilical composta por três naves e capela-mor em que a cabeceira é formada por uma ábside retangular e dois absidíolos circulares. Os restantes volumes articulados desenvolvem-se a Sul da igreja. A Norte existe uma torre de vigia e a Nordeste um campanário isolado. O seu interior é enriquecido com património integrado.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

I51	Mosteiro de São Martinho de Mancelos			
	Mosteiro localizado em Amarante de igreja de planta de desenvolvimento longitudinal composta por galilé que precede a nave, capela-mor e torre sineira junto à fachada principal. Os volumes articulados desenvolvem-se a Sul enquanto que a sacristia adossa-se na fachada lateral esquerda da nave. No seu interior existe património integrado.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				
I52	Mosteiro do Salvador de Freixo de Baixo			
	Localizado em Amarante a igreja do mosteiro apresenta uma planta longitudinal composta por um pequeno átrio murado, nave, capela-mor e sacristia no mesmo alinhamento. A torre sineira adossa-se junto da fachada principal e a restante construção situa-se a Sul. No interior o retábulo-mor encontra-se despido de talha dourada.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Com acesso ao interior.			
				
I53	Igreja de Santo André de Telões			
	Igreja situada em Amarante de planta longitudinal composta por um pequeno alpendre com campanário, nave única, capela-mor e sacristia adossada à fachada lateral esquerda da última. No interior encontra-se património integrado.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

154	Igreja de São João Batista de Gatão			
	Localizada em Amarante a igreja de planta longitudinal é composta por galilé, nave única e capela-mor quadrangular. Junto à fachada principal adossa-se a Norte um campanário isolado e a Sul na fachada lateral direita da capela-mor adossa-se a sacristia. No interior existe um coro-alto e património integrado.			
	Data da inspeção: 24/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

156	Igreja de Santa Maria de Veade			
	Igreja localizada em Celorico de Basto apresenta planta longitudinal composta por nave e capela-mor a que a estes elementos adossam-se dois corpos às fachadas laterais esquerdas. Na fachada principal encontra-se um campanário de dois sinos. No seu interior as paredes encontram-se rebocadas e é enriquecido com património integrado.			
	Data da inspeção: 23/03/2016 Sem acesso ao interior.			
				

157	Igreja do Salvador de Ribas			
	Localizada em Celorico de Basto a igreja apresenta uma planta longitudinal composta por nave única e capela-mor. A torre sineira adossa-se à fachada principal a Oeste e vários corpos adossam-se às fachadas laterais esquerdas do corpo da igreja. O seu interior apresenta um coro-alto e património integrado.			
	Data da inspeção: 23/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

158	Igreja do Salvador de Fervença			
	Igreja localizada em Celorico de Basto apresenta planta longitudinal composta por uma nave de construção recente que se adossa à capela-mor românica da construção primitiva. A torre sineira e a sacristia adossam-se às fachadas laterais da nave e capela-mor respetivamente. As paredes interiores da nave encontram-se rebocadas e decoradas com azulejos.			
	Data da inspeção: 23/03/2016 Com acesso ao interior.			
				

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *Ficha IDI* tinha como um dos objetivos otimizar a recolha de informação para que a inspeção fosse realizada sem qualquer tipo de dificuldade e de forma rápida e eficaz. Os critérios escolhidos para a avaliação das igrejas foram selecionados com base em experiências anteriores (através de consulta de livros, de fichas já realizadas e da experiência do NR/IC) e posteriormente foram adaptados quando assim a situação o exigia. Consequentemente quando uma igreja apresenta um parâmetro distinto dos que foram eleitos não é possível o seu registo. Esta consequência tem mais influência na anotação das patologias presentes no imóvel, em que estas ao estarem otimizadas não permitem o registo de um tipo diferente de dano que poderá ser observado e importante para a sua avaliação.

Como é expectável ao analisar o resultado final obtido das inspeções a falta de informação pode afetar o veredito final a nível da necessidade de intervenções, bem como a interpretação da causa dos danos, podendo assim existir problemas estruturais que não são detetados e deste modo é obtido um falso diagnóstico.

No caso de ser necessário elaborar estudos de vulnerabilidades – sísmicas, de cheias, de incêndios, entre outras – a ficha não contém todos os critérios necessários para prosseguir corretamente com esse tipo de análise. Mas como já mencionado o presente trabalho não pretende realizar estudos de vulnerabilidade e a ficha pode ser melhorada no caso dessa necessidade.

5

APLICAÇÃO DA *FICHA IDI* A CASOS DE ESTUDO: IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO

5.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como intuito apresentar os objetivos de cada item da ficha desenvolvida no âmbito da presente dissertação que foi apresentada no capítulo anterior, intitulada como *Ficha IDI (Identificação do Imóvel)*, bem como a sua metodologia de preenchimento, quando necessário.

Numa fase posterior são apresentados os resultados obtidos da aplicação da *Ficha IDI* às igrejas da Rota do Românico e feita uma breve reflexão sobre os mesmos.

5.2. METODOLOGIA DE PREENCHIMENTO

5.2.1. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

Este primeiro item (Figura 5.1) tem como objetivo apresentar o imóvel a inspecionar, registando os dados relativos à sua localização geográfica, registando se é possível ter acesso ao interior durante a visita de inspeção e ainda permite introduzir uma imagem de forma a identificar o imóvel em estudo.

A.

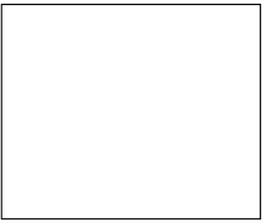
Identificação: _____	
Distrito: _____	
Localidade: _____	
Morada: _____	
Coordenadas geográficas: _____	
Acesso ao interior: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	

Figura 5.1 - *Ficha IDI*: Identificação do imóvel

5.2.2. CARATERIZAÇÃO GEOMÉTRICA

Neste item o objetivo é realizar o levantamento geométrico da igreja registando os comprimentos e larguras exteriores, assim como as espessuras de cada fachada e as alturas de cada elemento do corpo da igreja como se pode verificar na Figura 5.2. Neste ponto foi criado um espaço na ficha de forma a ser possível desenhar/introduzir o esquema da planta da igreja em questão.

Refere-se que apesar de a planta tipo apresentada não corresponder a todas as plantas das 44 igrejas, é a planta estrutural mais representativa.

B.

Nave: L_1 (m) =

L_2 (m) =

e_1 (m) =

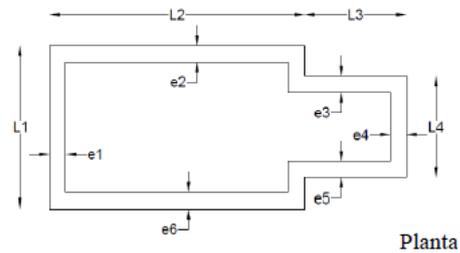
e_2 (m) =

e_6 (m) =

h_1 (m) =

h_2 (m) =

h_3 (m) =



Planta

Capela-mor: L_3 (m) =

L_4 (m) =

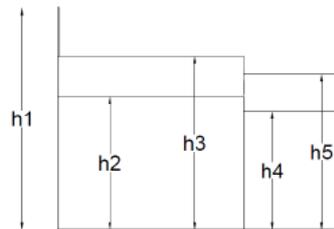
e_3 (m) =

e_4 (m) =

e_5 (m) =

h_4 (m) =

h_5 (m) =



Corte longitudinal

Figura 5.2 - Ficha IDI: Caraterização geométrica

Onde:

- L_1 é a largura exterior da nave;
- L_2 é o comprimento exterior da nave;
- L_3 é o comprimento exterior da capela-mor;
- L_4 é a largura exterior da capela-mor;
- e_1 é a espessura da fachada principal;
- e_2 é a espessura da fachada lateral esquerda da nave;
- e_3 é a espessura da fachada lateral esquerda da capela-mor;
- e_4 é a espessura da fachada de fundo;
- e_5 é a espessura da fachada lateral direita da capela-mor;
- e_6 é a espessura da fachada lateral direita da nave;
- h_1 é a altura máxima exterior;
- h_2 é a altura das paredes da nave;
- h_3 é a altura máxima interior da nave;
- h_4 é a altura das paredes da capela-mor;

- h_5 é a altura máxima interior da capela-mor.

Com estes parâmetros geométricos é possível averiguar se as igrejas apresentam, para o mesmo parâmetro, valores na mesma ordem de grandeza. Assim é possível identificar se as igrejas, visto serem de épocas construtivas próximas, apresentam características geométricas semelhantes.

Através destes parâmetros geométricos também é possível classificar as paredes de alvenaria das igrejas em resistentes ou não resistentes, conforme o previsto EC6 e o EC8, que como referido em 3.2.2 esta classificação é atribuída através do coeficiente de esbelteza, sendo a razão entre a altura efetiva e a espessura efetiva da parede em estudo.

Esta caracterização geométrica permitirá, por exemplo, fazer uma análise de risco sísmico de cada imóvel.

5.2.3. CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA DA IGREJA

A classificação das paredes de alvenaria é realizada por fachadas: fachada principal; fachada lateral direita da nave; fachada lateral esquerda da nave; fachada lateral direita da capela-mor; fachada lateral esquerda da capela-mor; fachada de fundo.

A classificação das paredes de alvenaria tem como primeiro critério a determinação do coeficiente de esbelteza (h_{ef}/t_{ef}) da fachada de forma a verificar-se se a parede é resistente de acordo com os requisitos definidos no EC6 e EC8 (Subcapítulo 3.2.2 do presente documento). Na Figura 5.3 encontra-se um esquema com a atribuição de alturas a adotar para a determinação deste parâmetro, em que para a fachada principal e fachada de fundo a altura a considerar é a maior altura da fachada, obtendo um resultado conservativo estando-se assim pelo lado da segurança.

Para a determinação deste parâmetro é feita a consideração de que a cobertura encontra-se em boas condições havendo o travamento do topo da parede. Caso não houvesse esse travamento o valor da altura efetiva a considerar passaria a ser o dobro da altura da parede (h). Este facto é justificado, conforme se observa na Figura 5.4, através dos comprimentos de encurvadura de um elemento quando submetido a esforços de compressão (visto as paredes de alvenaria das igrejas encontram-se submetidas predominantemente a esforços verticais). Embora teoricamente a altura efetiva (h_{ef}) no caso da parede se encontrar travada no topo ser $h_{ef}=0,7h$, esta relação implica condições de ligação perfeitas. Deste modo, para estes casos optou-se por considerar o valor de altura efetiva igual à altura da parede.

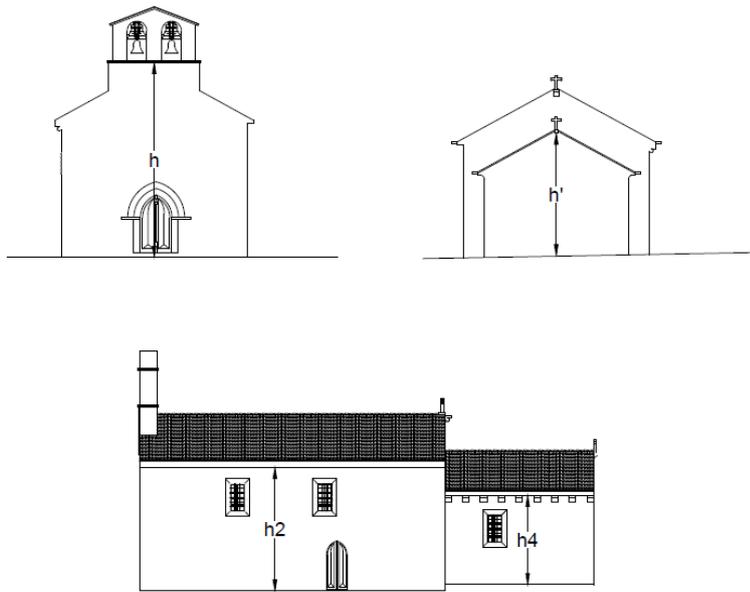


Figura 5.3 - Avaliação das alturas para a determinação do coeficiente de esbelteza [26]

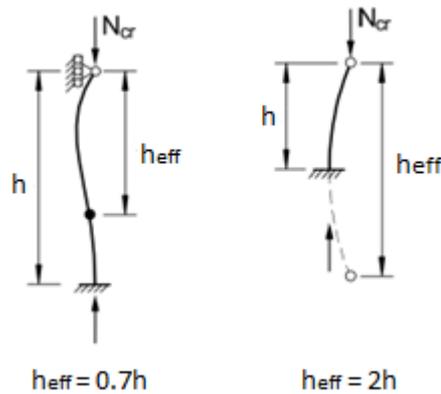


Figura 5.4 - Representação dos comprimentos de encurvadura para um elemento submetido à compressão [48]

Outro aspeto importante de se referir é a espessura adotada para a determinação do coeficiente de esbelteza. O que se verifica nestas construções é que em algumas fachadas existe uma abertura de modo a serem introduzidos altares ou retábulos, ou seja, estes elementos podem ser acoplados ou simplesmente apoiados à fachada onde se encontram. Consequentemente, no caso de estes elementos se encontrarem acoplados à fachada, parte da parede pode apresentar espessura reduzida, podendo assim a parede vir a sofrer deformação devido ao aumento de solicitações horizontais, o que acontece quando as condições de apoio dos altares ou retábulos se degradam e estes impõem esforços horizontais sobre estas paredes de espessura diminuída. Sendo a espessura reduzida para metade, o coeficiente de esbelteza aumenta para o dobro, logo esta alteração estrutural influencia a sua classificação quanto à capacidade de a parede ser ou não resistente. Refere-se que no presente trabalho foi adotada a espessura total da parede, não diferenciando os casos em que eventualmente o retábulo ou altar poderão estar acoplados às paredes, uma vez que esta confirmação em muitos casos só se consegue aquando o desmonte destes para restauro.

A exceção é feita na Igreja de São Martinho de Mancelos onde esta situação é bem visível por detrás do retábulo do altar-mor como se observa na Figura 5.5.



Figura 5.5 - Abertura na parede fundeira da igreja de São Martinho de Mancelos devido à inserção do retábulo-mor: (a) observação pela esquerda do altar; (b) observação pela direita do altar

De seguida é calculada a percentagem de áreas de abertura por fachada, é de referir que este parâmetro só pode ser determinado com rigor quando é possível ter acesso aos desenhos dos alçados das igrejas. Em campo, por vezes, é bastante complexo a sua determinação pois nem sempre há acesso a todos os alçados e as medições nem sempre são fáceis de realizar face à altura dos vãos. Assim, para as igrejas que a RR não possui os desenhos dos alçados, não foi feita a determinação deste parâmetro.

Posteriormente começa-se a caracterizar a solução de alvenaria através dos seguintes parâmetros:

- **Solução homogénea ou heterogénea e material constituinte:** as igrejas que integram a RR apresentam todas uma solução de alvenaria de pedra de classe A, mesmo no caso de ser uma solução heterogénea (Figura 5.6). É de se referir que uma alvenaria de classe A é uma alvenaria de boa qualidade, ou seja, de acordo com a Tabela 3.3 é uma alvenaria do Tipo C e segundo o definido em 3.2.3.1 é uma alvenaria da Categoria A. No entanto, para um caso mais genérico poderá haver imóveis em que na mesma fachada a solução poderá ser homogénea de uma classe que não a A ou heterogénea de classe distintas. Este último caso poderá ser observado nos casos em que se procedeu à ampliação do imóvel e por falta de material, ou outro motivo, a solução de alvenaria utilizada na ampliação é diferente da utilizada na construção original;
- **Presença de travadouros:** avaliação feita como definido em 3.2.3.1 do presente trabalho;
- **Secção transversal:** avaliação realizada a nível do número de paramentos;
- **Aparelho:** sendo classificado como irregular, juntas irregulares alinhadas ou juntas regulares alinhadas;
- **Imbricamento dos cunhais:** em que poderá ser global quando ambos os paramentos - exterior e interior - respeitam esta regra construtiva, parcial quando apenas um dos panos se encontra imbricado, regra geral é o pano exterior, sem imbricamento quando não há qualquer tipo de imbricamento e ainda existe a opção de ser impossível obter informação sobre este parâmetro como consequência de não ser possível visitar o interior do imóvel ou quando as paredes se encontram rebocadas;

- **Aparelhamento** da pedra: podendo ser atribuída a classificação de Bom, Razoável ou Mau. Em que esta classificação vai de encontro com o definido na Tabela 3.9 relativamente ao desfasamento entre juntas em que é classificado como “Bom” quando é respeitado, como “Razoável” quando é parcialmente respeitado e como “Mau” quando não é respeitada esta regra de arte;
- **Índice de irregularidade:** apesar de não ser objetivo do presente trabalho, a sua determinação é realizada com base na metodologia apresentada na dissertação de doutoramento da Engenheira Celeste Almeida - [38].



Figura 5.6 - Fachada lateral direita da nave da Capela da Nossa Senhora da Piedade de Quintã: Solução heterogénea de classe A

Na Figura 5.7 encontra-se a parte da *Ficha IDI* correspondente à classificação das paredes de alvenaria para o caso da fachada principal.

C.

Fachada principal:

h (m): _____ e₁ (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h/e₁): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Figura 5.7 - Ficha IDI: Classificação das paredes de alvenaria da igreja (fachada principal)

5.2.4. OUTROS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL

Este item começa por avaliar os seguintes elementos construtivos do imóvel: o pavimento interior, o teto e a cobertura interior da igreja.

Para o pavimento interior é registado a sua constituição e o seu estado de conservação (Figura 5.8). O estado de conservação deste elemento é classificado como “Bom” se não apresentar qualquer tipo de dano, como “Razoável” se apresentar indícios de necessitar de uma ação de manutenção e como “Mau” se o seu estado apresentar danos que interfiram com a sua utilização requerendo uma ação de intervenção.

A avaliação a realizar para o teto da igreja consiste em distinguir se este apresenta uma solução estrutural ou não estrutural, bem como o seu material. Para a cobertura é avaliada a solução estrutural – asnas, caibros, estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto, ou não identificável – e o seu material. De acordo com os resultados e estudos obtidos pelo NR/IC, quando se efetua a avaliação do tipo de solução estrutural da cobertura pelo interior e observa-se a presença de tirantes metálicos, mesmo que não seja possível a sua visualização implica que, à partida, a solução estrutural é composta por asnas. Na Figura 5.8 encontra-se a avaliação a realizar para estes dois elementos no caso da nave.

D.

Pavimento interior: Constituição: Soalho Granito Tijoleira Outro
 Estado de conservação: Bom Razoável Mau

Teto da nave: Não

<input type="checkbox"/> Sim:	Estrutural: Em abóbada: <input type="checkbox"/> Unidirecional <input type="checkbox"/> Bidirecional Material: <input type="checkbox"/> Pedra <input type="checkbox"/> Tijolo <input type="checkbox"/> Mista Com contrafortes: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Com tirantes: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Não estrutural: Material: <input type="checkbox"/> Madeira (pintada ou não) <input type="checkbox"/> Tabique ou Estuque

Cobertura da nave: Não

<input type="checkbox"/> Sim:	Presença de: <input type="checkbox"/> Asnas <input type="checkbox"/> Caibros <input type="checkbox"/> Estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto <input type="checkbox"/> Não identificável Material: <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Outros
-------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 5.8 - *Ficha IDI*: Outros elementos construtivos do imóvel

Na *Ficha IDI* regista-se ainda se a igreja apresenta património integrado – pinturas murais, talhas, azulejos ou outro – em paredes e em tetos. Esta informação é fundamental numa inspeção, uma vez que a presença deste tipo de património poderá influenciar o tipo de solução de reforço a implementar no caso de ser necessário no bem patrimonial em análise. Independentemente do estado de conservação do imóvel, a escolha das medidas de consolidação ou reforço a implementar nunca pode interferir com a presença do património integrado, assim como com o conceito original da igreja. Deste modo, esta informação torna-se indispensável, já que as medidas de intervenção são obrigatoriamente distintas no caso de existir este tipo de património. Assim a solução final para o tipo de trabalho a realizar posteriormente em obras de consolidação ou reforço é totalmente influenciado por este fator (Figura 5.9).

Como já referido no capítulo 2, durante os meados do século XX grande parte das igrejas foram alvo de intervenções estruturais. Consequentemente o imóvel terá alterações da sua geometria inicial, podendo ter um comportamento estrutural diferente do original. Um aumento de paredes em altura ou a execução de acrescentos, por exemplo, podem introduzir alterações nas solicitações a que o edifício estava originalmente sujeito. Segundo [34] “O comportamento de qualquer estrutura é influenciado por três factores principais: a forma e as ligações da estrutura, os materiais de construção e as forças, acelerações e deformações impostas (as acções)”. Esta afirmação presente nas *Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitectónico* do ICOMOS prova que de facto, a avaliação de diferentes esforços daqueles para que a estrutura foi dimensionada, é imprescindível para interpretar o seu comportamento estrutural principalmente no caso de ser necessário realizar modelações

numéricas. Deste modo, durante a atividade de inspeção é fundamental avaliar se a construção apresenta alterações estruturais em que no presente trabalho as alterações a avaliar são (Figura 5.9): ampliação, abertura de vãos, entaipamento, teto, cobertura e/ou outra.

Desde 2003 têm-se realizado várias intervenções a estes imóveis com o intuito da sua conservação e salvaguarda. Como já referido no capítulo anterior quando é necessária uma intervenção esta pode ser de reabilitação ou de reforço podendo estas ações alterar as características da estrutura, uma vez que a reabilitação é um “processo para adaptar uma construção a um novo uso ou função, sem alterar as partes da construção que são significativas para o seu valor histórico” - [34] – e o reforço é uma intervenção que aumenta a capacidade de carga. Além de estas intervenções poderem introduzir alterações estruturais também influenciam a nova medida a adotar, pois se já existirem reforços a nova intervenção tem que se adaptar às medidas presentes. Assim este é um dos parâmetros avaliados na *Ficha IDI* como demonstrado na Figura 5.9. A existência do coro-alto (Figura 5.9) é outro elemento que tem que ser identificado numa inspeção, pois além da sua própria existência influenciar o comportamento estrutural da estrutura, no caso de ser necessário algum tipo de intervenção é um elemento que permite a sua utilização como um meio para implementar determinadas medidas. A utilização do coro-alto como meio para implementar medidas de reforço é, por exemplo, no caso de ser necessário proceder à consolidação dos cunhais através de chapas metálicas, em que a chapa é ligada às duas paredes e à viga do coro-alto.

Este item da ficha termina com o registo da possibilidade de haver a presença de elementos de betão armado ou metálicos em alguma das construções que constituem a igreja – nave, capela-mor, sacristia, outro corpo, torre sineira e campanário – considerando-se fundamental o registo da existência destes elementos.

D.

Presença de património integrado em paredes: Pinturas murais Talhas Azulejos
 Outro

Presença de património integrado em tetos: Pinturas murais Talhas Outro

Alterações estruturais: Não

<input type="checkbox"/> Sim	Nave:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Capela-mor:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra

Presença de reforço estrutural: Nave: Sim Não
 Capela-mor: Sim Não

Presença de coro-alto: Sim Não

Presença de elementos em betão armado ou metálicos: Nave: Sim Não
 Capela-mor: Sim Não
 Sacristia: Sim Não
 Outro corpo: Sim Não
 Torre sineira: Sim Não
 Campanário: Sim Não

Figura 5.9 - *Ficha IDI*: Outros elementos construtivos do imóvel – Continuação

5.2.5. RELAÇÃO DE OUTRAS CONSTRUÇÕES FACE AO CORPO DA IGREJA

Este item tem como objetivo avaliar as restantes construções, que não o corpo da igreja, ou seja, a sacristia, um outro corpo (por exemplo uma capela) e a torre sineira ou campanário.

Começa-se por averiguar se as construções pertencem todas à mesma época construtiva ou se há construções de épocas construtivas distintas. Esta verificação é feita através da relação que as restantes construções – sacristia, outro corpo, torre sineira ou campanário – têm com o corpo da igreja, ou seja, se são imbricadas sendo da mesma época ou se são adossadas sendo assim de uma outra época construtiva (Figura 5.10). Maioritariamente apenas pela observação não é possível concluir se os anexos – sacristia, capelas e outros corpos - encontram-se imbricados ou adossados ao corpo da igreja, a não ser que apresentem uma solução de alvenaria bastante distinta ou juntas verticais, remetendo desse modo para uma época de construção diferente. Assim, regra geral é necessário recorrer a monografias e estudos arqueológicos de forma a obter informação válida relativa à construção do imóvel ou à execução de técnicas de ensaio não destrutivos tais como, por exemplo, o georadar.

A construção das igrejas românicas que constituem a RR ocorreu entre o século XI e XIV, aproximadamente, de modo que obter informação sobre os processos construtivos e datas não é uma tarefa simples, pois são poucos os documentos que chegaram aos dias de hoje. Muita da informação disponível atualmente é resultado de intervenções a grande escala onde se realizaram ensaios que permitiram retirar conclusões sobre a datação dos elementos.

Quando o revestimento exterior é de alvenaria de granito, e não em reboco, é possível observar o tipo de ligação entre a torre sineira e a nave em que na existência de uma junta vertical entre os dois elementos concluiu-se que estes encontram-se adossados, logo a torre sineira foi construída numa fase posterior (Figura 5.10). Também é avaliada a posição do campanário face à igreja, podendo se situar na fachada principal, na fachada lateral ou mesmo encontrar-se isolado da restante construção.

Assim como é necessário avaliar para o corpo da igreja se ao longo do tempo houve alterações estruturais e se há presença de reforço estrutural, o mesmo acontece nestas construções, apresentando os mesmos princípios e critérios de avaliação (Figura 5.10).

E.

Sacristia: Imbricada Adossada Não identificável

Fonte: _____

Outro corpo: Imbricado Adossado Não identificável

Fonte: _____

Torre sineira: Imbricada Adossada Isolada Sem torre sineira

Campanário: Fachada principal Fachada lateral Isolado

Presença de elementos decorativos com risco de queda: Sim Não

Alterações estruturais:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra

Presença de reforço estrutural:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Figura 5.10 - Ficha IDI: Relação de outras construções face ao corpo da igreja

5.2.6. INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE

Pretendendo-se que a ficha seja uma ferramenta de gestão global da RR avaliar a envolvente dos imóveis é fundamental, pois através desta é possível realizar estudos de riscos como referido anteriormente (riscos de cheia ou riscos de incêndio). Também é possível avaliar o comportamento estrutural do imóvel em interação com a sua envolvente permitindo, desta forma, identificar a causa de alguns dos danos que este pode apresentar. Exemplo deste último caso é o facto de a presença de um curso de água nas

proximidades poder provocar pequenas movimentação de terras e conseqüentemente levar a que a estrutura tenha assentamentos.

Os pontos a avaliar neste item são (Figura 5.11): a posição do imóvel podendo ser isolado, em banda no meio, em banda numa extremidade ou em gaveto; se a igreja insere-se num meio rural ou urbano; a proximidade a materiais combustíveis/inflamáveis; o tipo de terreno onde se situa, podendo ser plano, com inclinação ligeira considerando-se até 5% de inclinação aproximadamente, com inclinação acentuada ou ser em socalcos. No caso de o terreno envolvente ser em socalcos verifica-se se existem muros de suporte e é avaliado o seu estado de conservação.

O estado de conservação do pavimento exterior é classificado em “Bom”, “Razoável” ou “Mau”: é classificado como “Bom” quando permite a sua plena utilização; é classificado como “Razoável” quando o estado em que se encontra já implica algumas dificuldades a nível de circulação; e é classificado como “Mau” quando o seu estado de conservação não permite a circulação qualquer utilizador, independentemente da sua mobilidade. É ainda averiguado a existência de drenagem periférica e de águas pluviais, a possibilidade de a igreja se encontrar próxima a um curso de água e nesse caso se há o risco de inundação (Figura 5.11).

F.

Imóvel: Isolado Em banda (no meio) Em banda (numa extremidade) Gaveto

Meio urbano Meio rural

Proximidade de materiais combustíveis/inflamáveis: Sim Não

Tipo de terreno: Plano Inclinação ligeira
(de 0% a 5%) Inclinação acentuada
(acima de 5%)

Em socalcos Sem muros de suporte

Com muros de suporte Bom estado estrutural

Mau estado estrutural

Estado de conservação do pavimento exterior: Bom Razoável Mau

Presença de drenagem periférica à igreja: Não Sim

Drenagem de águas pluviais na envolvente: Não Sim

Proximidade a um curso de água: Não Sim: Possibilidade de inundação Sim
 Não

Figura 5.11 - Ficha IDI: Interação com a envolvente

5.2.7. ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO CONJUNTO

A primeira parte - estado geral – que como o nome indica, faz uma avaliação mais global da estrutura tendo o objetivo de classificar os seguintes elementos:

- Estado geral de conservação do imóvel;
- Estado geral de conservação das paredes;
- Estado de conservação do teto/cobertura interior;
- Estado de conservação do património integrado;

- Estado de conservação do interior do retábulo-mor.

Em que a classificação atribuída pode ser: “Bom”, “Razoável” ou “Mau”. Um estado de conservação designado de “Bom” é atribuído quando o resultado da avaliação mostra que o elemento em questão não se encontra danificado e/ou já foi alvo de intervenção não apresentando qualquer tipo de malefício para o seu funcionamento. A classificação “Razoável” é atribuída quando o elemento apresenta alguma danificação que poderá ser resolvida através de uma pequena intervenção. Quando o estado de conservação é classificado como “Mau” implica que é necessária uma intervenção de porte significativo e imprescindível para um correto funcionamento estrutural do imóvel.

As patologias a avaliar durante a inspeção encontram-se divididas em dois grupos: danos estruturais e outros danos. Em que como o nome indica os danos estruturais estão relacionados com patologias a nível estrutural que poderão comprometer o funcionamento da estrutura mesmo no caso de não serem significativas, enquanto que o segundo grupo está relacionado com fenómenos químicos e biológicos que interferem nas estruturas ao longo do tempo.

Um dado estrutural sucede-se quando as tensões provocadas pelas ações superam a resistência do material podendo ser um resultado do aumento das ações ou da perda de resistência. As alterações estruturais também poderão ser causa do aparecimento de danos [34]. De acordo com vários autores em [43] os principais causas do aparecimento de danos são:

- Falta de manutenção;
- Presença de água (ação física ou biológica);
- Perda e/ou degradação material;
- Movimento das fundações;
- Alterações da estrutura ou do seu uso;
- Intervenções antigas;
- Ação biológica;
- Deficiente qualidade dos materiais ou da estrutura;
- Ações climatéricas;
- Ações catastróficas.

É necessário interpretar o tipo de dano que a construção apresenta pois nem todos são estruturais e prejudiciais. É o exemplo do aparecimento de fendas em que este fenómeno não implica o colapso da estrutura, podendo ser em alguns casos benéfico uma vez que permite a redistribuição de tensões dando-se o caso em que zonas inicialmente sujeitas a elevada tensão, consideradas zonas críticas, com a redistribuição de esforços, a tensão a que se encontrava submetida é diminuída [34].

No grupo “Danos estruturais” e com base em estudos anteriores do NR/IC definiram-se as seguintes patologias:

- **Fissuração/Fraturação** - entende-se por fissuração a rotura por tração em que se dá a formação de uma abertura na pedra que constitui a parede sem que haja a sua separação em dois elementos, enquanto que fratura é quando essa abertura provoca a separação da pedra em dois elementos distintos;
- **Abertura de juntas** - é o deslocamento relativo entre duas faces de uma junta na direção ortogonal à sua superfície, em que quando é argamassada está associado à rotura por tração do material;
- **Perda de argamassa** - como o nome indica, é a perda de material que constitui a argamassa podendo ser devido a fenómenos físicos ou químicos;

- **Falta de travamento nos cunhais** - ocorre quando o imbricamento dos mesmos é parcial ou não existe;
- **Deformação** - manifesta-se no desvio de qualquer elemento da estrutura da sua forma original, em particular desaprumos e desvios ou empolamento dos paramentos;
- **Esmagamento** - é uma rotura por compressão manifestando-se na destruição dos elementos provocando perda de coesão e consistência;
- **Rotação da base** - é o movimento da base da fachada provando a sua rotação podendo ser provocado por falta de travamento entre fachadas ou por movimentações do solo de fundação;
- **Assentamentos** - são provocados por movimentação do solo, podendo ter como causa as fundações ou uma causa natural.

E no grupo “Outros danos” são avaliados os seguintes fenómenos [49]:

- **Humidade** – resultado de infiltração da água pelo solo de fundação devido a águas freáticas ou águas superficiais ou da infiltração de água pela cobertura;
- **Eflorescências** - resulta na formação de agregados cristalinos, que regra geral é de fraca coesão e cor clara;
- **Crostas** - é uma parte mais exterior do material modificada por deposição de substâncias exógenas ou de produtos de tratamento
- **Arenização** - ocorre devia à ação dos agentes erosivos provocando a desagregação superficial de parte da pedra;
- **Erosão** - é caracterizada pela perda de massa da superfície do material;
- **Destacamento de placas** - placas resulta no destaque de fragmentos achatados paralelos à superfície da pedra;
- **Vegetação** - é quando há manifestações biológicas do tipo musgo ou plantas de ordem superior.

As patologias são avaliadas para cada elemento construído que constitui a igreja, separando-se em:

- Parede de fachada da igreja;
- Parede fundeira da igreja;
- Paredes laterais da nave;
- Paredes laterais da capela-mor;
- Paredes da sacristia;
- Torre sineira;
- Campanário;
- Pilares interiores;
- Pórticos longitudinais interiores;
- Abóbadas e arcos.

Verifica-se que os danos resultam de dois tipos de ação: as mecânicas, que atuam diretamente sobre a estrutura provocando danos estruturais devido ao incremento de tensões e deformações; e as químicas, físicas e biológicas, que atuam nos materiais provocando a sua degradação [34].

A título de exemplo apresenta-se na Figura 5.12 os resultados obtidos nas inspeções realizadas pelo NR/IC que permite a identificação dos danos mais comuns nesta tipologia de monumento, sendo com base nessa informação, como já mencionado, que se escolheu o tipo de dano a avaliar nas igrejas da RR.

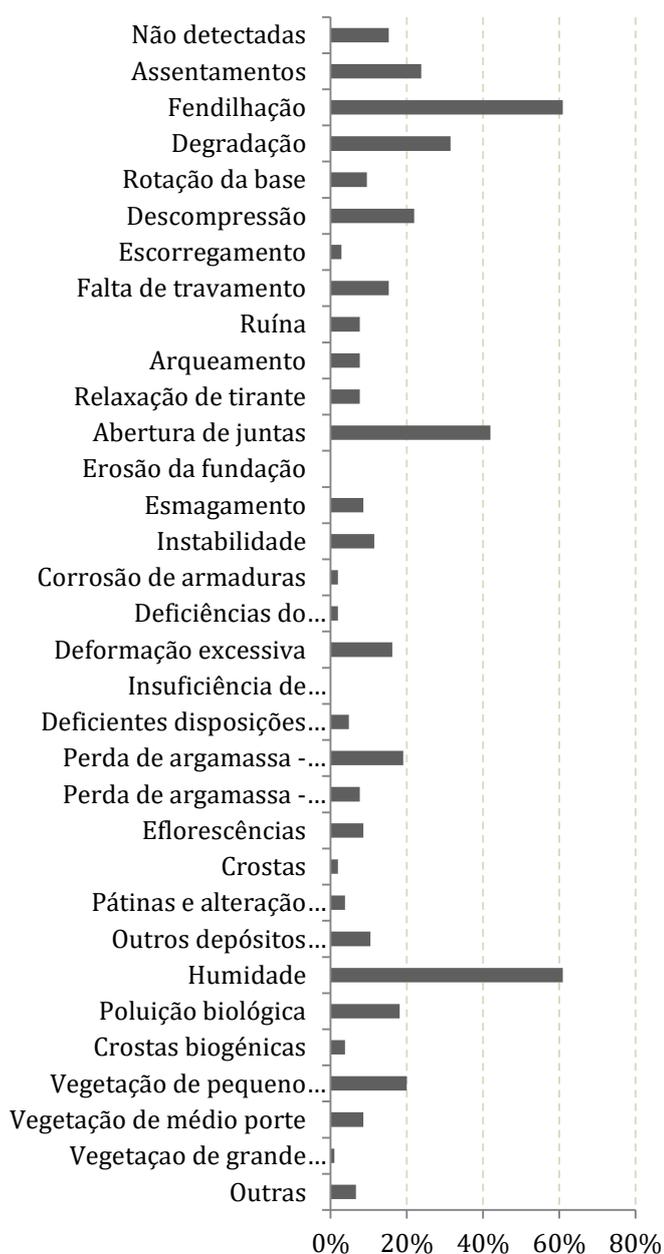


Figura 5.12 - Patologias observadas em igrejas pelo NR/IC

5.2.8. MACRO-ELEMENTOS EXISTENTES

Na ficha italiana *Scheda Per Il Rilievo Del Danno Benni Culturali – Chiese, Modello A-D* de levantamento de danos pós-sismo são definidos os mecanismos de colapso sísmico característicos em igrejas através de macro-elementos. Salienta-se o facto de que para o mecanismo de colapso ocorrer é necessário que a alvenaria das fachadas seja de boa qualidade, pois caso contrário em vez de ocorrer o mecanismo previsto antecede-se a desintegração do material [44, 50].

Um macro-elemento define-se como uma parte constituinte do monumento, que pode coincidir, mas não necessariamente, com uma parte identificável também do ponto de vista arquitetónico e funcional (fachada, abside, capelas, etc.). Significa que um macro-elemento é uma parte estrutural independente,

apresentando assim um comportamento sísmico exclusivo [50]. Os macro-elementos (Figura 5.13) definidos na ficha italiana são:

- **Fachada:** constituído pela parede de fachada tendo como áreas de sobreposição parte das paredes laterais quando a igreja é de nave única, e adicionalmente parte das paredes da nave central se a igreja apresentar três naves;
- **Nave:** é a parte entre a fachada e o arco triunfal, podendo ser nave única ou mais, sendo delimitada pelas paredes laterais. As faixas de sobreposição sobre os lados dividem-se igualmente pela fachada e pelo arco triunfal em que as coberturas e, caso existam, as abóbadas que interagem com as paredes laterais estão incluídas nestas áreas de sobreposição;
- **Transepto:** constituído por uma ou mais naves que cruzam transversalmente a igreja;
- **Arco triunfal:** formado pelo painel de parede da nave do lado oposto à fachada. As áreas de sobreposição são ambas as paredes laterais que são fixadas na capela-mor e parte da largura igual à metade da altura do arco;
- **Cúpula:** estrutura de cobertura de forma quadrada, circular ou poligonal. Pode ser estruturada em abóbada hemisférica ou esferoide. No topo pode-se encontrar um lanternim (pequena construção semelhante a um templo);
- **Ábside:** apresenta uma planta semicircular, retangular ou poligonal em que o remate normalmente é uma semi-cúpula ou abóbada que se projeta para fora da igreja;
- **Cobertura:** normalmente é constituído por asnas de madeira ligadas por madres e ripas de madeira que são cobertas por telhas.
- **Capela:** pequenas estruturas de alvenaria, por vezes salientes, localizadas nas fachadas laterais na nave;
- **Campanário:** pode ser construído em continuidade com a fachada ou pode ser construído como torre podendo ter diversas posições face à igreja (adossado, acoplado, isolado);
- **Nártex:** pequeno pórtico para proteger e enquadrar a entrada principal de uma igreja, normalmente com uma largura igual à da igreja.

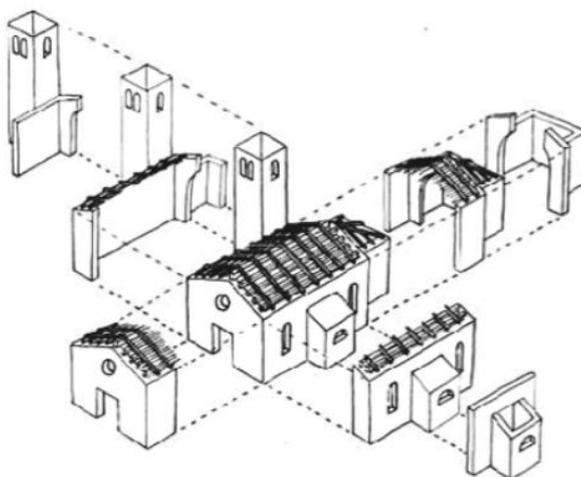


Figura 5.13 - Principais macro-elementos de uma igreja [44]

Na Tabela 5.1 são apresentados os 28 mecanismos de colapso espectáveis de ocorrer numa igreja no caso de ocorrer um evento sísmico e que podem ser divididos em: i) 4 mecanismos relacionados com a

fachada; ii) 5 mecanismos para a nave; iii) 3 mecanismos relacionados com o transepto; iv) 1 mecanismo relacionado com o arco triunfal; v) 2 mecanismos relacionados com a cúpula; vi) 3 mecanismos para a ábside; vii) 3 mecanismos relacionados com a cobertura; viii) 4 mecanismos das capelas e corpos adjacentes; ix) 3 mecanismos relacionados com a torre sineira.

Tabela 5.1 - Mecanismos de colapso sísmico por macro-elemento [44, 50]

Mecanismo de colapso	Macro-elemento
Rotação da fachada para fora do plano	Fachada
Desagregação do topo da fachada	
Fissuração por ação de corte no plano da fachada	
Danos no nártex	
Danos devido à resposta transversal da nave	Nave
Fissuração por ação de corte nas paredes laterais	
Danos devido à resposta longitudinal nas arcaicas	
Fendas nas abóbadas da nave central	
Fendas nas abóbadas das naves laterais	
Rotação da parede da extremidade do transepto	Transepto
Fissuração por ação de corte nas paredes o transepto	
Fissuração nas abóbadas do transepto	
Danos no arco triunfal	Arco triunfal
Fissuração na cúpula	Cúpula
Danos na claraboia	
Rotação da ábside para fora do plano	Ábside
Fissuração por ação de corte na ábside	
Fissuração nas abóbadas da ábside	
Interação entre cobertura e paredes laterais	Cobertura
Interação entre cobertura e transepto	
Interação entre cobertura e ábside	
Rotação das paredes das capelas para fora do plano	Capelas e corpos adjacentes
Fissuração por ação de corte nas paredes da capela	
Fissuração nas abóbadas das capelas	
Interação com edifícios adjacentes	

Mecanismo de colapso	Macro-elemento
Queda de sineira, cumeeira, pináculos ou estátuas	
Fissuração na torre campanário	Campanário
Danos no campanário	

Para a avaliação das igrejas da RR além dos macro-elementos apresentados na ficha italiana foi introduzido mais um macro-elemento, nomeadamente “torre sineira”. A estrutura de uma torre sineira é distinta de uma torre campanário como se pode observar na Figura 5.14, sendo por isso aqui realizada a sua diferenciação. Refere-se que o macro-elemento “cúpula” foi mantido pelo facto de haver a necessidade da aplicação da *Ficha IDI* a um caso mais genérico, pois nenhuma das igrejas da RR apresenta este elemento construtivo.

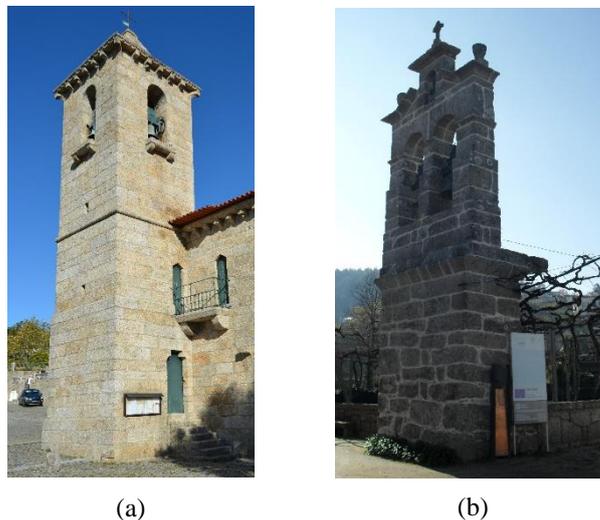


Figura 5.14 - Distinção do macro-elemento torre sineira e torre campanário: (a) Torre sineira da igreja Santo André de Vila Boa de Quires; (b) Torre campanário da igreja Santa Maria de Jazente

Assim, este último item da *Ficha IDI* tem o objetivo de registar a existência ou não dos macro-elementos presentes na igreja (Figura 5.15) que podem vir a ser ativáveis no caso da ocorrência de um evento sísmico. Para cada macro-elemento identificado é investigado se este apresenta algum tipo de reforço, em que esta informação é obtida através de fichas técnicas, não sendo possível obter a informação em campo uma vez que, regra geral, os reforços são aplicados de forma a não serem perceptíveis com uma simples observação.

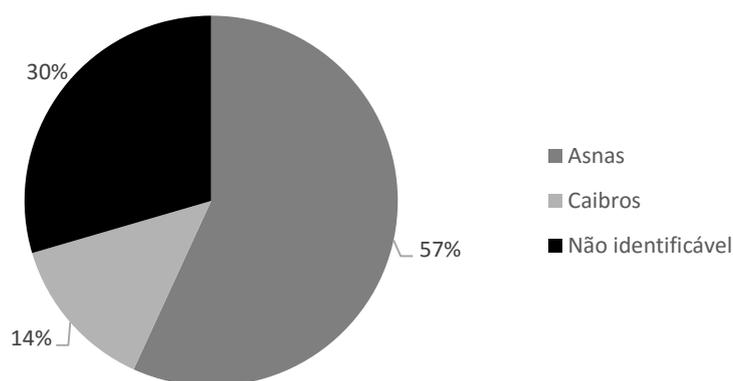
H.

Macro-elemento	Existe?	Reforço associado ao mecanismo		
		Sim	Não	Não sei
Fachada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transepto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arco triunfal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cúpula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ábside	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capelas e corpos adjacentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nártex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre sineira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 5.15 - *Ficha IDI*: Macro-elementos existentes

5.3. TRATAMENTO DE DADOS

No âmbito da presente dissertação foram feitas visitas técnicas às 44 igrejas tendo-se preenchido a *Ficha IDI* para cada uma delas. De forma a tratar estatisticamente a vasta informação resultante do trabalho de campo, foi criado um formulário em *PDF* que permite, numa fase posterior, exportar toda a informação do preenchimento das fichas *IDI* para um ficheiro em *Excel*. Deste modo é possível trabalhar e manipular os dados recolhidos de forma a criar uma fácil leitura e interpretação dos resultados obtidos sendo possível obter, por exemplo, de forma gráfica a informação pretendida. A título de exemplo segue-se a Figura 5.16 com os resultados da tipologia estrutural da cobertura da nave.

Figura 5.16 - Resultados obtidos da aplicação da *Ficha IDI* para a solução estrutural da cobertura da nave

A criação do formulário em *PDF*, além do referido anteriormente, permite o preenchimento da *Ficha IDI* de modo automático em campo através do auxílio de um Tablet ou outra tecnologia que permita a

leitura de documentos no formato *Adobe Acrobat*, guardando diretamente a informação numa base de dados, não sendo necessário a utilização de papel.

Tendo em conta o planeamento do presente trabalho e as inúmeras tarefas que foram necessárias realizar durante esse processo, foi necessário definir uma duração para o período das visitas de inspeção de forma a esta não se prolongar em demasia e dificultar/interferir com as tarefas a realizar posteriormente. Assim resultou num curto período de tempo para se realizar esta atividade quando comparado com os trabalhos realizados pelo NR/IC tornando, deste modo, o tempo de inspeção de cada igreja bastante reduzido. Salienta-se o facto que este aspeto – duração reduzida de cada visita - poderá ter alguma influência nos resultados obtidos, juntamente com a inexperiência por parte da entidade que realizou a tarefa. Relativamente à falta de experiência, constatou-se que no decorrer das visitas a capacidade de observar os pormenores e conseguir detetar determinadas anomalias foi sendo desenvolvida, concluindo-se que este tipo de trabalho requer bastantes conhecimentos e prática não só a nível de interpretação como também de observação.

Todos os resultados obtidos do processamento da informação recolhida encontram-se no Anexo B.

5.3.1. RESULTADOS OBTIDOS PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA

O primeiro critério a analisar, de acordo com o seguimento da *Ficha IDI*, é o coeficiente de esbelteza. Esta análise foi realizada considerando três corpos distintos: a nave composta pelas fachadas laterais da mesma; a capela-mor composta pelas fachadas laterais desta e pela fachada de fundo; e a fachada principal foi analisada separadamente devido a esta apresentar características particulares quando comparadas com as restantes fachadas.

A determinação da percentagem das paredes resistentes através do coeficiente de esbelteza, apesar do referido no subcapítulo anterior, em que este parâmetro é calculado considerando a espessura total da parede e uma altura efetiva igual à altura livre da parede, numa fase posterior foram realizadas várias simulações para analisar o comportamento da estrutura face à instabilidade lateral. Assim, além da condição base ($h_{ef}=h$), estudou-se qual a influência da ligação da cobertura à parede encontrar-se em condições perfeitas de ligação ($h_{ef}=0,7h$) e no caso de a ligação estar completamente livre ($h_{ef}=2h$). Estudou-se ainda o caso de apenas uma das folhas da parede dupla estar a resistir às ações, sendo deste modo a espessura reduzida para metade ($e_{ef}=1/2e$). Esta última situação poderá ocorrer, por exemplo, quando não há travadouros.

Tendo em consideração as características resistentes das paredes de alvenaria de pedra apenas será considerado limite do coeficiente de esbelteza definido no EC8, sendo desprezado o limite definido no EC6, uma vez que a resistência de alvenaria de pedra é bastante superior à alvenaria de tijolo, como já referido anteriormente.

Face aos limites geométricos impostos pelo EC8 definidos em 3.2.2.2 do presente documento, em que para uma parede ser considerada resistente o coeficiente de esbelteza não deve ultrapassar um valor superior a 10, os resultados obtidos para as seis condições de análise são:

- $h_{ef}=h$ e $e_{ef}=e$: em 6% das naves e das fachadas principais as paredes são classificadas como não resistentes e 9% das capelas-mor também são suscetíveis a apresentar problemas de instabilidade lateral. Para este caso, posteriormente a ser realizada esta análise de escala mais global, interpretou-se os valores obtidos a um nível mais detalhado, ou seja, foi verificado se alguma das igrejas apresenta um número significativo (superior a 50% das fachadas) de paredes

não resistentes. Desta análise conclui-se que os casos mais gravosos são a igreja do Mosteiro do Salvador de Paço de Sousa que à exceção da fachada de fundo todas as restantes fachadas são classificadas como não resistentes e a igreja do Mosteiro de Santa Maria de Pombeiro em que nesta igreja apenas a fachada lateral direita da nave é que apresenta características resistentes.

- $h_{ef}=0,7h$ e $e_{ef}=e$: para esta situação todas as paredes são classificadas como resistentes;
- $h_{ef}=2h$ e $e_{ef}=e$: em 93% das fachadas principais, em 94% das naves e em 86% das capelas-mor verifica-se que as paredes são suscetíveis a apresentar problemas de instabilidade lateral;
- $h_{ef}=h$ e $e_{ef}=1/2e$: os resultados obtidos para esta situação são exatamente os mesmo que no caso anterior, pois reduzir a espessura para metade é o mesmo que aumentar a altura para o dobro, mantendo as restantes condições. No entanto, é de referir que esta situação poderá ocorrer mais rapidamente do que a situação anterior, uma vez que as coberturas são elementos com intervenções regulares onde se vai garantido boas condições de ligação.
- $h_{ef}=0,7h$ e $e_{ef}=1/2e$: em 67% das fachadas principais, em 44% das naves e em 93% das capelas-mor as paredes são classificadas como não resistentes;
- $h_{ef}=2h$ e $e_{ef}=1/2e$: nesta situação todas as paredes passam a ser classificadas como não resistentes, apresentando coeficientes de esbelteza bastante elevados.

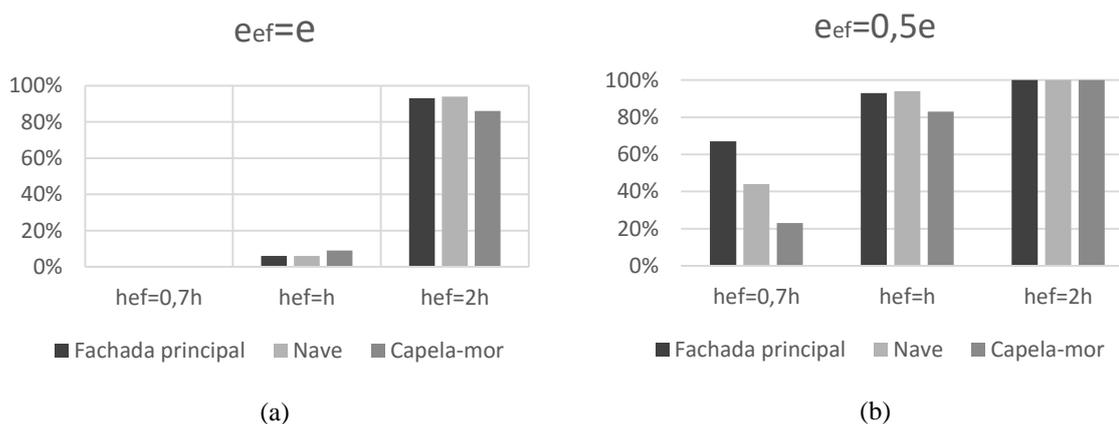


Figura 5.17 - Percentagem de paredes não resistentes: (a) Parede dupla a resistir às ações; (b) Uma só folha a resistir às ações

Conclui-se assim que quando a parede dupla resiste toda às ações, existe uma grande variação na classificação das paredes quando as condições de ligação entre a cobertura e as paredes não são boas ($h_{ef}=2h$) como se observa na Figura 5.17-(a). Quando apenas uma das folhas se encontra a resistir às ações essa diferença não é tão pronunciada, mas, no entanto, não deixa de ser um acréscimo significativo.

É de salientar que no caso de as paredes serem não resistentes existe uma maior suscetibilidade dessas paredes a ações horizontais, o que implica haver um cuidado acrescido com o estado de conservação das coberturas e dos retábulos, pois, como já mencionado, podem introduzir ações horizontais.

A avaliação da percentagem das áreas de abertura das fachadas foi dividida em quatro elementos: fachada principal, fachadas laterais da nave, fachadas laterais da capela-mor e fachada de fundo. Os resultados comprovam que de facto as construções românicas apresentam percentagens de aberturas bastante reduzidas, sendo a fachada principal a que apresenta uma maior abertura devido à existência do portal principal, como era expectável, obtendo percentagens de abertura entre 8% e 10% em 67% das

igrejas. A fachada de fundo é a que apresenta a menor percentagem que em quase 50% dos casos esta última apresenta uma percentagem de abertura entre 0% e 0,20%. As percentagens de abertura obtidas para as fachadas laterais tanto da nave como da capela-mor apresentam maioritariamente valores entre 0 e 4%. Numa fase preliminar pensou-se que através do valor deste parâmetro era possível identificar se a igreja tinha sido alvo de intervenções, nomeadamente na abertura de vãos, mas através dos resultados obtidos conclui-se que tal não é possível. Exemplo que permitiu com facilidade chegar a esta conclusão é o resultado obtido para a fachada lateral esquerda da nave do Mosteiro de São Martinho de Mancelos, em que esta apresenta abertura de vãos de dimensões bastante superiores aos das características românicas, indicativo de que estas aberturas foram realizadas numa fase posterior à construção inicial, mas, ainda assim, a sua percentagem de abertura é reduzida. Este resultado deve-se ao facto de que a determinação deste parâmetro ser uma relação entre a dimensão da abertura e a dimensão da fachada, logo num caso como este referido em que num mosteiro as dimensões das fachadas são maiores, apesar da dimensão de abertura do vão também o ser, a razão das dimensões entre estes dois parâmetros é proporcional.

Os valores obtidos para a homogeneidade das fachadas permitiram constatar que de facto estas construções são bastante semelhantes entre elas apresentando quase na totalidade - sempre acima de 90% em qualquer fachada - uma solução homogénea, como demonstra a Figura 5.18. Como já referido anteriormente estas igrejas apresentam todas uma alvenaria de pedra em granito de classe A.

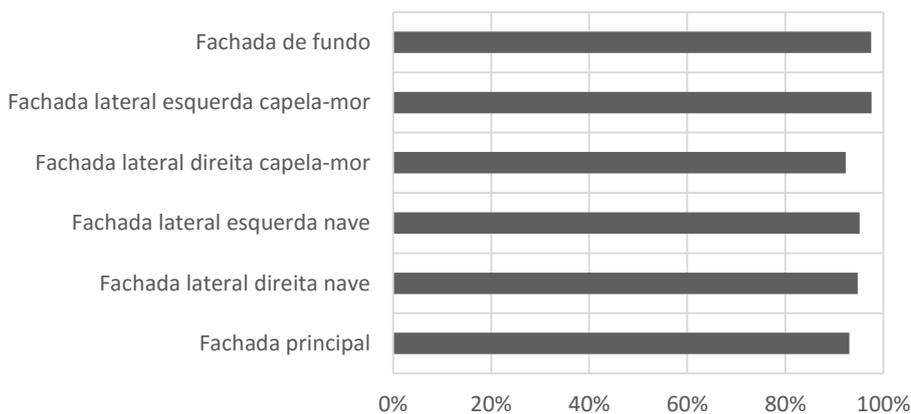


Figura 5.18 - Percentagem das igrejas com solução de alvenaria homogénea

A determinação do número de travadouros não foi um processo muito rigoroso, por motivos de dificuldade de trabalho de campo, mas foi determinado sempre com a mesma metodologia ao longo de toda a análise de forma a não influenciar o resultado final. Aqui, uma vez mais, é realçado o facto de que a construção destas igrejas é bastante idêntica já que quase todas as igrejas apresentam a mesma solução para esta regra de arte, sendo uma solução de “Menos de 3 travadouros por m²” (Figura 5.19). São poucos os casos em que a fachada principal não apresenta travadouros, mas é de se referir que nesses casos as igrejas apresentam nártex/galilé à frente da fachada.

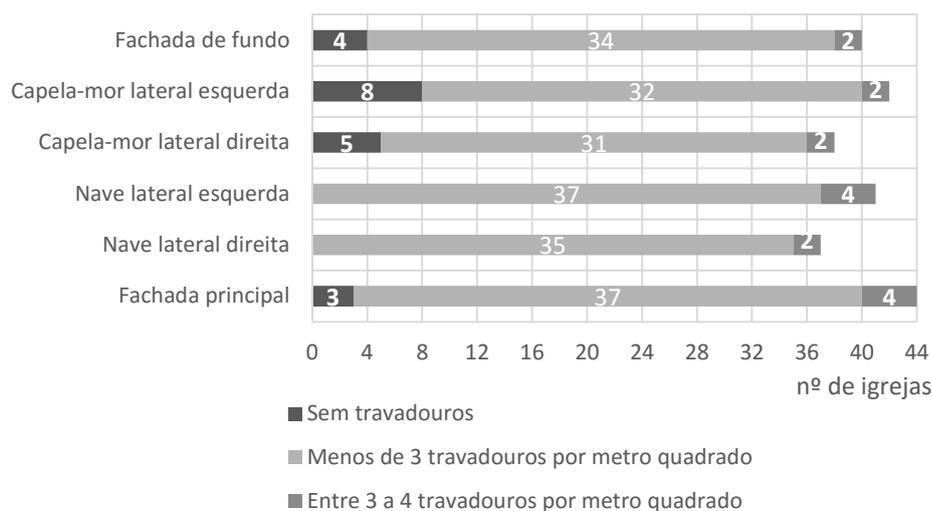


Figura 5.19 - Solução quanto à presença de travadouros por fachada

A determinação do número de paramentos que compõe a secção transversal baseou-se na observação da secção nas zonas de abertura de vãos e através do valor medido ou determinado da espessura do paramento. Maioritariamente a espessura do paramento encontra-se compreendida entre 0,90m e 1,10m permitindo concluir em segurança que o número de paramentos é constante em todas as igrejas. É na fachada principal que tendencialmente as espessuras são maiores, devendo-se ao facto da inserção do portal principal nesta fachada provocar um aumento de espessura sendo também por esse motivo que é nesta fachada que se verifica um caso excepcional da fachada principal do Mosteiro de São Pedro de Ferreira apresentar espessura de aproximadamente 2,30m não sendo obrigatoriamente um indicativo de que o paramento seja triplo. Assim, os resultados obtidos para esta análise indicam que: nenhuma igreja apresenta paramento simples ou triplo; em 84% dos casos o paramento é duplo; nos restantes 16% dos casos não foi possível identificar o tipo de paramento. Estes 16% resultam do facto de não ter sido possível determinar o valor das espessuras (nem em campo, nem através das plantas em CAD) nem realizar a visita ao interior do imóvel não permitindo a observação da secção das aberturas. No entanto, tendo em consideração a informação existente sobre estas construções e os resultados já apresentados é expectável que as restantes igrejas apresentem também paramento duplo.

Apesar de estas construções já datarem alguns séculos as suas características construtivas quanto ao tipo de aparelho são bastante boas uma vez que maioritariamente as construções apresentam juntas regulares alinhadas quanto ao seu alinhamento horizontal. Excepcionalmente encontram-se fachadas com juntas irregulares, no entanto esta solução abrange apenas uma parte da fachada, sendo a solução global a conjugação de juntas irregulares com juntas regulares, ou seja, ocorre quando a solução de alvenaria é heterogénea.

Quanto ao imbricamento dos cunhais não se identificou nenhuma igreja com imbricamento global nem há indícios de não haver qualquer tipo de imbricamento na sua ligação. Verifica-se que existe imbricamento parcial em 50% das naves e em 30% das capelas-mor em que nos restantes casos – 50% das naves e 70% das capelas-mor - não foi possível identificar o tipo de imbricamento (Figura 5.20). A não identificação é uma consequência do facto de não ser possível ver o interior da igreja ou pelas paredes apresentarem reboco exterior/interior. Identificou-se que 25% de igrejas possuem reboco interior e quanto ao reboco exterior existe na nave e capela-mor em 2% e 7% dos casos, respetivamente.

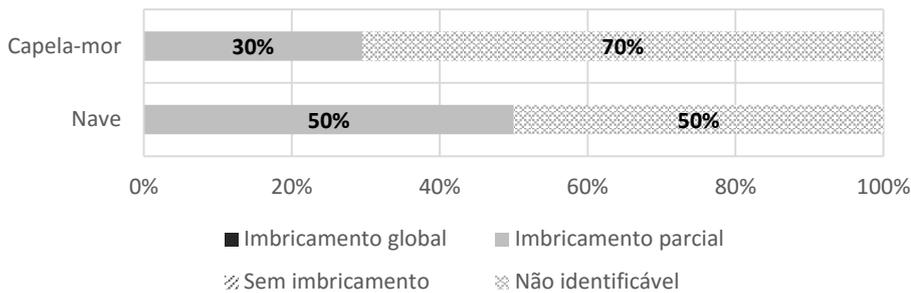


Figura 5.20 - Identificação do tipo de imbricamento dos Cunhais

Os resultados obtidos para a qualidade do aparelhamento - desfasamento entre juntas verticais segundo a designação atribuída por *Binda* – são apresentados para a nave (composta por fachada principal e laterais da nave) e para a capela-mor (composta pela fachada de fundo e laterais da capela-mor). Salienta-se que não foi possível avaliar esta qualidade construtiva em todas as fachadas, devido à existência de construções adjacentes presentes em algumas igrejas. Das fachadas avaliadas resulta que: em 70% das naves o aparelhamento é classificado como “Bom”; em 22% é classificado como “Razoável”; e não há nenhuma fachada com má classificação. Na capela-mor 55% das fachadas respeita o desfasamento entre juntas verticais, 30% respeita parcialmente esta regra de arte e em 2% esta é classificada como “Mau”.

5.3.2. RESULTADOS OBTIDOS PARA OS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL

A constituição do pavimento interior das igrejas encontra-se na Figura 5.21, é de referir que em algumas igrejas, mesmo não se procedendo à sua visita interior, através de Fichas Técnicas, das Monografias da RR e da informação disponível no site da RR foi possível averiguar qual a composição do pavimento interior, apenas não sendo possível realizar a sua classificação quanto ao seu estado de conservação. Relativamente ao estado de conservação do pavimento interior, dos imóveis em que foi possível realizar a sua avaliação, em 71% dos casos este é classificado como “Bom” e os restantes 29% são classificados como “Razoável”.

Esta informação revela bastante importância uma vez que permite avaliar a capacidade de, por exemplo, ventilação do pavimento ou mesmo a capacidade de absorção de água através da capilaridade. É de referir que a ventilação do pavimento permite que este apresente um funcionamento estrutural muito melhor e retarda o aparecimento de patologias.

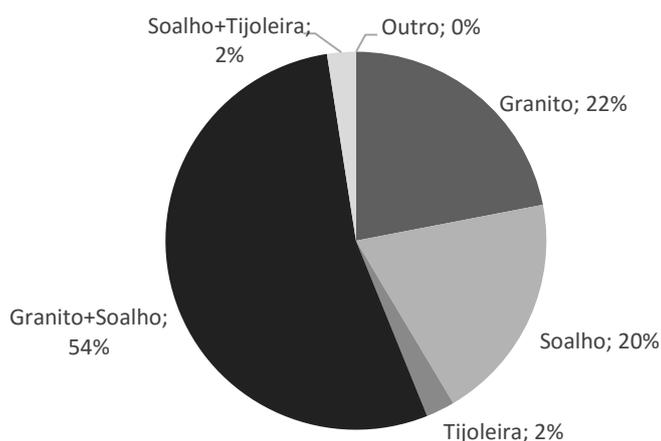
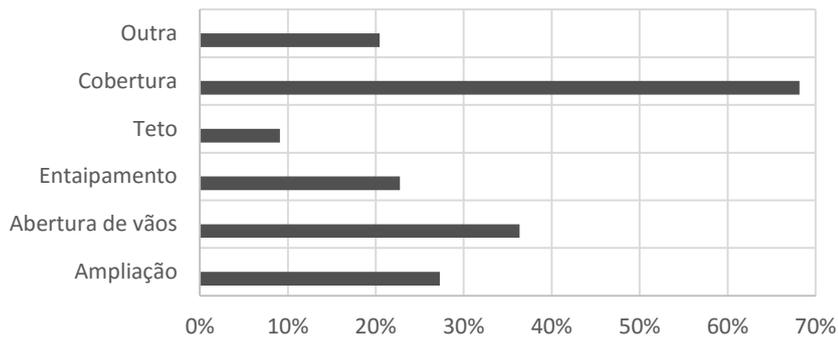


Figura 5.21 - Constituição do pavimento interior das igrejas da RR

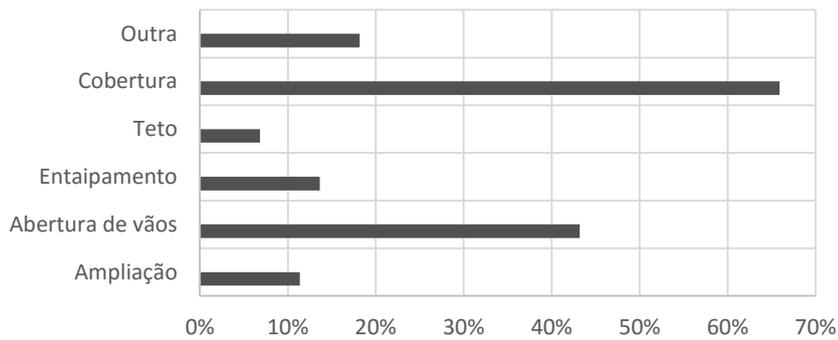
Assim como se procedeu para a determinação da constituição do pavimento interior nos casos em que não foi possível a entrada no interior do imóvel, também se procedeu para a determinação do tipo de solução de tetos e coberturas interiores que não foram observados. Consequentemente foi possível obter informação relativamente aos tetos e coberturas de todas as igrejas quanto à sua constituição. Desta análise resulta que a nave em 86% das igrejas apresenta teto não estrutural e que dessa percentagem 89% é teto não estrutural em madeira e 11% é teto não estrutural em tabique ou estuque, não havendo nenhuma nave com teto estrutural. A cobertura interior da nave apresenta uma solução estrutural em asnas em 57% dos casos - salienta-se o referido no subcapítulo 5.2.5 que na presença de um tirante metálico considera-se a existência de asnas na cobertura - uma solução estrutural em caibros em 14% das igrejas e nos restantes casos não foi possível a caracterização do tipo de solução estrutural. Relativamente à capela-mor conclui-se que em apenas 7% das igrejas é que esta não apresenta teto e em que das restantes 93% das capelas-mor com teto: 71% dos tetos são não estrutural em madeira; 10% são não estrutural em tabique ou estuque; 17% são estrutural unidirecional em pedra (abóbada de berço); 2% são estrutural bidirecional em pedra (abóbada de vinco). As coberturas da capela-mor apresentam uma solução estrutural com asnas em 16% dos casos e com caibros em 7% dos imóveis, em que nas restantes igrejas não foi possível identificar o tipo de solução presente.

Como já referido anteriormente, na presença de qualquer tipo de património integrado as medidas de intervenção de consolidação ou reforço, no caso de ser necessário, terão de ter um cuidado acrescido por não poderem interferir com a existência deste bem patrimonial. No caso das igrejas da RR este cuidado especial tem bastante peso já que 84% das igrejas apresentam algum tipo de património integrado em paredes e em 34% dos tetos. O património integrado em tetos tem uma grande influência nas ações de intervenção a nível da cobertura, sendo de referir que as últimas intervenções realizadas nestas construções foram a nível das coberturas.

A nível das intervenções estruturais os resultados revelam que no corpo da igreja a intervenção que mais se verificou ao longo do tempo foi reparações na cobertura, seguido por abertura de vãos. Na nave além destas intervenções referidas verificou-se que em quase 30% dos casos estas foram alvo de ampliação (Figura 5.22).



(a)



(b)

Figura 5.22 - Intervenções estruturais no corpo da igreja: (a) nave; (b) capela-mor

A deteção da presença de reforço estrutural através da simples observação não é evidente neste tipo de construções pelo que parte do resultado foi obtido através de pesquisas, não sendo assegurado que a informação esteja completa e seja completamente válida. Poderá haver igrejas com reforços e estes não estarem registados nos documentos fornecidos. Estas pesquisas revelam que 39% das igrejas apresentam reforço estrutural na nave e 11% na capela-mor.

A título de exemplo é apresentada a solução de intervenção de reforço estrutural realizada na Igreja de Santa Maria de Gondar, onde foram introduzidos tirantes na nave (Figura 5.23-(a)), realizadas pregagens para a ligação dos cunhais da fachada principal (Figura 5.23-(b) e Figura 5.23-(c)), pregagens do cunhal a nível do arco cruzeiro (Figura 5.23-(b) e Figura 5.23-(d)) e foram unidas, através de pregagens inclinadas, os dois panos da fachada lateral direita da nave (Figura 5.23-(b)) - [51].

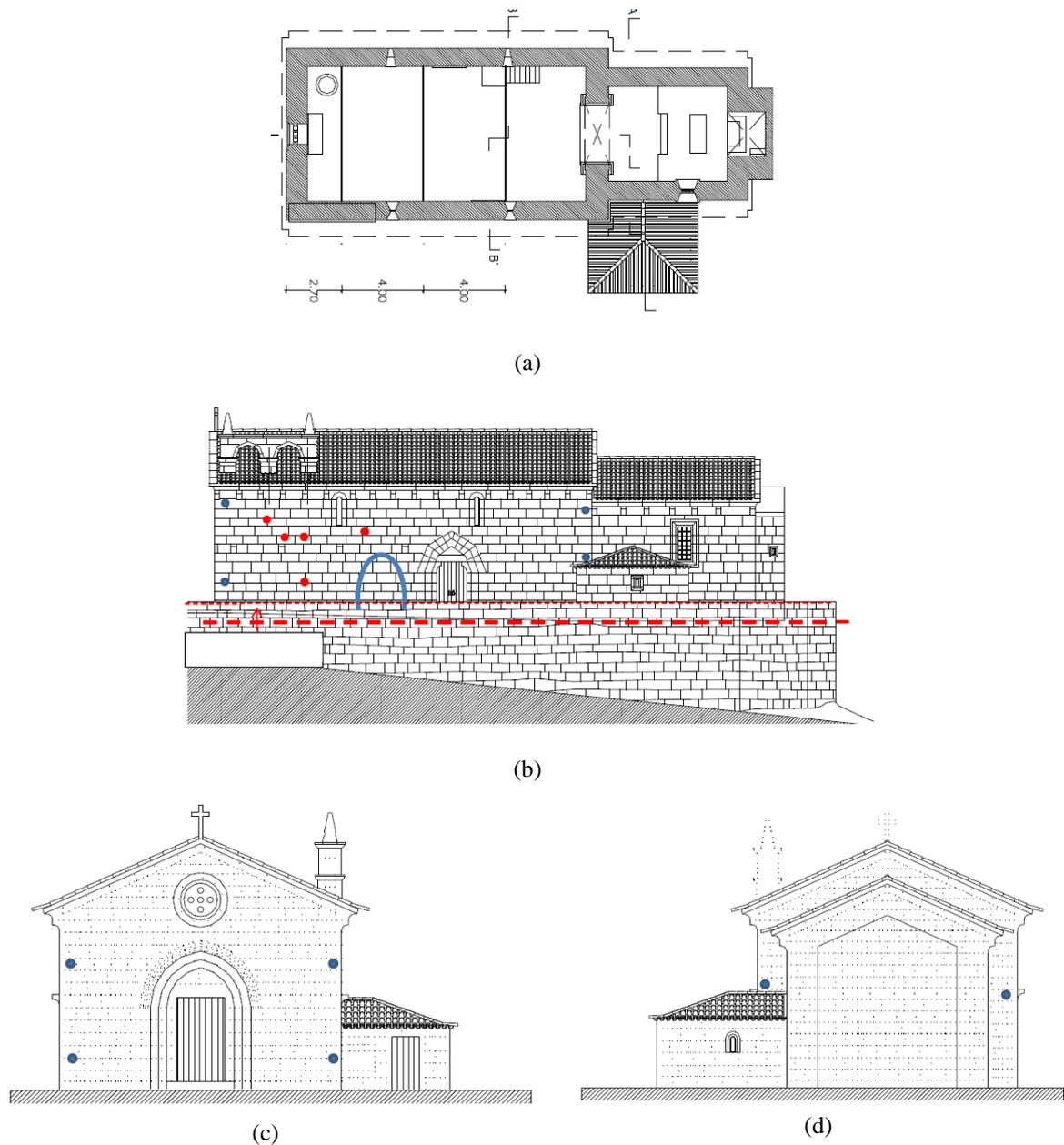


Figura 5.23 - Solução de reforço estrutural da igreja de Santa Maria de Gondar: (a) Posicionamento dos tirantes; (b) Desenho do alçado com a solução de pregagens: a azul as pregagens dos cunhais, a vermelho o coser dos dois panos de parede; (c) Pregagens dos cunhais da fachada principal; (d) Pregagens dos cunhais do arco cruzeiro [51]

Das visitas técnicas em que se acedeu ao interior da igreja e com auxílio às fotografias disponíveis no site da RR conclui-se que 43% das igrejas apresentam coro-alto no seu interior e não foi registado a presença de nenhum elemento em betão armado ou metálico.

5.3.3. RESULTADOS OBTIDOS PARA AS RESTANTES CONSTRUÇÕES

A maioria das igrejas (93%) apresenta na sua composição uma sacristia, mas apenas 5% dessas encontram-se imbricadas ao corpo da igreja, 78% encontram-se simplesmente adossadas e nas restantes igrejas não foi possível concluir qual a sua relação entre estas duas construções. Simplesmente em 16% das igrejas é que existem outros corpos, encontrando-se todos adossados à igreja. Em aproximadamente metade das igrejas regista-se a presença de torre sineira que, regra geral, encontra-se adossada à igreja, e nas restantes construções regista-se a presença de campanário que maioritariamente localiza-se na fachada principal.

Na sacristia e outros corpos existentes o maior tipo de intervenção que se registou foi de entaipamento, ou seja, inicialmente procedeu-se à abertura de vãos e numa fase posterior executou-se o seu entaipamento. A presença de reforço estrutural encontra-se registada em apenas 2% das sacristias e outros corpos.

Na torre sineira são poucas as intervenções estruturais registadas, sendo a que tem maior peso a intervenção na cobertura.

5.3.4. RESULTADOS OBTIDOS PARA A INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE

Evidencia-se uma vez mais que os resultados adquiridos para este ponto são fundamentais para a concretização da gestão global do imóvel.

Estas construções, regra geral, encontram-se no meio rural e isoladas face a outras construções, sendo muito poucas igrejas que apresentam uma posição distinta desta (em banda ou em gaveto). O tipo de terreno onde se inserem divide-se em dois grandes grupos: terreno de inclinação acentuada - aproximadamente 52% das igrejas - ou então o terreno envolvente é formado por socalcos - aproximadamente 34% das igrejas. As igrejas que se integram num terreno em socalcos apresentam muros de suporte em 93% dos casos e classificam-se 86% dos muros como em “Bom” estado de conservação.

Durante as inspeções na observação do meio envolvente não foi identificado nenhum tipo de fonte de materiais combustíveis e/ou inflamáveis nas proximidades, sendo este facto mais um indicativo de que estas construções se encontram isoladas e afastadas de grandes centros e indústrias, sendo esses locais mais suscetíveis a apresentarem materiais dessa génese.

Na maioria destas construções, em resultado de intervenções já realizadas, existe sistema de drenagem de águas pluviais em 84% dos casos, mas apenas 27% das igrejas apresenta sistema de drenagem periférica. Salienta-se que os sistemas de drenagem periférica são bastante vantajosos para este tipo de construções uma vez que através destes é possível realizar o arejamento da pedra sendo um processo muito benéfico para problemas de humidade que poderão existir. Nas proximidades existe a presença de pequenos cursos de água em um quinto dos casos, mas em consideração ao caudal desses cursos, não há a possibilidade de haver risco de inundação das igrejas.

Relativamente ao estado de conservação do pavimento exterior face aos critérios definidos anteriormente: regra geral é classificado como “Bom”; em apenas 5% dos casos é classificado como “Razoável”; e existe 2% das igrejas que apresentam um pavimento exterior em mau estado de conservação.

5.3.5. RESULTADOS OBTIDOS PARA ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO IMÓVEL

Os resultados obtidos para esta avaliação global das igrejas revelam que estas encontram-se em bom estado de conservação. Embora as igrejas possam apresentar pequenas anomalias, estas não são muito relevantes para o seu funcionamento e muito menos para colocar em causa a estabilidade estrutural.

Os resultados revelam que 89% das igrejas apresentam-se em bom estado de conservação, não havendo nenhuma que se encontre em mau estado de conservação (Figura 5.24-(a)). As paredes maioritariamente também apresentam-se bem conservadas não demonstrando danos que remetam para a necessidade de qualquer tipo de intervenção (Figura 5.24-(b)).

Dos tetos e coberturas interiores avaliados resulta que apenas 66% destes elementos é que se encontram em bom estado de conservação, havendo ainda uma percentagem de 3% das igrejas que necessitam de uma intervenção, com alguma urgência, a estes elementos (Figura 5.24-(c)). É de se referir que embora em algumas igrejas o teto/cobertura aparentemente pareçam encontrar-se em bom estado de conservação, segundo os zeladores dessas igrejas, na realidade necessitam de intervenção. Causa desta necessidade resulta da cobertura permitir a infiltração das águas pluviais. Durante as visitas técnicas realizadas num dia chuvoso foi possível deparar com este acontecimento, em que de facto é possível observar a presença de água ao longo das paredes acumulando-se no chão ou outro local. Consequentemente esta presença de água adicional irá provocar excesso de humidade nas construções.

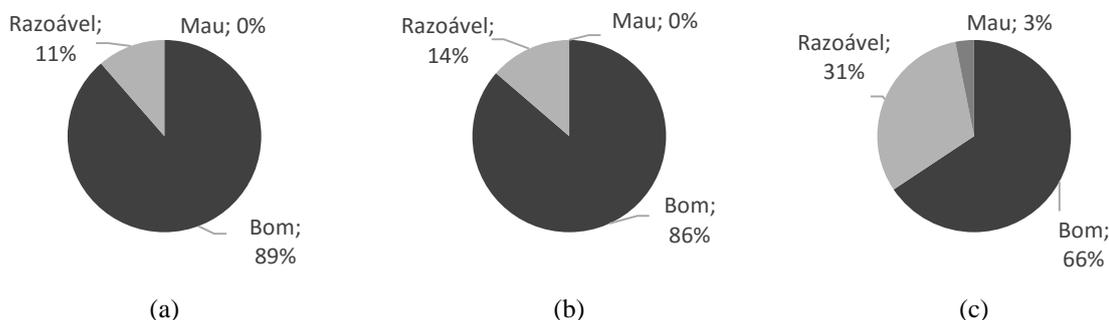


Figura 5.24 - Estado geral de conservação: (a) Do imóvel; (b) Das paredes; (c) Do teto/cobertura

Da observação que foi possível fazer, o estado de conservação do património integrado encontra-se dividido igualmente entre “Bom” e “Razoável”, não se tendo atribuído a nenhum a classificação de “Mau”. Salienta-se que em determinadas igrejas alguns retábulos já dão indícios da existência de fungos de podridão, sendo necessário num futuro próximo a resolução deste problema. É de referir que no Mosteiro do Salvador de Freixo de Baixo se iniciaram obras para o restauro do património integrado, mas, no entanto, por motivos económicos atualmente o retábulo presente na igreja encontra-se desprovido de talha dourada.

Relativamente ao estado de conservação do interior dos retábulos-mor, por motivos de impossibilidade de aceder ao seu interior, poucos foram os retábulos avaliados. Dos que foi possível realizar a sua avaliação 67% desses encontram-se em bom estado de conservação, 22% em estado razoável e os restantes 11% encontram-se em mau estado de conservação.

Efetuada uma comparação entre fachadas quanto a danos estruturais as que se apresentam mais danificadas são as fachadas laterais, devido aos impulsos solicitados pela cobertura. A nível de fissuração/fraturação era expectável que fosse a parede fundeira que apresentasse mais este tipo de dano pelo facto de poder receber uma carga adicional na presença de retábulos-mor no caso de estes elementos (de grande dimensão e de peso considerável) começarem a deteriorar-se, podendo assim introduzir esforços horizontais na parede fundeira que quando não possui bom imbricamento poderá ter problemas estruturais adicionais. No entanto, são as fachadas laterais da nave que mais se encontram fissuradas. Salienta-se que regra geral a fissuração/fraturação registada não apresenta consequências graves para o funcionamento do imóvel e aparentemente não têm como causa problemas estruturais, como por exemplo devido a assentamentos, não sendo prejudiciais para o funcionamento estrutural.

Verifica-se que a percentagem de abertura de juntas e de perda de argamassa é relativamente baixa em qualquer fachada e que estes resultados podem ter como influência prévias intervenções.

No que diz respeito à falta de travamento na ligação dos cunhais os resultados vão de encontra ao que se concluiu a nível de falta de imbricamento dos mesmos, como era expectável. Como consequência da falta de imbricamento entre cunhais, há falta de travamento nas ligações. Lembra-se que não foi possível verificar todas as ligações entre cunhais pelo que os resultados apresentados na Figura 5.25 para a falta de travamento, na verdade podem estar representados por defeito face à situação real.

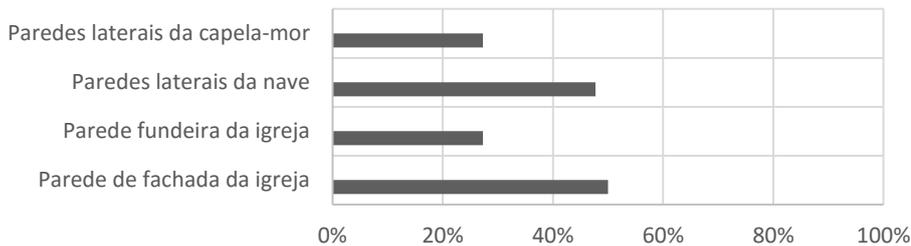


Figura 5.25 – Dano estrutural: Falta de travamento na ligação dos cunhais

As percentagens obtidas para a deformação dos elementos foram bastante baixas como se pode constatar na Figura 5.26. Os valores obtidos, para este caso específico podem ter sido influenciados pela falta de experiência da entidade que realizou a inspeção pelo facto de ser um parâmetro que requer alguma prática visual para a sua deteção.

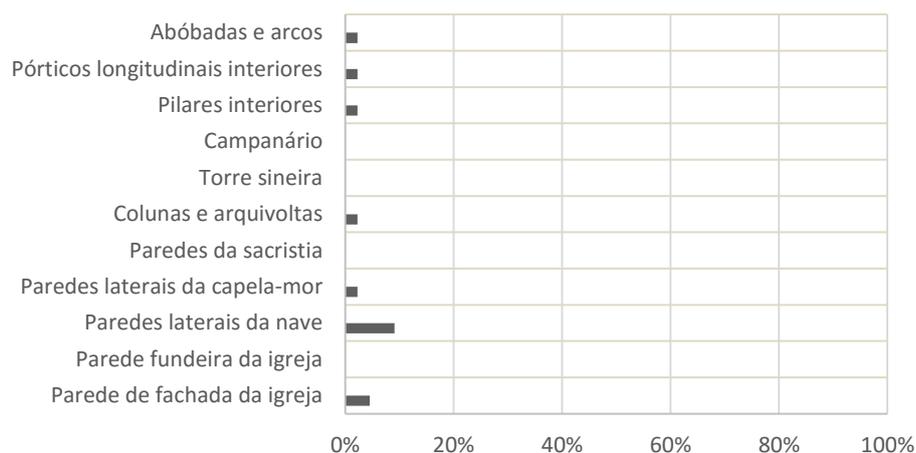


Figura 5.26 – Dano estrutural: Deformação

Como se pode observar na Figura 5.27 o esmagamento apenas ocorreu nos elementos mais suscetíveis a este fenómeno, ou seja, em arcos e arquivoltas.

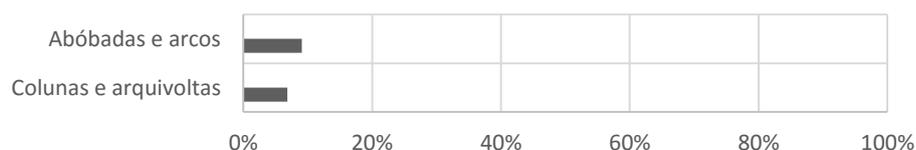


Figura 5.27 - Dano estrutural: Esmagamento

A rotação da base apenas foi observada nas paredes laterais da capela-mor. Estes resultados à semelhança do explicado no dano de deformação podem ter sido influenciados, \ devido à inexperiência pode não ter sido detetado este tipo de movimento em mais casos, como por exemplo na torre sineira visto ser uma construção suscetível a este movimento. Não se detetou nenhuma igreja que tenha sofrido movimentos provocados por assentamentos.

Face às patologias associadas a “Outros danos” tendo em conta que resultam maioritariamente de ações químicas e biológicas apenas se verificam no exterior da construção, onde ocorrem as ações biológicas e mais agressivas que afetam o estado de conservação dos elementos exteriores, à exceção da humidade que afeta igualmente o interior da construção. Das patologias abordadas neste ponto a que tem maior peso e provoca maior degradação é a humidade, em que como se pode observar na Figura 5.28 está presente na maioria das paredes. Esta fator é, no entanto, agravado pelo fato das inspeções terem sido feitas em período de Inverno. Nas paredes exteriores é possível observar com clareza que este problema advém da humidade ascensional, no entanto, no interior além desta natureza de aparecimento é visível que parte da presença de humidade deve-se à infiltração da água pelas coberturas. Na igreja de São Gens De Boelhe o zelador referiu que se realizaram, num passado próximo, ensaios para a deteção de humidade no interior da igreja e estes indicaram uma presença de humidade superior a 90%, o que leva a concluir que a humidade é bastante elevada.

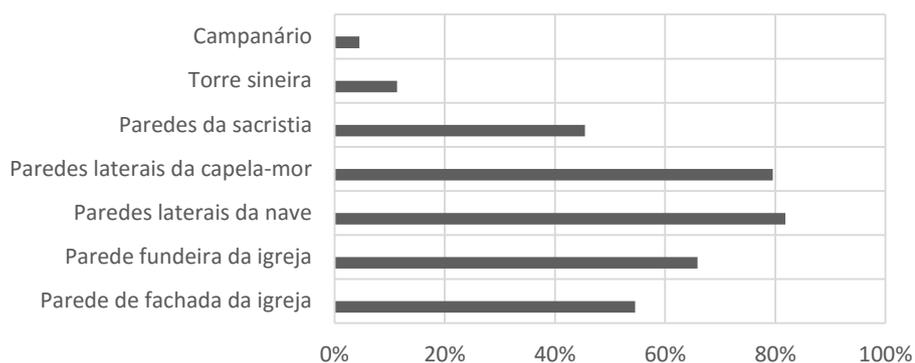


Figura 5.28 - Outros danos: Humidade

5.3.6. EXISTÊNCIA DE MACRO-ELEMENTOS

Na Figura 5.29 são apresentados quais os macro-elementos identificados nas igrejas da RR.

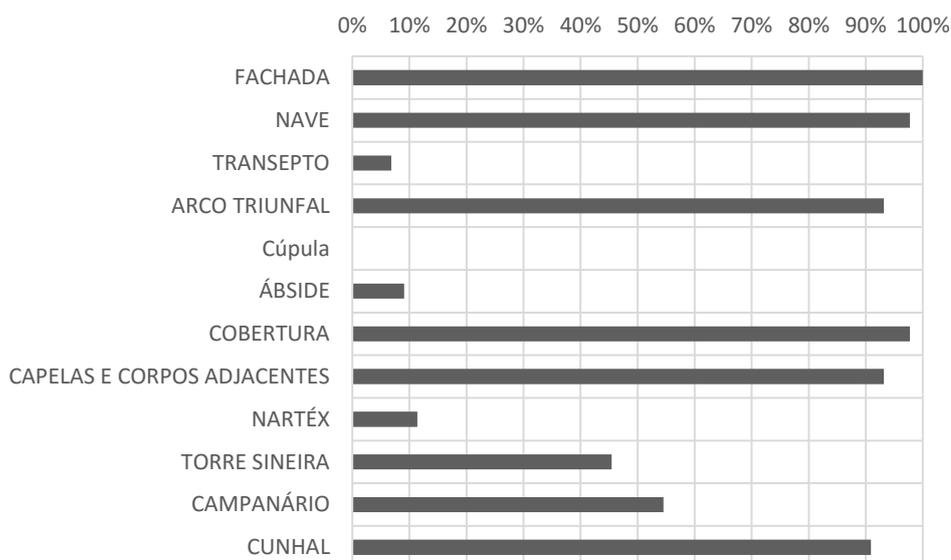


Figura 5.29 - Macro-elementos existentes

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da *Ficha IDI* às 44 igrejas que se inserem na RR permitiu a compilação de toda a informação numa única base de dados com a possibilidade de tratamento estatístico da informação necessária a estudos estruturais.

Da aplicação da *Ficha IDI* é possível concluir que:

- As igrejas, no geral, encontram-se em bom estado de conservação;
- As coberturas são os elementos mais suscetíveis a novas intervenções;

- Devido à elevada presença de humidade nestas construções é necessário garantir uma melhor ventilação dos imóveis;
- As igrejas apresentam uma tipologia construtiva semelhante entre elas;
- O tipo de alterações estruturais em todas as igrejas é comum (abertura de vãos, entaipamento e a nível de cobertura);
- É necessário um cuidado constante a nível de coberturas para as manter em bom estado de conservação de forma a este elemento não introduzir solicitação horizontal às paredes nem diminuir a própria resistência das paredes (aumento do coeficiente de esbelteza);

De seguida são enumerados alguns aspetos relevantes que não foram possíveis de registar na *Ficha IDI*:

- A igreja do Salvador de Fervença, como apenas mantém a capela-mor românica, é a que apresenta características arquitetónicas mais distintas da arquitetura românica, logo das restantes igrejas;
- A igreja de São Martinho de Mancelos, como ainda não foi intervencionada, é a que apresenta mais patologias estruturais (Figura 5.30);
- Os rufos da fachada principal da igreja Santa Maria Maior de Tarouquela encontram-se danificados (Figura 5.31);
- As paredes interiores rebocadas do Mosteiro de Santo André de Ancede encontram-se bastante degradadas, aparentemente devido a problemas de humidade (Figura 5.32);
- As igrejas onde é possível verificar movimentação entre silhares são: São Cristóvão de Nogueira, Santa Maria de Gondar, São Martinho de Mancelos, Santa Maria de Barrô e na Salvador de Cabeça Santa;
- Na igreja Santa Maria de Barrô encontram-se fissurómetros datados de 1968 (Figura 5.33);
- A título de curiosidade refere-se que o Mosteiro Salvador de Paço de Sousa é dos que apresenta pior caso de perda de argamassa (Figura 5.34);
- A igreja do Salvador de Lufrei encontra-se submetida a obras de intervenção;
- Nas igrejas de Santo André de Telões, Salvador de Ribas e de São Tiago de Valadares foi possível identificar uma pintura mural situada atrás do retábulo-mor;



Figura 5.30 – Exemplos de problemas estruturais da igreja de São Martinho de Mancelos: (a) Na fachada lateral esquerda da nave; (b) Na fachada lateral esquerda da capela-mor; (c) Na fachada de fundo



Figura 5.31 - Rufo metálico da fachada principal da igreja de Santa Maria Maior de Tarouquela



Figura 5.32 - Parede interior do Mosteiro de Santo André de Ancede



Figura 5.33 - Presença de fissurímetros na igreja de Santa Maria de Barrô



Figura 5.34 - Pormenor da fachada principal do Mosteiro do Salvador de Paço de Sousa

6

PROPOSTAS DE REFORÇO PARA AS IGREJAS DA ROTA DO ROMÂNICO

6.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar as medidas de intervenção que se adequam à tipologia construtiva Igreja, tendo sempre em consideração que estes imóveis são património arquitetónico. Como será explicado durante este capítulo, pelo facto de as igrejas da RR serem classificadas como bens patrimoniais é necessário ter cuidados acrescidos na escolha das medidas de reforço a implementar.

“O objectivo da conservação dos monumentos e dos edifícios com valor histórico, que se localizam em meio urbano ou rural, é o de manter a sua autenticidade e integridade, incluindo os espaços interiores, o mobiliário e a decoração, de acordo com o seu aspecto original.” - [28] – estes princípios definidos na *Carta de Cracóvia* recomendam que a conservação dos edifícios patrimoniais tem que obedecer a determinados requisitos mais exigentes.

Assim o capítulo 6 encontra-se dividido em duas partes principais. Numa primeira fase são apresentados os cuidados requeridos numa intervenção patrimonial, e numa fase posterior são expostas as técnicas de intervenção mais usuais e que se adaptam às igrejas da RR, salientando-se, no entanto, que em soluções estruturais nunca se devem utilizar “soluções tipo”.

6.2. A INTERVENÇÃO NO PATRIMÓNIO EDIFICADO

A decisão de intervir numa edificação tem que partir de uma cuidadosa inspeção e diagnóstico seguido, se necessário, de uma avaliação de segurança. A avaliação da segurança é então o fator decisivo para a intervenção, mas, no entanto, “é uma tarefa difícil uma vez que os métodos de análise estrutural utilizados para construções novas podem não ser precisos nem fiáveis para as estruturas históricas, podendo resultar em decisões inadequadas” - [34]. É de referir que a monitorização dos edifícios pode, por vezes, ser um precioso auxiliar da decisão. A monitorização pode ser definida como uma ferramenta de avaliação de danos não destrutiva, pelo facto de recorrer a sensores para concretizar a avaliação.

Durante o período de decisão é necessário ter em consideração não só as condições estruturais, mas também avaliar os aspetos de carácter artístico, cultural, económico e de utilização sendo nos bens patrimoniais, esta reflexão imprescindível [43].

Como já mencionado diversas vezes ao longo da dissertação, e de acordo com os resultados obtidos da aplicação da *Ficha IDI* às igrejas em estudo, a maioria apresenta património integrado. A presença deste

património nas igrejas, sejam pinturas murais, talhas douradas, azulejos e mesmo retábulos implicam cuidados acrescidos na implementação das medidas de reforço, pois como já referido é necessário preservar este tipo de património e não interferir com a sua existência.

A fim de planear a intervenção é necessário adotar uma metodologia que conduza à caracterização dos materiais e da estrutura, bem como identificar a origem das patologias. Devido à especificidade e história complexa que os monumentos patrimoniais apresentam, esta metodologia é assemelhada à abordagem utilizada em medicina: 1º) é realizada a **anamnese** sendo o estudo da evolução histórica e recolha de dados e informações importantes; 2º) executa-se o **diagnóstico** sendo a fase de identificação das causas das patologias e avaliação da segurança estrutural; 3º) realiza-se a **terapia** como escolha e aplicação das técnicas de intervenção; 4º) por último vem a fase do **controlo** como o acompanhamento e observação da eficácia da intervenção [34].

Segundo a *Carta de Cracóvia* “As técnicas de conservação devem estar intimamente ligadas à investigação pluridisciplinar sobre materiais e tecnologias usadas na construção, reparação e no restauro do património edificado. A intervenção escolhida deve respeitar a função original e assegurar a compatibilidade com os materiais, as estruturas e os valores arquitectónicos existentes. Deve estimular-se o conhecimento dos materiais e técnicas tradicionais de construção, bem como a sua apropriada manutenção no contexto da sociedade contemporânea, considerando-as como componentes importantes do património cultural.” [36].

Nas *Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitectónico* do ICOMOS - [34] – é evidenciado que qualquer que seja a intervenção a realizar esta deve obedecer ao princípio da intervenção mínima. É ainda referido que, tendo em consideração que os materiais utilizados nestas intervenções são diferentes dos originais, devem ser assegurados os seguintes critérios entre os materiais: **compatibilidade, durabilidade e reversibilidade**.

As intervenções devem ainda respeitar os seguintes princípios [43]:

- As soluções que apresentem técnicas e materiais novos devem respeitar as soluções originais, preservando o máximo possível os materiais já existentes;
- Ser conscientes da possibilidade de vir a ser necessário uma intervenção futura e respeitar o contexto das atuais;
- Ser possível identificar fisicamente a intervenção realizada;
- Utilizar soluções com conhecimento da sua técnica;
- Aplicar soluções reversíveis;
- Não devem intervir de forma significativa mudando a estrutura arquitectonicamente.

Como já mencionado no Capítulo 4 uma intervenção, seja de reabilitação ou de reforço, procura em geral estabilizar o comportamento estrutural ou incrementar a resistência face às ações impostas, aos assentamentos de apoio e à degradação material [52].

As ações de intervenção em reabilitação encontram-se definidas na Figura 6.1, em que o terceiro grupo – intervenção pesada – em património arquitectónico só deve ser alvo de consideração em caso de não haver outra solução possível [43].

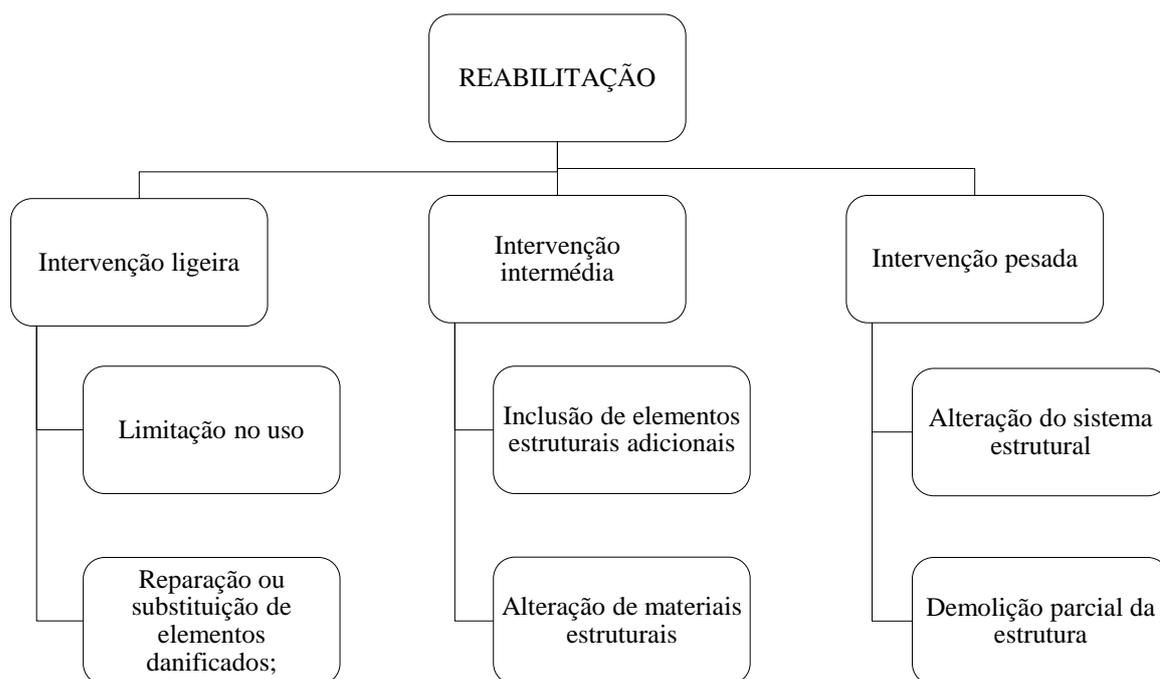


Figura 6.1 - Esquema das ações de intervenção em reabilitação

As técnicas de intervenção podem ser divididas em dois grandes grupos: técnicas relacionadas com os materiais e técnicas relacionadas com os efeitos. As técnicas relacionadas com os materiais implicam: **técnicas tradicionais** que utilizam unicamente materiais e processos de construção semelhantes aos originais ou **técnicas modernas ou inovadoras** que procuram novas soluções mais eficientes através da utilização de materiais e equipamentos modernos. As técnicas relacionadas com os efeitos implicam: técnicas de **reforço passivo** em que os reforços dão resposta a ações ou deformações superiores às que a estrutura se encontra submetida ou técnicas de **reforço ativo** em que os reforços reagem à modificação das condições de carga, como por exemplo, uma solução pré-esforçada [39].

Uma intervenção de reforço estrutural pode ser de carácter global ou de carácter local, dependendo do tipo de patologias apresentadas pela estrutura. No entanto, em estruturas de alvenaria de pedra é recomendável a aplicação de reforço global, de modo a garantir que a estrutura funcione como um todo. Contudo não é indispensável a aplicação de pequenos reforços locais nas denominadas zonas críticas [52].

6.3. TÉCNICAS DE INTERVENÇÃO EM REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

6.3.1. ELEMENTOS DE ALVENARIA DE PEDRA

A técnica de intervenção mais adequada a aplicar depende sempre do tipo de dano registado. Quando as patologias apresentadas são relativas aos materiais - degradação material ou fraca resistência à compressão - deve-se adotar medidas que promovam a melhoria das propriedades dos materiais, como por exemplo a substituição de elementos, técnicas de injeções ou pregagens transversais. No caso de as patologias serem relacionadas com o comportamento estrutural - por exemplo fissuração por dilatação transversal devido ao excesso de carga (esmagamento) – pode-se adotar desde técnicas de refechamento de juntas para promover uma melhor transmissão de cargas, até por exemplo e se necessário, proceder à cintagem da estrutura. A concretização da cintagem da estrutura permite o confinamento da mesma,

fazendo com que a estrutura desempenhe um melhor comportamento em serviço (fendilhação e deformação) e apresente um comportamento mais dúctil [39].

As técnicas de reabilitação estrutural mais utilizadas nas alvenarias são [39]:

- **Injeção:** consiste na emissão de caldas ou resinas fluidas para o preenchimento dos vazios, através de furos realizados previamente, e/ou fechar fissuras. Destina-se principalmente a melhorar as características resistentes da alvenaria.
- **Substituição de elementos degradados:** consiste em substituir pontualmente elementos que se encontrem danificados, implicando o desmonte e reconstrução da alvenaria.
- **Rebocos armados:** consiste na colocação de uma armadura de reforço fixada à parede recorrendo a pequenas pregagens, sendo projetada uma argamassa para revestir essa armadura. Evidencia-se que esta técnica deve ser aplicada em casos extremos quando não existe alternativa, pois não é reversível.
- **Encamisamento:** consiste na aplicação de um recobrimento de betão armado com espessura superior ao reboco convencional. Esta técnica pode ser considerada uma variante dos rebocos armados.
- **Refechamento das juntas:** consiste na remoção parcial e substituição da argamassa degradada. Esta técnica apresenta bom funcionamento em casos de fendilhação devido ao excesso de compressão, a assentamentos diferenciais, a ações térmicas, entre outras.
- **Pregagens transversais:** consiste na distribuição de tirantes transversais à parede com dispositivos nas extremidades que permitem a sua amarração na face exterior. Quando os tirantes são roscados na extremidade é possível dar um pré-aperto, funcionando como uma ação reduzida de pré-esforço.
- **Pregagens longitudinais:** consiste na distribuição de tirantes longitudinais à parede com dispositivos nas extremidades que permitem a sua amarração na face exterior, funcionando como um sistema de pré-esforço de baixas tensões de modo a compensar a má capacidade resistente à tração das estruturas de alvenaria de pedra, permitindo também controlar a deformação e fendilhação.
- **Reforço com materiais compósitos FRP:** consiste na aplicação de materiais polímeros reforçados, sendo estes colocados com auxílio de resinas de elevado desempenho. À semelhança dos rebocos armados deve ser evitável pois não é reversível.
- **Reforço com estrutura metálica:** consiste na aplicação de uma estrutura composta por elementos metálicos.
- **Desmonte e remonte:** consiste na desmontagem da estrutura de forma cuidada garantindo a identificação de todos os elementos com numeração e registo fotográfico e posterior remonte da estrutura com técnicas tradicionais mantendo-se o mesmo sistema construtivo.
- **Soluções mistas:** consiste na combinação de duas ou mais técnicas das enumeradas anteriormente, entre outras.

Na Figura 6.2 são apresentadas imagens de algumas técnicas de reforço estrutural em resultado dos trabalhos realizados pelo IC/FEUP.

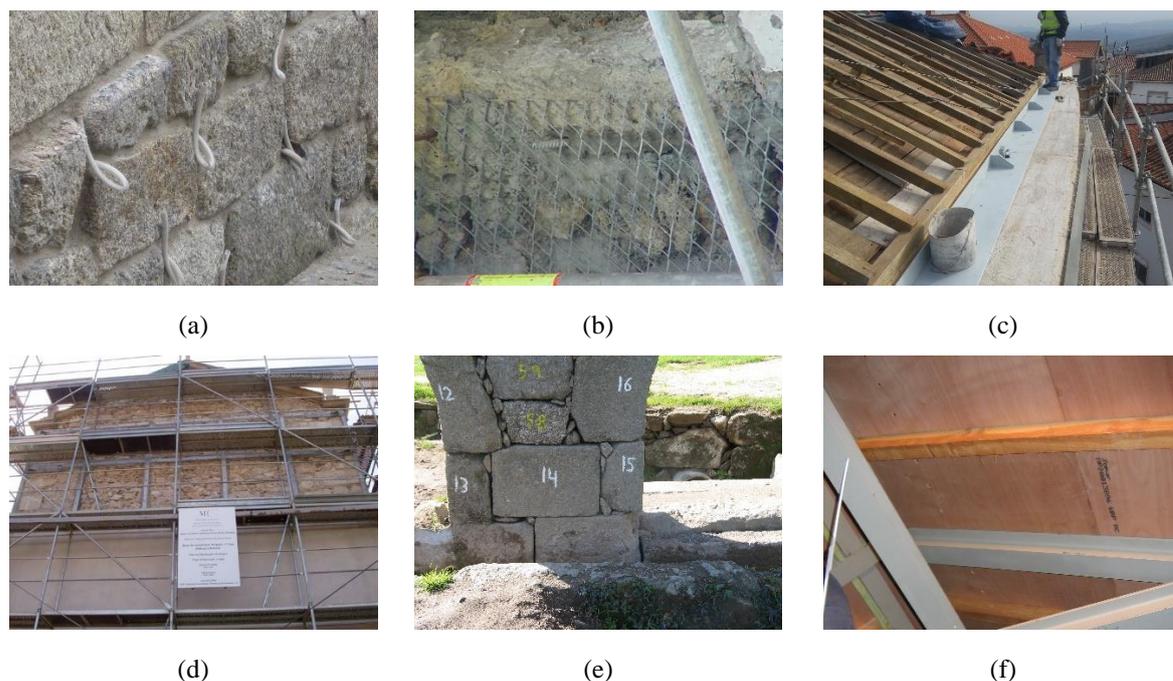


Figura 6.2 - Técnicas de reforço estrutural: (a) Injeção; (b) Reboco armado; (c) Chapa de consolidação; (d) Estrutura metálica; (e) Numeração das pedras para o desmonte/remonte da estrutura; (f) Substituição de elementos degradados por elementos metálicos [Fotografias do IC/FEUP]

“A compatibilidade está relacionada com a interação física e química existente entre a estrutura e a solução de intervenção. Em particular, materiais e (ou) técnicas implementadas não devem reagir com os da estrutura existente ou introduzir alterações significativas de zonas localizadas. Este critério evita o aparecimento de novos danos.” - [35]. Esta ideia expressa por vários autores justifica o facto de as soluções de reboco armado e a aplicação de materiais compósitos de FRP não serem as mais indicadas para paredes de alvenaria uma vez que estas soluções apresentam elevada rigidez alterando, no caso de aplicadas, as características originais da estrutura. Logo a compatibilidade mecânica da estrutura não é respeitada, não sendo assim também respeitado os princípios definidos pelo ICOMOS relativamente à compatibilidade material.

Para as alvenarias de pedra, através de análises experimentais relativas ao seu comportamento mecânico, conclui-se que as técnicas que melhor se adaptam a este tipo de estrutura são as injeções, o refechamento de juntas, as pregagens transversais, as pregagens longitudinais e a colocação de chapas de confinamento no topo das fachadas [53]. Seguidamente são apresentadas estas técnicas mais usuais de forma mais detalhada e também apresentada a consolidação, visto ser uma medida bastante adotada de acordo com a informação fornecida pelo IC-FEUP.

6.3.1.1. Injeção

A injeção de caldas ou resinas permite o preenchimento das cavidades (vazios ou fissuras) nas alvenarias de pedra. Consequentemente a secção da alvenaria apresentará uma melhor qualidade e uma resistência mais uniforme após a aplicação desta técnica de reforço. A injeção é uma técnica reversível e é classificada como “reforço passivo” e como não altera o aspeto exterior das paredes é bastante utilizada em edifícios patrimoniais [39].

As soluções de injeção são divididas em três grupos consoante o processo de injeção, e este é escolhido conforme os danos registados. Menciona-se que é recomendado a realização de ensaios *in-situ* ou laboratoriais para definir qual o processo que melhor adequa-se à alvenaria em causa. Assim, as injeções dividem-se em [39]:

- **Injeção sob baixa pressão:** técnica fortemente utilizada devendo a pressão ser ajustada ao tipo de alvenaria. É de referir que em primeiro é necessário proceder ao refechamento de juntas antes de aplicar esta técnica. A calda é injetada ascendentemente e da extremidade para o interior, através de tubos de adução. Os problemas mais correntes cingem-se com a má distribuição de furos realizados, o número de furos e a pressão de injeção.
- **Injeção por gravidade:** técnica a atribuir a paredes muito degradadas e é executada com a emissão da calda através de tubos de adução inseridos nas cavidades ou com recurso a seringas hipodérmicas atuando sobre os tubos dispostos na parede. À semelhança da anterior também é preciso primeiro efetuar o refechamento de juntas.
- **Injeção sob vácuo:** nesta técnica a ascensão da calda ocorre através da aspiração do ar nos tubos superiores, enquanto esta é injetada nos tubos inferiores. É indicada para elementos que requerem uma calda muito fluida, como por exemplo para pequenos elementos arquitetónicos ou removíveis.

Antes de se proceder a qualquer tipo de injeção é necessário: i) a remoção do reboco ou consolidação prévia do reboco no caso de este ter pintura ou qualquer outro património integrado; ii) a limpeza da parede; iii) o refechamento de juntas e selagem das fissuras. Sendo estas etapas denominadas por “preparação do suporte” [39].

Referindo a injeção sob pressão, por ser a técnica mais utilizada nas intervenções, após concluída a preparação do suporte descrita no parágrafo anterior, o procedimento desta técnica consiste em: i) posicionar e executar os furos de injeção; ii) colocar os tubos de injeção; iii) lavar o interior dos vazios; iv) proceder à injeção com tubos de purga de forma a permitir a extração do ar interior [39].

É aconselhável realizar este processo – injeção sob pressão – com um número elevado de furos de pequeno diâmetro, em vez de uma distribuição de poucos furos de grande diâmetro. Uma má distribuição de furos e/ou uma inadequada pressão irá fazer com que o resultado final apresente vazios como é possível observar pela Figura 6.3 - [53].

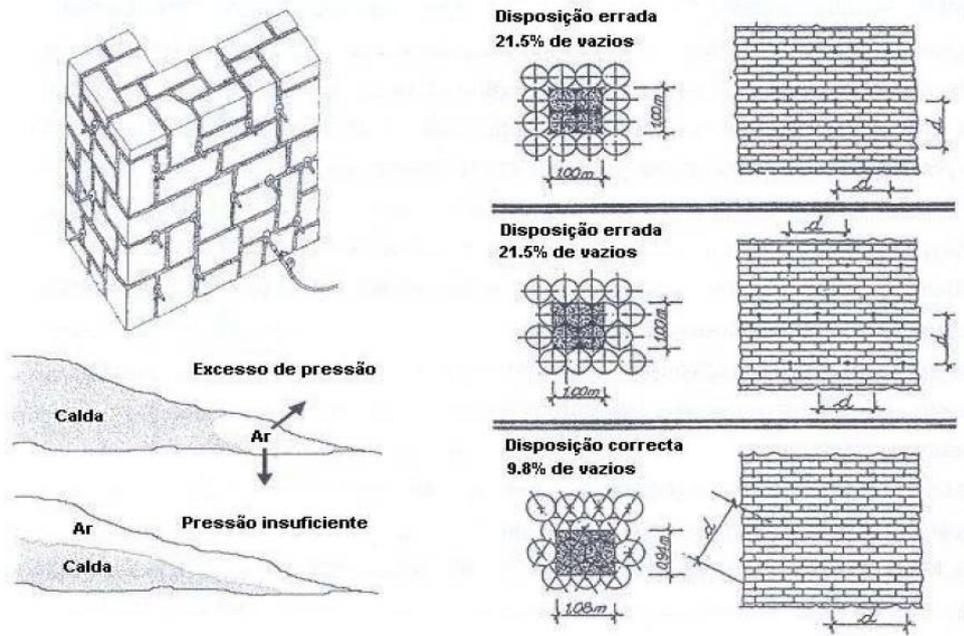


Figura 6.3 - Influência da distribuição e pressão adotadas para a solução “Injeção sob pressão” [53]

Na Figura 6.4 é apresentada a distribuição dos tubos de injeção durante a intervenção da igreja de Santa Maria de Gondar.

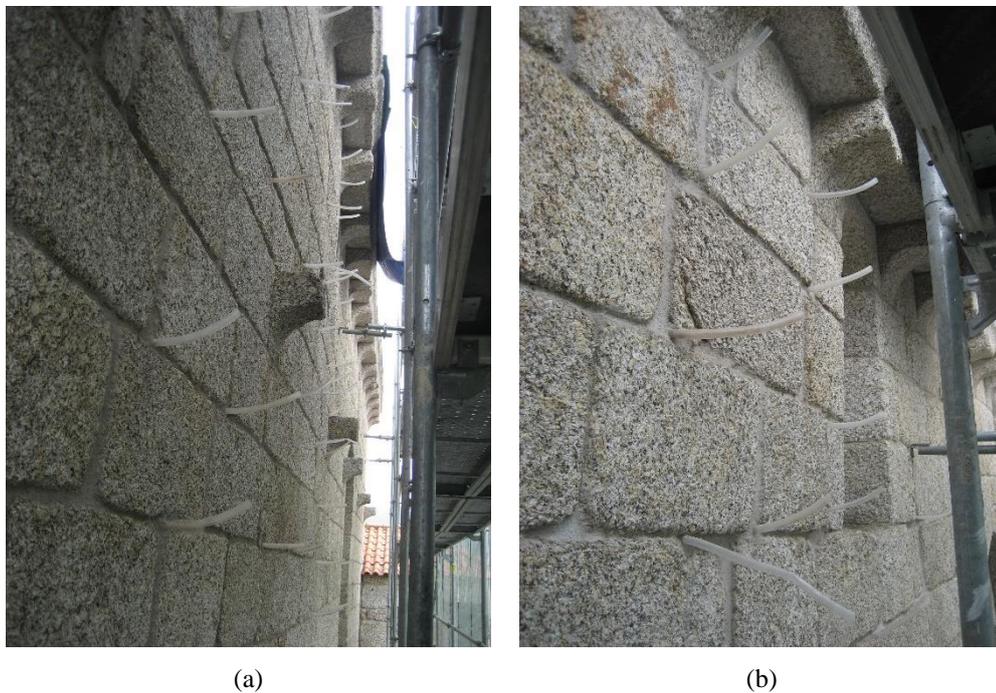


Figura 6.4 - Reforço estrutural com recurso da injeção na igreja de Santa Maria de Gondar: (a) Fachada lateral esquerda da nave; (b) Pormenor da fachada na zona junto à abertura de vão [Fotografias do IC/FEUP]

Através de resultados experimentais conclui-se que os processos de injeção são os que apresentam melhor eficácia para o reforço de alvenaria de pedra, apresentando como principais vantagens: uma melhor ligação entre paramentos, apresentando uma tensão de separação de 4 a 10 vezes mais do que na situação inicial; um aumento da resistência à compressão (superior a 50%); e um melhor confinamento provocando assim uma redução da dilatação transversal [39].

6.3.1.2. Refechamento de juntas

O refechamento de juntas consiste na substituição da argamassa de refechamento de juntas degradada recuperando assim, as características mecânicas e a proteção da parede de alvenaria. Esta técnica apresenta o seguinte procedimento de execução: i) remoção parcial da argamassa das juntas; ii) lavagem das juntas abertas com água; iii) reposição das juntas [39].

No caso de o dano apresentar baixa gravidade, o refechamento de juntas deve ser executado com argamassa à base de cal, permitindo que a argamassa funcione como uma monitorização, sendo assim possível averiguar se o dano encontra-se estabilizado ou não [54].

A profundidade da remoção da argamassa existente é dependente se a remoção da argamassa ocorre apenas de um dos lados da parede ou dos dois lados da parede, devendo ser respeitados os limites representados na Figura 6.5.

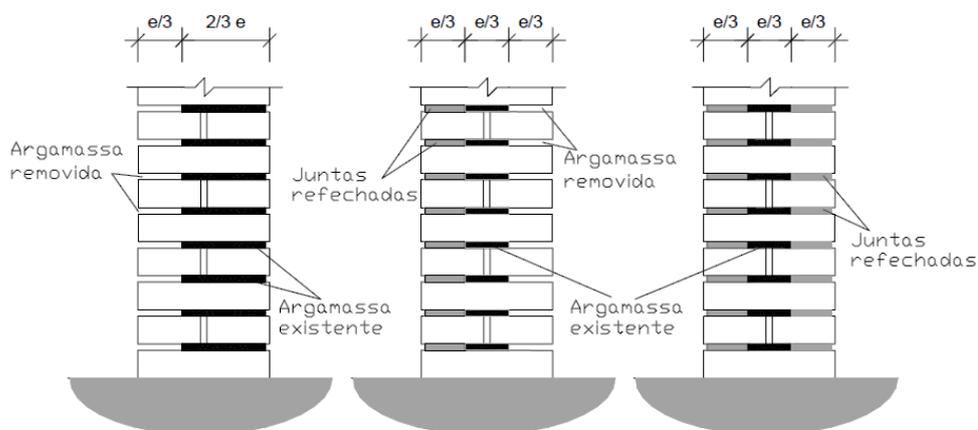


Figura 6.5 - Profundidade da remoção da argamassa degradada consoante a atuação da técnica: um ou ambos os lados da parede [39]

6.3.1.3. Pregagens transversais

A pregagem consiste na aplicação de uma solução mecânica para reforçar ou promover a ligação entre elementos cooperantes. As pregagens transversais, como o nome indica, são aplicadas transversalmente à secção da parede sendo o seu objetivo o confinamento da secção transversal da mesma. A utilização desta técnica permite controlar a dilatação transversal da parede e reduz a possibilidade de instabilizações. O procedimento desta técnica consiste na realização de furos transversais à alvenaria com uma distribuição em quincôncio (Figura 6.6) preferencialmente sobre as juntas da argamassa [39].

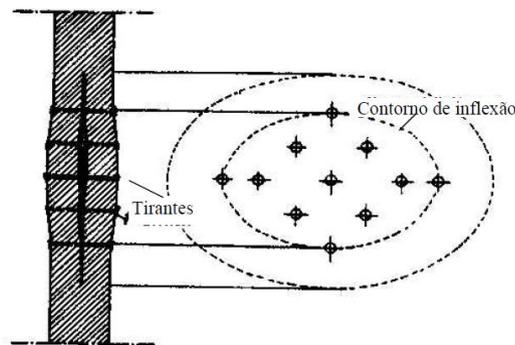


Figura 6.6 - Distribuição correta das pregagens transversais face à secção da parede de alvenaria [39]

Esta técnica pode ser executada através de barras roscadas com sistema de anilha e porca de aperto na(s) extremidade(s) ou com recurso a gatos metálicos (Figura 6.7). A aplicação do sistema de ancoragem com porca e anilha, técnica de fácil aplicação e eficaz, é executada diretamente sobre as pedras, permitindo um confinamento ativo das paredes devido à pré-tensão das barras. Se as pregagens transversais são realizadas com recurso a gatos metálicos, os tirantes devem ser posicionados com a dobra da exterminada exterior já concebida e só após a colocação do gato metálico na parede é concretizada, *in situ*, a dobra interior. Esta última técnica recomenda a selagem das ranhuras numa fase prévia à dobragem a fim de garantir a aderência [39].

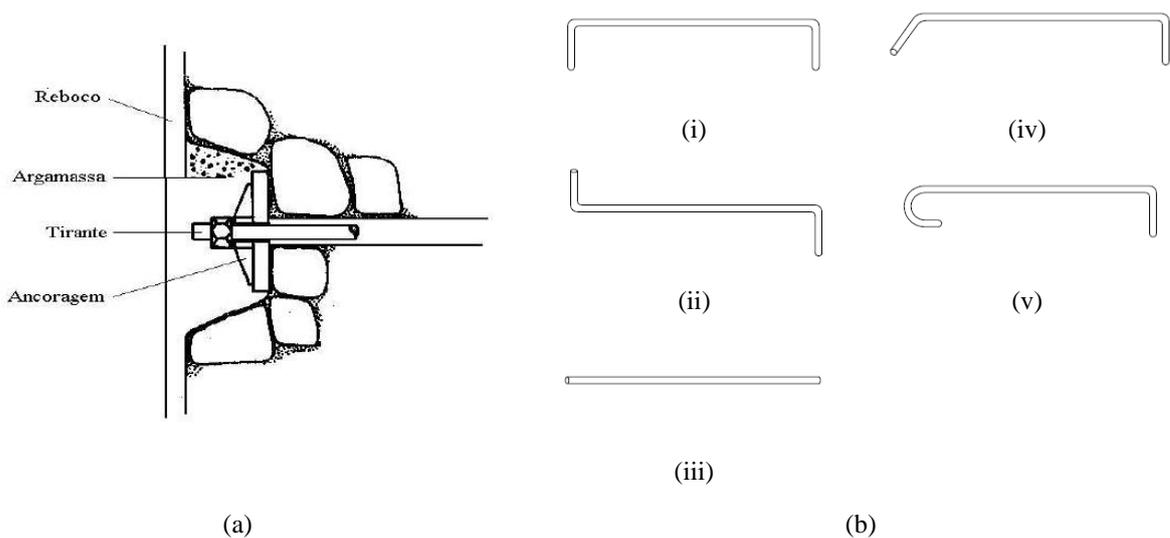


Figura 6.7 - Pregagens transversais: (a) Sistema de ancoragem com porca e anilha; (b) Gatos metálicos: (i) gato remendo, (ii) gato 180°, (iii) gato reto, (iv) gato 90°, (v) gato prisão [39]

6.3.1.4. Pregagens longitudinais

A utilização de pregagens longitudinais pode alterar as propriedades mecânicas da alvenaria uma vez que através deste sistema, que funciona como uma ação de pré-esforço, há o aumento da capacidade de resistir a esforços de tração induzido pela ação de “pré-esforço”. Consequentemente as paredes passam

a conseguir controlar a fendilhação e a deformação, melhorando a resistência ao corte e significativamente a resistência à compressão [39].

Esta técnica apresenta o seguinte procedimento: (i) Extração de um pequeno carote, (ii) Realização do furo longitudinal para a aplicação do varão que usualmente é inserido dentro de uma “manga” (sistema tipo CINTEC, por exemplo); (iii) Aplicação da pregagem longitudinal e injeção de caldas consolidantes dentro da manga; (iv) Aperto da pregagem e refechamento do furo.

Na Figura 6.8 é apresentada uma das pregagens realizadas nos cunhais da igreja Santa Maria de Gondar, em que como se pode observar na Figura 6.8-(c) depois da aplicação desta técnica é difícil sua identificação na fachada a olho nu. Ao longo do presente trabalho já se tinha referido que as técnicas de reforço aplicadas em bens patrimoniais por vezes não são de fácil deteção, pois em algumas situações pretende-se que não interfiram visualmente com a arquitetura do edifício, sendo este um exemplo que comprova muito bem esse facto.

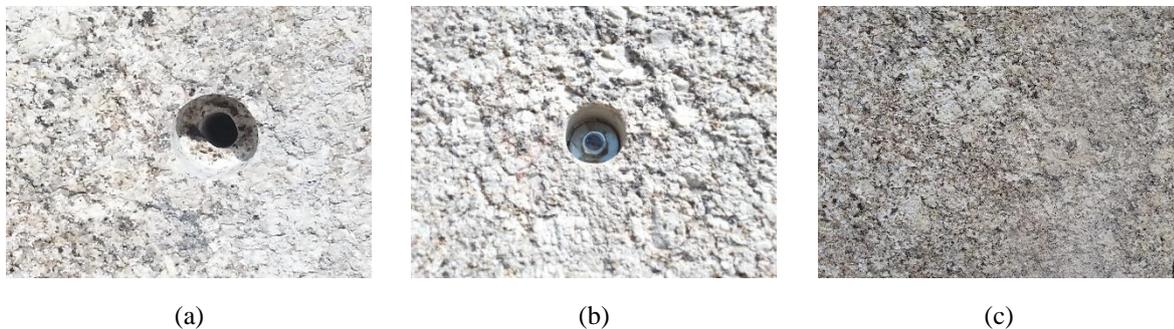


Figura 6.8 - Pregagem realizada na igreja Santa Maria de Gondar: (a) Após a execução dos furos; (B) Após a aplicação da pregagem; (c) Aspeto final [Fotografias do IC/FEUP]

6.3.1.5. Consolidação

Esta técnica, como o nome indica, consiste em estabilizar elementos que apresentem falta de equilíbrio/estabilização, recorrendo à conjugação de várias técnicas de intervenção como auxílio da sua execução.

A **consolidação dos cunhais** é uma técnica necessária em casos que se verifique o destacamento ou rotação do cunhal. A consolidação do cunhal pode ser considerada uma solução mista uma vez, regra geral, recorre-se a várias técnicas, como por exemplo à injeção, pregagens e/ou instalação de um elemento metálico que garanta a ligação perpendicular entre fachadas.

A instalação de um elemento metálico consiste na colocação de um elemento pelo interior, como por exemplo uma chapa quinada ou uma cantoneira, que por sua vez encontra-se ligado às duas paredes ao longo de um comprimento suficientemente grande de modo a mobilizar a resistência da parede. É aconselhável a aplicação deste travamento pelo menos a duas alturas, como por exemplo ao nível do coro-alto e da cobertura. Observando a Figura 6.9 que apresenta a colocação da peça metálica a nível do coro-alto, verifica-se que esta ligação além de permitir o travamento das paredes também permite apoio à estrutura de madeira do coro-alto [55]. Ao nível da cobertura, apresenta-se como exemplo a solução adotada pelo IC/FEUP para a Igreja do Salvador de Lufrei, em que neste caso o travamento da cobertura é materializado através de treliças em madeira que garante a ligação entre a fachada principal e as fachadas laterais, como se observa no esquema da Figura 6.10 - [55].

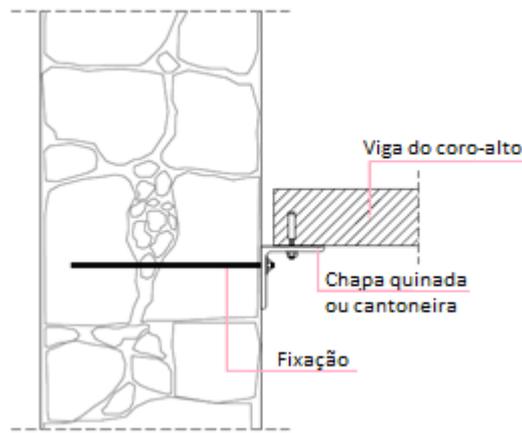
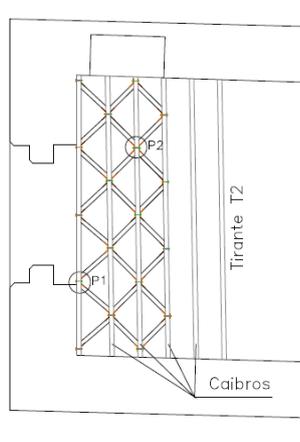
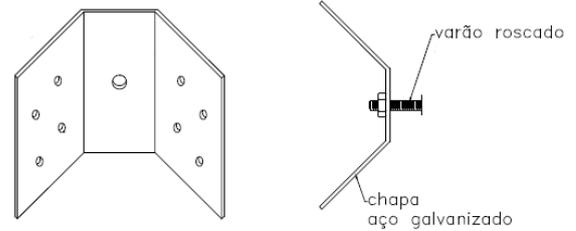


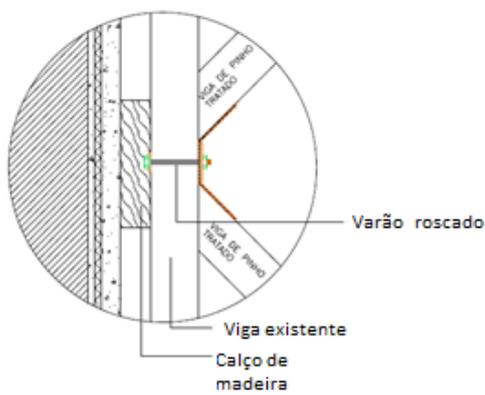
Figura 6.9 – Solução integrada no coro-alto para consolidação dos cunhais [55]



Planta ao nível da cobertura (junto à fachada principal)



Chapa de ligação das diagonais



Pormenor P1



Pormenor P2

Figura 6.10 – Esquema da consolidação do cunhal ao nível da cobertura [55]

Na Figura 6.11 é apresentado um caso prático da aplicação desta técnica a nível da cobertura, em que foi aplicada, por cima da treliça uma lajeta de betão.

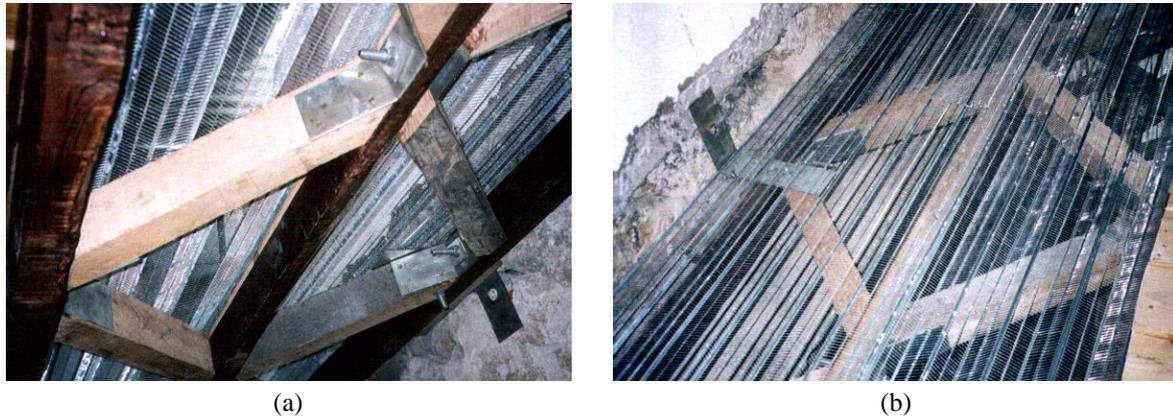
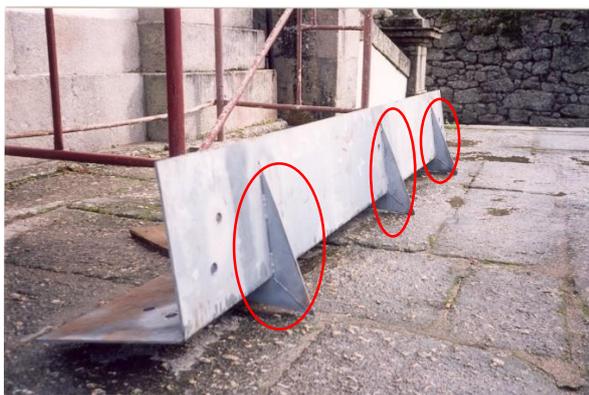


Figura 6.11 - Consolidação do cunhal: (a) Treliça de ligação entre fachadas; (b) Rede metálica para a impermeabilização [Fotografias do IC/FEUP]

A consolidação do cunhal através da instalação de um elemento metálico também pode consistir na aplicação de uma chapa, tipo cantoneira, que acompanhe toda a fachada em altura (Figura 6.12). A chapa apresenta nervuras de rigidez que penetram na parede (assinalado a vermelho na Figura 6.12-(a)), sendo ligada às fachadas através de pequenas pregagens. Como é possível observar na Figura 6.12-(b) por cima da chapa metálica é colocada uma rede de forma a garantir a aderência da argamassa a colocar posteriormente.



(a)



(b)

Figura 6.12 - Consolidação do cunhal através de um elemento metálico: (a) Exemplo de uma chapa metálica [Fotografia do Engenheiro Aníbal Costa do IC/FEUP]; (b) Resultado da aplicação [Fotografia do Engenheiro Filipe Ferreira da AOF]

A **consolidação de paredes** apresenta várias soluções possíveis, pois a metodologia a adotar é dependente do tipo de danos observados. Através da informação fornecida nos *Relatórios de Intervenção Estrutural* do IC-FEUP das igrejas da RR, bem como de outras igrejas de características semelhantes, já se realizaram consolidações de paredes através [56-67]:

- Do preenchimento da argamassa em falta;
- Da aplicação de injeção de consolidantes;
- Do desmonte/monte da parede ou reposicionamento de algumas pedras de forma a realizar o travamento e/ou imbricamento;
- Da colocação de tirantes metálicos a ligar os dois paramentos.

A igreja de São Cristóvão (ou igreja de Lordelo), situada em Felgueiras, que apesar de não integrar a RR apresenta uma tipologia arquitetónica românica e é um exemplo da intervenção de **consolidação da ruína**. A igreja antes da intervenção encontrava-se num estado de pré-ruína sendo constituída apenas pela nave, em que da capela-mor só restavam os vestígios de arranque da construção e não apresentava cobertura (Figura 6.13).



Figura 6.13 - Igreja de São Cristóvão antes da intervenção: (a) Arranque das paredes da capela-mor; (b) Fachada lateral Sul; (c) Zona de imbricamento de arranque da capela-mor no lado Norte [68]

A intervenção consistiu na estabilização das fachadas, na consolidação e impermeabilização dos coroamentos das paredes, na estabilização dos arcos sobre as portas, estabilização da abertura resultante da perda de material na fachada posterior ao arranque da capela-mor, na consolidação das pedras fraturadas e na limpeza da vegetação. Juntamente com a execução destas medidas, foram realizadas escavações arqueológicas que permitiram detetar as fundações da capela-mor e de uma sacristia, em que não se procedeu à reconstrução destes elementos deixando-se apenas vestígios do seu arranque permitindo a leitura arquitetónica existente (Figura 6.14) - [68]. É de referir que também não foi construída cobertura.

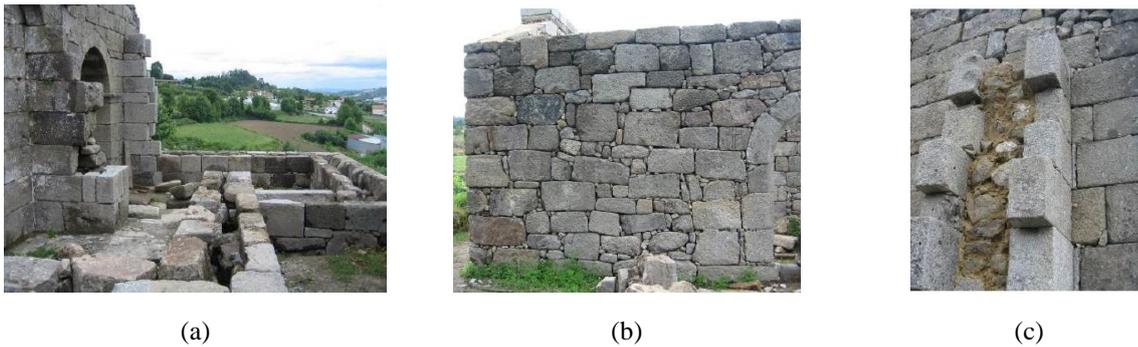


Figura 6.14 - Igreja de São Cristóvão depois da intervenção: (a) Vestígios da capela-mor e sacristia; (b) Fachada lateral Sul; (c) Consolidação do arranque da parede da capela-mor do lado Norte [68]

6.3.2. ELEMENTOS DE MADEIRA

Os elementos de madeira que mais se verificam nestas construções são as coberturas, portanto neste ponto a análise realizada terá como principal foco as coberturas das igrejas da RR e as medidas de consolidação/reforço que se poderá aplicar a estes elementos. Apesar de as inspeções realizadas no âmbito desta dissertação não terem incluído a avaliação do estado de conservação da cobertura destas igrejas foi verificado, com a aplicação da *Ficha IDI*, que as coberturas são os elementos que mais vezes foram alvo de intervenções.

Na reabilitação de uma estrutura de madeira podem ocorrer quatro situações distintas [43]:

- Reparação e substituição pontual de elementos degradados usando técnicas antigas – esta é a situação mais usual considerando que os elementos encontram-se em bom estado de conservação. Os elementos que pontualmente foram substituídos são ligados através de samblagem e por ligadores tipo cavilha.
- Reparação e substituição pontual de elementos degradados usando técnicas antigas e materiais de ligação modernos – técnica análoga à anterior mas as ligações entre os elementos de madeira são executadas com métodos e técnicas modernas, como por exemplo através de elementos metálicos;
- Substituição integral da estrutura usando madeiras antigas, materiais e técnicas de ligação modernas e desenhos arquitetónicos similares aos antigos – situação aplicável em casos que por questões arquitetónicas ou construtivas é necessário proceder ao desmonte da estrutura. Nesses casos as peças são desmontadas cuidadosamente, posteriormente executa-se a montagem da estrutura com peças de material com características similares às antigas ligadas com técnicas modernas.
- Substituição integral da estrutura por soluções modernas ao nível de conceção, madeiras, materiais e técnicas de ligação usadas – solução a adotar em casos extremos em que não existe material idêntico ao original ou por questões económicas, sendo possível a terceira opção é mais viável para esta tipologia construtiva.

As causas da degradação das estruturas de madeira estão associadas [29]:

- Ao envelhecimento dos materiais, falta de ventilação e falta de manutenção programada;
- À falta de uso (mantendo o edifício fechada durante muito tempo);
- À ausência do corte hídrico entre a estrutura e o suporte em pedra;
- À deficiente drenagem das águas pluviais;
- À deficiente impermeabilização e consequente infiltração;

- Às condensações superficiais;
- Às condensações internas;
- À reduzida permeabilidade ao vapor;
- À corrosão dos elementos metálicos.

Estas igrejas apresentam paredes de alvenaria e elementos de madeira nas coberturas, tetos e pavimentos que quando bem ligados não há a ocorrência de problemas a nível de comportamento estrutural pois as paredes de alvenaria suportam as vigas dos pavimentos e as asnas da cobertura, e estas últimas atuam como elementos de travamento das paredes aos movimentos horizontais, possibilitando uma distribuição mais uniforme da rigidez e da carga. Conseqüentemente quando algum dos elementos começa a apresentar problemas de degradação começa a comprometer o comportamento global da estrutura. Assim são apresentadas algumas das soluções possíveis na resolução de problemas relacionados com as asnas da cobertura:

- Intervenção no apoio das linhas através da fixação de chapas metálicas às faces laterais da asna, com auxílio de varões roscados com determinada distância à face da parede de forma a garantir a ligação na parte sã da madeira, conforme ilustrado na Figura 6.15. Esta solução é adotada quando a ligação da linha de asna à parede encontra-se degradada [35]. Esta solução pode ser executada com recurso a uma peça de madeira em vez do uso da chapa inox, no entanto este tipo de solução é adotada, regra geral, quando a degradação da madeira é numa zona intermédia da linha de asna, conforme o exemplo da Figura 6.16.

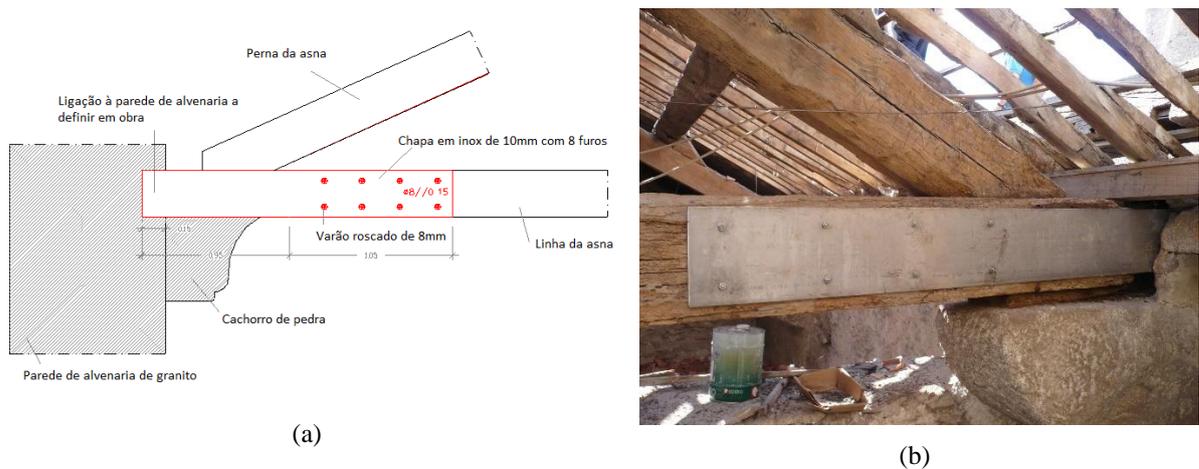


Figura 6.15 - - Reabilitação dos apoios das linhas das asnas nas paredes: (a) Esquema do projeto [Fornecido pelo IC]; (b) Execução em obra [Fotografia do IC/FEUP]

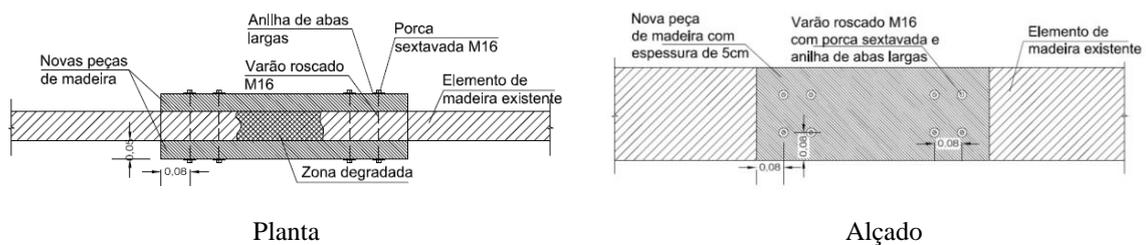


Figura 6.16 - Reforço de um elemento de madeira com auxílio de placas de madeira [69]

- Substituição de parte do material com um novo elemento de madeira de características idênticas ao existente. Esta técnica, semelhante à anterior, é aplicada quando parte significativa do elemento encontra-se degradado, compensando a sua substituição ao invés do seu reforço. Esta técnica é representada no esquema da Figura 6.17.

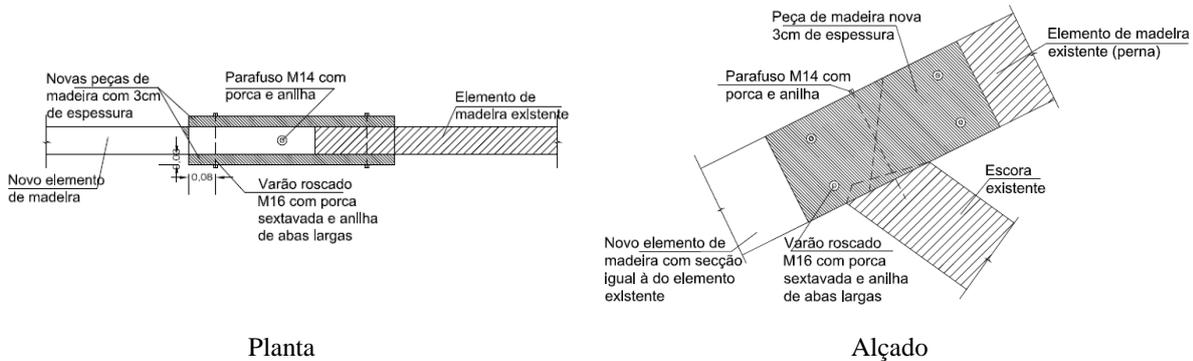


Figura 6.17 - Substituição de parte do elemento de madeira [69]

- Introdução de cabos de aço com esticadores de modo a impedir o deslizamento das pernas das asnas sobre as linhas, em que estes elementos metálicos fazem a ligação das pernas (Figura 6.18). Estes cabos passam a funcionar como linhas, colaborando para um melhor funcionamento das asnas. A título de referência, verifica-se que quando ocorre este movimento entre elementos são provocados danos nas ligações entre elementos estruturais [35].

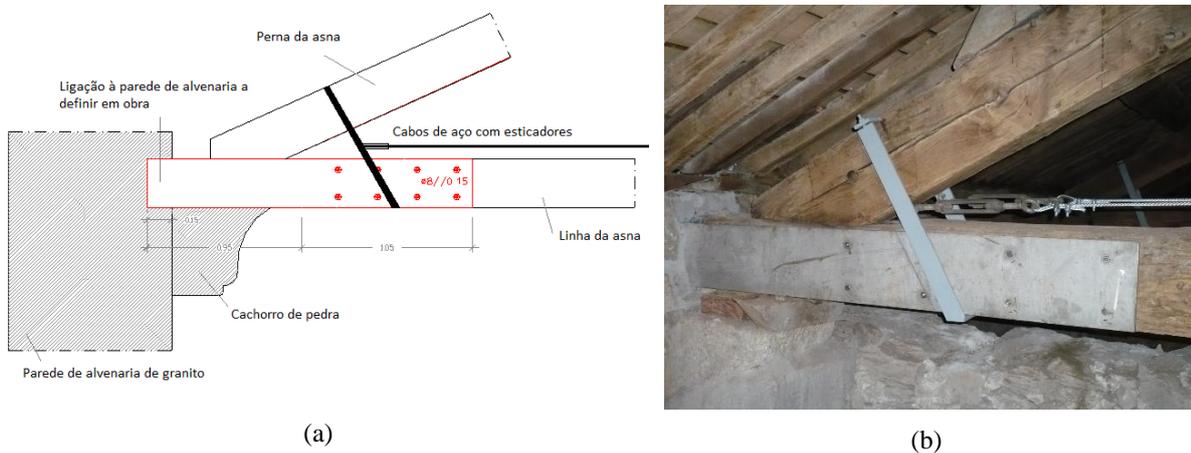
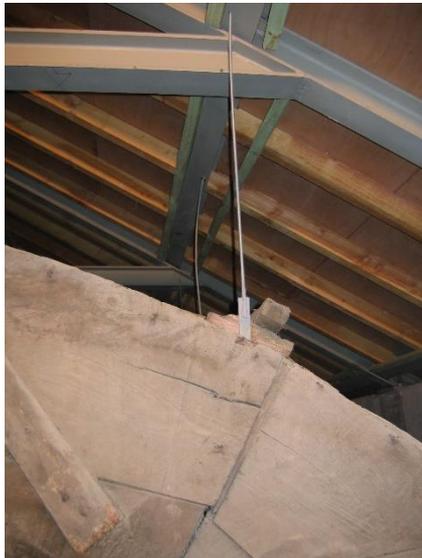


Figura 6.18 - Cabos de aço com esticadores a ligar as pernas das asnas: (a) Esquema do projeto [Adaptado do IC]; (b) Execução em obra [Fotografia do IC/FEUP]

- Introdução de elementos metálicos e/ou substituição dos elementos de madeira da cobertura degradados por elementos metálicos de forma a montar uma estrutura que suporte as cargas provenientes, por exemplo, de tetos constituídos por caixotões, fazendo a ligação com auxílio de pendurais. No caso prático realizado pelo IC/FEUP na igreja da Alfândega da Fé, a viga de

cumeeira foi substituída por uma viga metálica como se observa na Figura 6.19-(b), e os pendurais fazem a ligação entre a nova estrutura metálica e a estrutura a apoiar (teto composto por caixotões que por sua vez apresenta uma carga superior ao teto simples de madeira), sendo estes elementos – pendurais metálicos - visíveis em ambas as imagens da Figura 6.19.



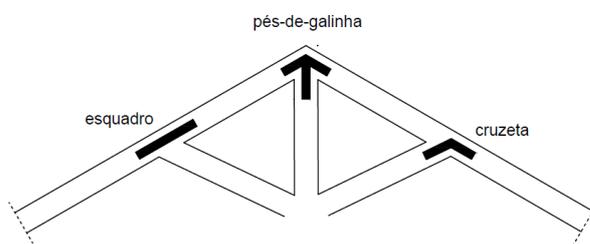
(a)



(b)

Figura 6.19 - Reforço estrutural através de elementos metálicos juntamente com pendurais: (a) Estrutura metálica instalada na zona inclinada da cobertura (b) Zona central da cobertura [Fotografias do IC/FEUP]

- Reforço das ligações estruturais através de elementos metálicos, nomeadamente cruzetas, esquadros e pés-de-galinha. A inexistência destas peças pode provocar o movimento entre os vários elementos das asnas [35].



(a)



(b)

Figura 6.20- Peças metálicas tradicionais da ligação entre elementos estruturais das asnas: (a) Esquema das peças existentes; (b) Aplicação a uma cobertura pelo IC/FEUP [Fotografia do IC/FEUP]

- Reforço na zona de apoio das vigas de madeira com a parede de alvenaria com recurso a esquadros metálicos. Esta solução implica a instalação de esquadros metálicos constituídos por duas chapas quinadas, juntamente com nervuras de rigidez e serão fixados à parede de alvenaria através de buchas químicas, por exemplo. A título de exemplo desta solução é apresentado o esquema relativo à solução aplicada no Mosteiro de Pombeiro na Figura 6.21 - [70].

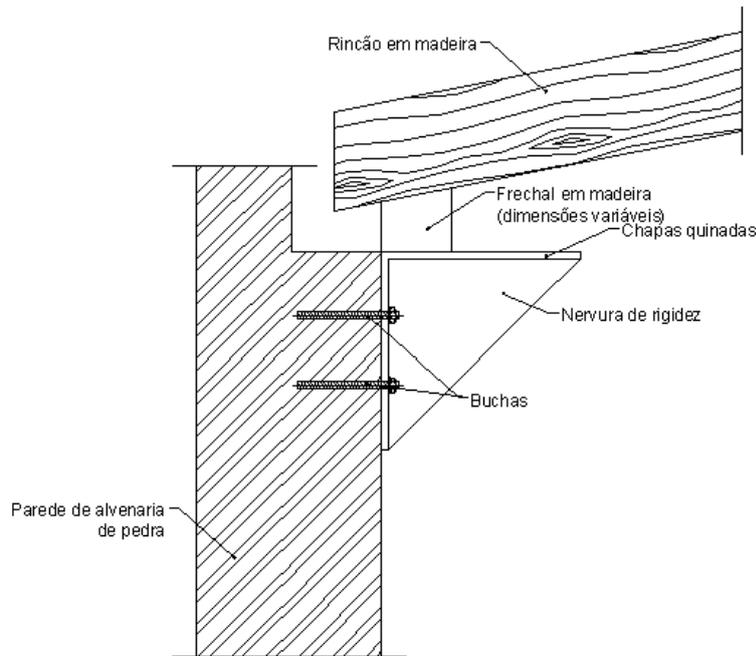
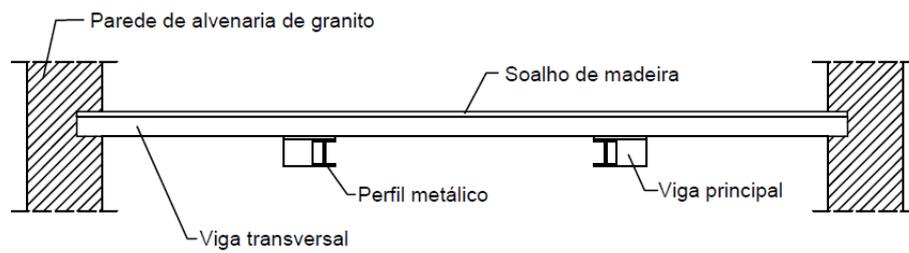


Figura 6.21 - Esquema de reforço na zona de apoio da ligação das vigas à parede de alvenaria [70]

Como é possível comprovar com as soluções apresentadas a utilização do aço é bastante frequente, no entanto, é de salientar que para ser possível a sua utilização além de ser necessário averiguar a sua compatibilidade com o material existente é também preciso proceder ao seu tratamento de proteção contra o fogo devido à sua fraca capacidade resistente face a esta ação.

A nível do pavimento das igrejas é apresentada uma solução que consiste na aplicação de vigas metálicas. Estas podem ser colocadas paralelamente às vigas existentes ou colocadas a meio de forma a reduzir o vão. Esta solução é aplicada quando o pavimento se começa a deformar devido à degradação dos elementos estruturais de madeira ou, por exemplo, quando existem alterações da utilização tipo dos espaços ou dos materiais de revestimento alterando-se assim as sobrecargas e/ou pesos próprios. Esta técnica de reabilitação é representada esquematicamente na Figura 6.22, sendo a solução aplicada no Mosteiro de Pombeiro - [35]2. Salienta-se que a ventilação dos pavimentos é fundamental para o seu bom funcionamento estrutural.



(a)



(b)

Figura 6.22 - Solução de reforço de pavimentos com recurso a vigas metálicas: (a) Esquema da Solução; (b) Mosteiro de Pombeiro - Aspeto final da solução [Fotografia do IC/FEUPP]

Na Figura 6.23 é apresentada uma outra solução de pavimentos, neste caso de coro-alto, adotada pelo IC/FEUP. Esta solução consiste na aplicação de uma viga metálica de apoio ao pavimento do coro-alto de forma a aliviar a carga transmitida ao arco do coro-alto que se encontrava deformado.



(a)



(b)

Figura 6.23 - Aplicação de viga metálica para absorver carga do pavimento: (a) Pormenor na zona de ligação à fachada; (b) Zona maciça central [Fotografias do IC/FEUP]

As restantes intervenções possíveis para pavimentos de madeira baseiam-se na sua manutenção, restauro e substituição material quando necessário.

6.3.3. OUTROS ELEMENTOS

Através da aplicação da Ficha IDI conclui-se que estas igrejas apresentam problemas relacionados com a humidade proveniente de infiltração de água pelas coberturas exteriores. Para este problema em questão é necessário verificar o estado de conservação do sistema de drenagem dos telhados, incluindo as telhas, os rufos, as caleiras e os tubos de queda e caso necessário proceder à sua substituição ou reparação. Deve-se também garantir a impermeabilização da cobertura através da aplicação de uma tela impermeável e transpirante que promova a ventilação.

Relativamente à humidade ascensional registada nestas construções deve ser feita a revisão e reparação do sistema de águas pluviais. Na falta de existência do sistema de drenagem periférica é recomendado a sua instalação.

6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração do presente capítulo foi possível comprovar que de facto, qualquer que seja a medida de intervenção a implementar, esta tem que resultar de uma análise cuidada do estado de conservação dos elementos não só a nível local, mas também ter sempre em contra a estrutura como um todo, e que a solução final é inteiramente dependente dos danos observados e da sua origem.

É comprovado também que a nível estrutural o mesmo dano pode ter diferentes causas, pelo que a intervenção será necessariamente diferente, logo é bastante perigoso a nível estrutural tipificar soluções de reparação.

O que se verifica através da análise dos Relatórios de Inspeções realizados pelo IC-FEUP é que para o mesmo problema aparente existe uma grande versatilidade de soluções, pois uma boa solução para determinado caso pode não ser igualmente boa para um outro caso que aparentemente apresenta os mesmos problemas, por essa mesma razão é que este processo é e tem que ser adaptativo a cada caso. Daí a necessidade de se realizar estudos acerca da estrutura e por vezes ensaios de forma a interpretar qual a origem do seu problema.

Do presente capítulo é possível reter os seguintes princípios fundamentais:

- Respeitar o princípio da intervenção mínima, da compatibilidade dos materiais e, se possível da reversibilidade;
- Não interferir com a estrutura original (não só a nível da estrutura propriamente dito, mas também a nível decorativo);
- Uma solução de intervenção requer um estudo prévio bastante cuidado;
- A solução de intervenção estrutural não deve ser tipificada, pois um mesmo dano pode ter causas diferentes e terá sempre de se tratar primeiro da causa do dano.

7

CONCLUSÃO

7.1. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

Neste capítulo pretende-se resumir as principais conclusões obtidas no decorrer deste trabalho. A presente dissertação tinha como principal objetivo o desenvolvimento de uma ficha de inspeção que para além da caracterização estrutural do imóvel, pudesse ser utilizada como uma ferramenta de gestão global das igrejas da RR e simultaneamente servisse como uma “base de dados” das 44 igrejas que integram a rota. A ficha desenvolvida foi transformada em formato digital, permitindo assim, a compilação de toda a informação recolhida numa única base com a possibilidade do seu tratamento estatístico. Este trabalho apresenta também como vantagem a possibilidade de avaliar diferentes indicadores das igrejas da RR numa perspetiva global permitindo, por exemplo, otimizar recursos na resolução de um problema tipo.

De forma a ser possível cumprir com esse objetivo foi necessário proceder a visitas de inspeções às 44 igrejas para: (i) a ficha ser adequada a esta tipologia arquitetónica; (ii) conhecer as igrejas; (iii) identificar que tipos de processos construtivos foram utilizados; (iv) identificar as principais características destes imóveis; e (v) averiguar que parâmetros são necessários determinar e/ou classificar para a realização da gestão destas igrejas em específico.

Era também pretendido estudar quais as técnicas de intervenção possíveis de aplicar aos imóveis em estudo.

Em resultado do trabalho de pesquisa realizado é possível concluir que:

- Tanto os procedimentos de inspeção e diagnóstico como a determinação das medidas a implementar numa edificação patrimonial são ações que requerem conhecimentos de um alargado campo de conceitos, técnicas e regras, resultando assim num trabalho multidisciplinar;
- Uma intervenção deve ser devidamente planeada sendo aconselhável adotar uma metodologia que se adequa ao imóvel em estudo. Esta atividade deve sempre manter a autenticidade e integridade do monumento, nunca devendo interferir com o seu conceito original e deve ser, sempre que possível, respeitado o *Princípio da Intervenção Mínima*, bem como a compatibilidade, a durabilidade e a reversibilidade entre os elementos;
- As soluções de reforço estrutural a implementar nas igrejas não devem ser tipificadas, pois como foi possível concluir para o mesmo dano aparente a causa do seu aparecimento pode ser distinta. Logo aplicar uma solução sem proceder a um estudo cuidadoso do caso pode-se, na pior das hipóteses piorar a situação, não se procedendo à solução do problema;

- Numa fase preliminar à decisão do tipo de medidas de reforço a implementar é aconselhável a realização de ensaios não destrutivos ou da monitorização, permitindo assim o máximo conhecimento do problema em questão.
- A realização da ficha e a sua aplicação a um vasto número de imóveis era uma mais valia para recolha de informação sistemática, dado não ter sido realizado até ao momento. Considera-se que esta é uma forte contribuição para a equipa da RR devido à divergência de informação que esta organização apresenta para todos os seus monumentos.

Com a aplicação da *Ficha IDI* foi possível obter como conclusões principais:

- As igrejas em geral encontram-se em bom estado de conservação;
- Foi possível comprovar que as igrejas românicas foram ampliadas, muito provavelmente no sentido de dar resposta às necessidades da população;
- Existe um número considerável de tetos/coberturas interiores em que através da análise do seu estado de conservação verifica-se a necessidade da sua manutenção;
- É necessário proceder ao tratamento da madeira localizada no interior de alguns dos retábulos-mor devido à presença de fungos;
- Através dos resultados obtidos para a classificação das paredes de alvenaria foi também possível comprovar que as igrejas de facto apresentam processos construtivos semelhantes. Os parâmetros que permitiram esta conclusão foram: a heterogeneidade, a secção transversal, o aparelho, o número de travadouros, as espessuras e o aparelhamento;
- Dado o número considerável de igrejas que se inserem em terrenos em socacos é necessário averiguar se os muros de suporte carecem de algum tipo de reforço, apesar de aparentemente encontrarem-se em bom estado;
- A aplicação da ficha juntamente com as visitas de inspeções permitiu, além de todos os conhecimentos adquiridos, o desenvolvimento da capacidade de observação. Com estas atividades também foi possível perceber e identificar quais os elementos chave que permitem o funcionamento da estrutura e para a análise do comportamento estrutural das igrejas;
- Apesar de os critérios definidos no EC6 e EC8 não serem totalmente adequados às paredes de alvenaria de pedra verifica-se que de facto quando as condições de ligação não se encontram bem executadas ou em bom estado de conservação parte das paredes deixam de ser classificadas como resistentes. Assim, é necessário ter um cuidado acrescido na escolha da intervenção a realizar de forma a esta não introduzir um aumento de carga. Salienta-se que quando as paredes são classificadas como não resistentes existe, nesse caso, a importância de se fazer uma avaliação de risco dessas igrejas para a ação sísmica.

7.2. PROPOSTAS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Na sequência do trabalho realizado nesta dissertação, apesar de todos os objetivos terem sido cumpridos, há a possibilidade de estudar estes imóveis patrimoniais num campo vasto de assuntos, nomeadamente:

- Proceder à realização dos estudos de vulnerabilidade das igrejas;
- Melhorar a *Ficha IDI* a fim de dar uma melhor resposta para o trabalho estabelecido no primeiro ponto;
- Realizar a inspeção das coberturas das igrejas, uma vez que esta tarefa não constou no presente trabalho, mas de acordo com os resultados obtidos verifica-se que as coberturas são uns elementos que requerem bastante manutenção e detetou-se que há igrejas a necessitar de intervenção nestes elementos;

- Realizar o levantamento geométrico das igrejas que ainda não apresentam plantas em formato digital;
- Devido à incerteza da informação fornecida deve ser verificado quais os reforços estruturais presentes nestas construções através de estudos mais exaustivos;
- Avaliar o comportamento estrutural face aos danos estruturais que foram registados, averiguando se há a necessidade de realizar algum tipo de intervenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GYMPEL, J. *História da Arquitectura - Da antiguidade aos nossos dias*. Germany, 2001.
- [2] GLANCEY, J. *Arquitectura*. Porto, 2006.
- [3] RUA, M. H. *Os Dez Livros de Arquitectura de Vitruvius*. 1ª ed, Lisboa, Departamento de Engenharia Civil Instituto Superior Técnico, 1998.
- [4] GONÇALVES, A. e CUNHA, M. *Reflexões sobre a arquitetura religiosa romana: a construção de templos segundo o De architectura, de Vitruvius*. Romanitas. 2015.
- [5] <http://www.transromanica.com/en/about-the-time/>. abril de 2016
- [6] RODRIGUES, J. *História da Arte Portuguesa - O Mundo Românico (Séculos XI-XIII)*. 2007.
- [7] ALMEIDA, C. *História da Arte em Portugal - O Românico*. 1ª ed, Lisboa, Novembro, 2011.
- [8] BOTELHO, M. L. *A Historiografia da Arquitectura da Época Românica em Portugal*. Tese de Doutoramento de Ciências e Técnicas do Património, Porto, 2010.
- [9] <http://worldheritage.uc.pt/pt/#sevelha/>. junho de 2016
- [10] https://www.google.pt/search?newwindow=1&biw=1252&bih=582&tbm=isch&sa=1&q=igreja+de+notre+dame+la+grande&oq=igreja+de+notre+dame+la&gs_l=img.3.0.0i24i2.1205455.1213866.0.1215073.17.12.0.5.5.0.103.878.10j1.11.0...0...1c.1.64.img..1.16.887...0j0i30.-ob3012jW8Q#imgrc=0mUQgx9c3IQAPM%3A. junho de 2016
- [11] <http://dedaisamelia.blogspot.pt/2014/05/inglaterra-catedral-de-sao-paulo.html>. junho de 2016
- [12] https://www.google.pt/search?newwindow=1&biw=1252&bih=582&tbm=isch&sa=1&q=san+miguel+de+escalada&oq=san+miguel+de+e&gs_l=img.3.0.0i19j0i8i30i19i3j0i30i19i4j0i8i30i19i2.78481.84344.0.85302.13.11.0.2.2.0.101.885.10j1.11.0...0...1c.1.64.img..0.13.889...0j0i30.6SvMrwCjmyk#imgrc=OWDLafKI_Ov9aM%3A. junho de 2016
- [13] [https://commons.wikimedia.org/wiki/Duomo_\(Pisa\)#/media/File:PisaDuomoSunset20020322.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/Duomo_(Pisa)#/media/File:PisaDuomoSunset20020322.JPG). junho de 2016
- [14] <http://www.2cvclubdoporto.pt/2014/05/26/passeio-a-santiago-de-compostela/>. junho de 2016
- [15] <https://www.google.pt/>. junho de 2016
- [16] ROSAS, L., et al. *ROTA DO ROMÂNICO - Guia*. 1ª ed, dezembro de 2014.
- [17] <https://noseahistoria.wordpress.com/os-alunos-e-a-historia-2/domus-municipalis-de-braganca/>. junho de 2016
- [18] https://www.google.pt/search?newwindow=1&biw=1252&bih=582&tbm=isch&sa=1&q=ponte+de+esmoriz&oq=ponte+de+esmori&gs_l=img.3.0.0i24.40758.45558.0.46411.25.15.7.3.3.0.102.1258.14j1.15.0...0...1c.1.64.img..0.20.1040...0j0i30j0i8i30.0t8aVIWmF7U#imgrc=YBW7oFqMISKhGM%3A. junho de 2016
- [19] <http://www.guimaraesdigital.com/noticias/59328/obras-no-castelo-de-guimaraes-vaio-arrancar-de- imediato>. junho de 2016

- [20] <http://www.historiadeportugal.info/se-catedral-de-lisboa/>. junho de 2016
- [21] <http://www.panoramio.com/photo/23615145>. junho de 2016
- [22] <http://pescador2007-asminhasviagens.blogspot.pt/2010/03/torre-de-vilar-ou-dos-mouros.html>. junho de 2016
- [23] MACHADO, R. C. *Rota do Românico do Vale do Sousa - Turismo e Património como projecto de desenvolvimento para o Vale do Sousa*. Oppidum. 2008.
- [24] FORMA, A. *Los diez libros de Arquitectura, Vitruvius*. 1ª ed, Madrid, 1997.
- [25] MALHEIRO, M. *A presença da arquitectura - A arquitectura românica do vale do rio Sousa*. Tese de doutoramento, Departamento de Urbanismo y Representación de la Arquitectura, Universidade de Valladolid, 2012.
- [26] http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/Default.aspx. março de 2016
- [27] UNESCO e ICCROM. *What is Heritage?*. 2003.
- [28] MELUCO, A., et al. *CARTA DE CRACÓVIA 2000: PRINCÍPIOS PARA A CONSERVAÇÃO E O RESTAURO DO PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO*. Conferência internacional sobre conservação, Cracóvia, Cracóvia, 2000.
- [29] COSTA, A., et al. *A Intervenção no Património Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto, FEUP, 2002.
- [30] *CARTA DE ATENAS DO RESTAURO*. Conferência internacional de Atenas sobre a restauração dos monumentos, Atenas, LNEC 1931.
- [31] GAZZOLA, P., et al. *Carta Internacional sobre a Conservação e o Restauro de Monumentos e Sítios*. IIº Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos de Monumentos Históricos, Veneza, 1964.
- [32] COSTA, A., et al. *2º Seminário: A Intervenção no Património Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto, FEUP, 2006.
- [33] *Lei nº107/2001 de 8 de Setembro nº 3, DIÁRIO DA REPÚBLICA -1 SÉRIE - A*, 2001.
- [34] ICOMOS. *Recomendações para a análise, conservação e restauro do património arquitectónico*.
- [35] COSTA, A., et al. *Património - Intervenção*. Porto, FEUP, 2013.
- [36] ICOMOS. *CARTA SOBRE O PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO VERNÁCULO*. México, 1999.
- [37] BINDA, L. e SAISI, A. *State of the Art of Research on Historic Structures in Italy*. Available: http://www.arcchip.cz/w11/w11_binda.pdf, abril de 2016
- [38] ALMEIDA, C. *Paredes de Alvenaria do Porto. Tipificação e Caraterização Experimental* Tese de Doutoramento, FEUP, 2013.
- [39] ROQUE, J. C. A. *Reabilitação Estrutural de Paredes Antigas de Alvenaria*. Tese de mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2002.
- [40] SILVA, B. L. Q. d. *Aplicação de um Modelo de Dano Contínuo na Modelação de Estruturas de Alvenaria de Pedra: Igreja de Gondar - Um Caso de Estudo*. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

- [41] RSA. *Regulamento de Segurança e Ações: 1 SÉRIE - Nº125*. maio de 1983.
- [42] EC6.(2005). *BS EN 1996-1-1:2005, Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures*.
- [43] GUIMARÃES, A., et al. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 2012.
- [44] PEREIRA, S. *Análise de critérios simplificados para a avaliação de vulnerabilidade sísmica de igrejas*. Tese de Mestrado, FEUP, Porto, 2013.
- [45] EC8.(2010). *NP EN 1998-1, Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos - Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios*. Março de 2010.
- [46] GNDT. *Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES)*. Itália, 2000.
- [47] ROMÃO, X., et al. *Metodologia para avaliação expedita do risco sísmico em bens culturais imóveis*. Porto, IC, FEUP, dezembro de 2015.
- [48] CASTRO, J. M. *Buckling of members subjected to compression*. Estruturas Metálicas e Mistas, FEUP, 2015.
- [49] HENRIQUES, F., et al. *MATERIAIS PÉTREOS E SIMILARES: Terminologia das formas de alteração e degradação*. Lisboa, LNEC, 2004.
- [50] PODESTÀ, S. e BRIGNOLA, A. *Manuale per la compilazione delle scheda per il rilievo del danno ai beni culturali, Chiese. MODELLO A-DC*. 2011.
- [51] COSTA, A., et al. *Igreja de Gondar - Reforço estrutural*. IC, FEUP, 2016.
- [52] ARÊDE, A., et al. *Reforço de Estruturas de Alvenaria de Pedra: Contribuições do NCREP-FEUP*. 2ª Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro: Avaliação e Reabilitação das Construções Existentes, 2012.
- [53] VALLUZI, M. R. *Comportamento Meccanico di Murature Consolidate con Materiale e Tecniche a Base di Calce* Università di Padova, Italy, 2000.
- [54] COSTA, A., et al. *Relatório de inspeção estrutural: Torre da igreja paroquial de Freixo de Baixo*. IC, FEUP, 2012.
- [55] COSTA, A., et al. *Relatório de inspeção estrutural: Igreja paroquial de Lufrei*. IC, FEUP, NCREP, 2012.
- [56] ARÊDE, A., et al. *Nota Técnica: Mosteiro de São Pedro de Cete, Paredes*. Porto, FEUP, IC, junho de 2015.
- [57] COSTA, A., et al. *Igreja de Corpus Christi: Reforço da nave e da capela-mor*. IC, FEUP, NCREP, maio de 2008.
- [58] COSTA, A., et al. *Projecto de Reabilitação e Reforço: Igreja de Ifanes*. IC, FEUP, maio de 2005.
- [59] COSTA, A., et al. *Projecto de Reforço e Reparação Estrutural: Igreja de Alfândega da Fé*. FEUP, DGEMN, agosto de 2004.
- [60] COSTA, A., et al. *Relatório de Inspeção e Diagnóstico Estrutural: Sé Catedral de Beja*. IC, FEUP, junho de 2010.

- [61] COSTA, A., *et al. Relatório de Inspeção Estrutural: Igreja da Açoreira*. IC, FEUP, fevereiro de 2013.
- [62] COSTA, A., *et al. Relatório de Inspeção Estrutural: Igreja de São Martinho – Igreja Paroquial de Mancelos*. Porto, IC, FEUP, maio de 2012.
- [63] COSTA, A., *et al. Relatório de Inspeção Estrutural: Igreja do Divino Salvador/Igreja Paroquial de Lufrei*. Porto, IC, FEUP, NCREP, fevereiro de 2012.
- [64] COSTA, A., *et al. Relatório de Inspeção Estrutural: Igreja Paroquial de Jazente/Igreja de Santa Maria Jazente*. Porto, IC, FEUP, NCREP, janeiro de 2012.
- [65] COSTA, A., *et al. Relatório de Inspeção: Igreja de Alfândega da Fé*. FEUP, NCREP, abril de 2004.
- [66] COSTA, A., *et al. Relatório de Inspeção: Igreja de Gondar*. FEUP, NCREP, maio de 2007.
- [67] COSTA, A., *et al. Relatório de Inspeção: Igreja de Ifane*. FEUP, NCREP, abril de 2004.
- [68] ARÊDE, A. e PAUPÉRIO, E. *Relatório final de intervenção estrutural da igreja de São Cristóvão de Lordelo*. IC, FEUP, 2014.
- [69] COSTA, A., *et al. Reforço dos elementos estruturais de madeira das coberturas*. IC, FEUP, NCREP, PARQUESCOLAR, 2007.
- [70] COSTA, A., *et al. Coberturas da sala anexa ao coro alto e nave lateral - Mosteiro de Pombeiro*. IC, FEUP, 2012.

ANEXO A

APLICAÇÃO DA *FICHA IDI* A 2 CASOS DE ESTUDO:

Igreja Santa Maria de Gondar

Mosteiro São Martinho de Macelos

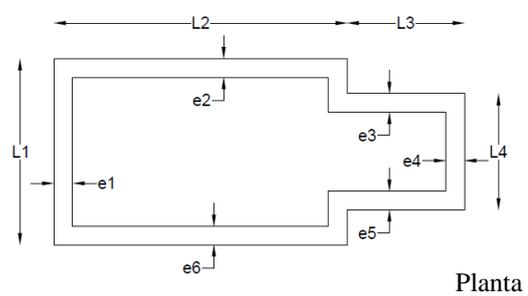
A. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

Identificação: _____
 Distrito: _____
 Localidade: _____
 Morada: _____
 Coordenadas geográficas: _____
 Acesso ao interior: Sim Não

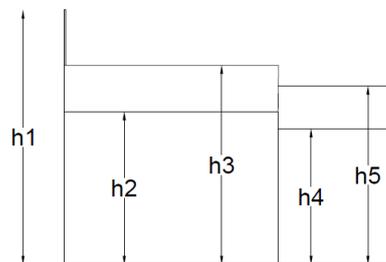


B. CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA:

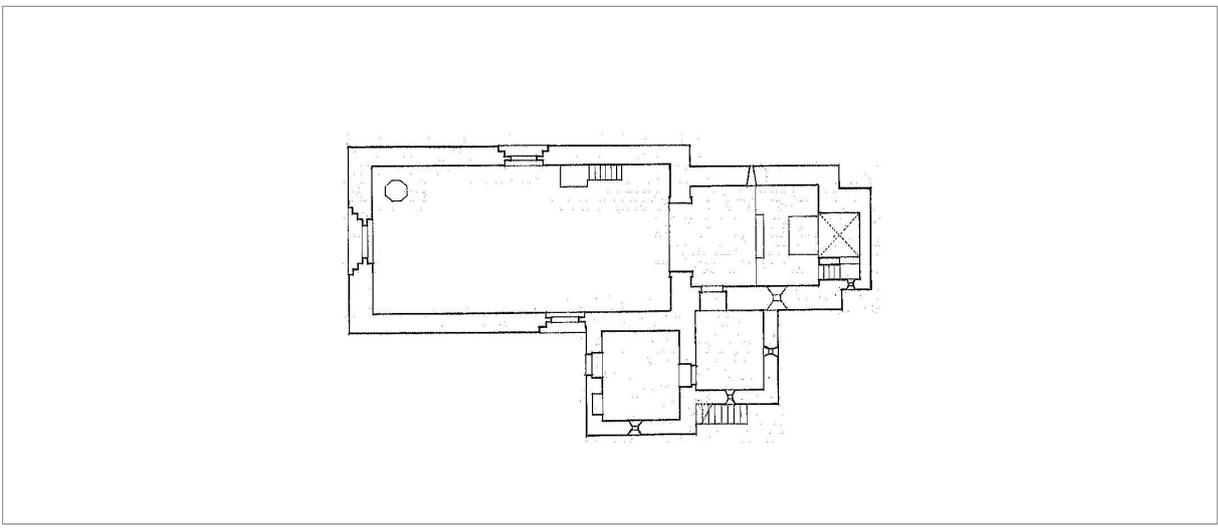
- Nave:** L₁ (m) =
 L₂ (m) =
 e₁ (m) =
 e₂ (m) =
 e₆ (m) =
 h₁ (m) =
 h₂ (m) =
 h₃ (m) =



- Capela-mor:** L₃ (m) =
 L₄ (m) =
 e₃ (m) =
 e₄ (m) =
 e₅ (m) =
 h₄ (m) =
 h₅ (m) =



Planta esquemática:



C. CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA DA IGREJA

Fachada principal:

h (m): _____ e₁ (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h/e₁): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral direita: NAVE

(tipicamente a sul)

h₂ (m): _____ e₆ (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h₂/e₆): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral esquerda: NAVE

(tipicamente a norte)

h_2 (m): _____ e_2 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_2/e_2): _____

Porcentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral direita: CAPELA-MOR

(tipicamente a sul)

h_4 (m): _____ e_5 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_4/e_5): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m^2
 Entre 3 a 4 por m^2
 Entre 5 a 6 por m^2

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral esquerda: CAPELA-MOR

(tipicamente a norte)

h_4 (m): _____ e_3 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_4/e_3): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m^2
 Entre 3 a 4 por m^2
 Entre 5 a 6 por m^2

	<p>Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável</p> <p>Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas</p> <p>Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior</p> <p>Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau</p> <p>Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____</p> <p>Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior</p>
<p>Fachada de fundo: (parede fundeira)</p>	<p>h' (m): _____ e_4 (m): _____</p> <p>Coefficiente de esbelteza (h'/e_4): _____</p> <p>Percentagem da área de abertura: _____</p> <p>Solução de alvenaria: <input type="checkbox"/> Homogénea de classe _____ <input type="checkbox"/> Heterogénea de classes _____</p> <p>Material: <input type="checkbox"/> Granito <input type="checkbox"/> Xisto <input type="checkbox"/> Tijolo <input type="checkbox"/> Calcário <input type="checkbox"/> Outro</p> <p>Parede com travadouros: <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Menos de 3 por m² <input type="checkbox"/> Entre 3 a 4 por m² <input type="checkbox"/> Entre 5 a 6 por m²</p> <p>Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável</p> <p>Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas</p> <p>Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior</p> <p>Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau</p> <p>Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____</p> <p>Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior</p>

⁽¹⁾ A calcular (Ver manual de preenchimento)

D. OUTROS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL

Pavimento interior: Constituição: Soalho Granito Tijoleira Outro
Estado de conservação: Bom Razoável Mau

Teto da nave: Não

Sim: Estrutural: Em abóbada: Unidirecional Bidirecional
Material: Pedra Tijolo Mista
Com contrafortes: Sim Não
Com tirantes: Sim Não

Não estrutural: Material: Madeira (pintada ou não)
 Tabique ou Estuque

Cobertura da nave: Não

Sim: Presença de: Asnas
 Caibros
 Estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto
 Não identificável

Material: Madeira Metálica Outros

Teto da capela-mor: Não

Sim: Estrutural: Em abóbada: Unidirecional Bidirecional
Material: Pedra Tijolo Mista
Com contrafortes: Sim Não
Com tirantes: Sim Não

Não estrutural: Material: Madeira (pintada ou não)
 Tabique ou Estuque

Cobertura da capela-mor: Não

Sim: Presença de: Asnas
 Caibros
 Estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto
 Não identificável

Material: Madeira Metálica Outros

Presença de património integrado em paredes: Pinturas murais Talhas Azulejos
 Outro

Presença de património integrado em tetos: Pinturas murais Talhas Outro

Alterações estruturais: Não

<input type="checkbox"/> Sim	Nave:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Capela-mor:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra

Presença de reforço estrutural: Nave: Sim Não
Capela-mor: Sim Não

Presença de coro-alto: Sim Não

Presença de elementos em betão armado ou metálicos: Nave: Sim Não
Capela-mor: Sim Não
Sacristia: Sim Não
Outro corpo: Sim Não
Torre sineira: Sim Não
Campanário: Sim Não

E. RELAÇÃO DE OUTRAS CONSTRUÇÕES FACE AO CORPO DA IGREJA

Sacristia: Imbricada Adossada Não identificável

Fonte: _____

Outro corpo: Imbricado Adossado Não identificável

Fonte: _____

Torre sineira: Imbricada Adossada Isolada Sem torre sineira

Campanário: Fachada principal Fachada lateral Isolado

Presença de elementos decorativos com risco de queda: Sim Não

Alterações estruturais:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
Presença de reforço estrutural:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	

F. INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE

Imóvel: Isolado Em banda (no meio) Em banda (numa extremidade) Gaveto

Meio urbano Meio rural

Proximidade de materiais combustíveis/inflamáveis: Sim Não

Tipo de terreno: Plano Inclinação ligeira (de 0% a 5%) Inclinação acentuada (acima de 5%)

Em socacos Sem muros de suporte

Com muros de suporte Bom estado estrutural

Mau estado estrutural

Estado de conservação do pavimento exterior: Bom Razoável Mau

Presença de drenagem periférica à igreja: Não Sim

Drenagem de águas pluviais na envolvente: Não Sim

Proximidade a um curso de água: Não Sim: Possibilidade de inundação Sim

Não

G. ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO CONJUNTO

Estado geral de conservação do imóvel: Bom Razoável Mau

Estado geral de conservação das paredes: Bom Razoável Mau

Estado de conservação do teto/cobertura interior: Bom Razoável Mau

Estado de conservação do património integrado: Bom Razoável Mau

Estado de conservação do interior do retábulo-mor: Bom Razoável Mau

DANOS ESTRUTURAIS

	Fissuração/ Fratura	Abertura de juntas	Perda de argamassa	Falta de travamento nos cunhais	Deformação	Esmagamento	Rotação da base	Assentamentos
Parede de fachada da igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parede fundeira da igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes laterais da nave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes laterais da capela-mor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes da sacristia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colunas e arquivoltas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre sineira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pilares interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pórticos longitudinais interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abóbadas e arcos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OUTROS DANOS

	Humidade	Eflorescências	Crostras	Arenização	Erosão	Destacamento de placas	Vegetação
Parede de fachada da igreja	<input type="checkbox"/>						
Parede fundeira da igreja	<input type="checkbox"/>						
Paredes laterais da nave	<input type="checkbox"/>						
Paredes laterais da capela-mor	<input type="checkbox"/>						
Paredes da sacristia	<input type="checkbox"/>						
Colunas e arquivoltas	<input type="checkbox"/>						
Torre sineira	<input type="checkbox"/>						
Campanário	<input type="checkbox"/>						
Pilares interiores	<input type="checkbox"/>						
Pórticos longitudinais interiores	<input type="checkbox"/>						
Abóbadas e arcos	<input type="checkbox"/>						

NOTA: O preenchimento das patologias deve obedecer à seguinte regra:

- Se a patologia apresenta expressão média a grave deve ser colocada uma cruz (☒)
- Se a patologia apresenta expressão ligeiro deve ser colocado um visto (☑).

H. MACRO-ELEMENTOS EXISTENTES

Macro-elemento	Existe?	Reforço associado ao mecanismo		
		Sim	Não	Não sei
Fachada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transepto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arco triunfal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cúpula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ábside	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capelas e corpos adjacentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nártex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre sineira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cunhal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

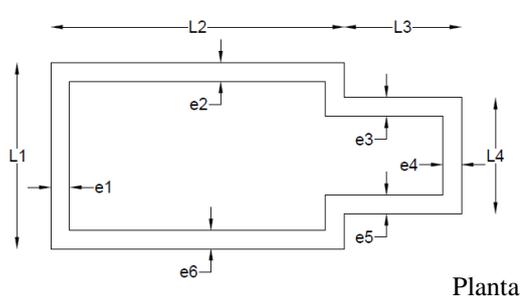
A. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

Identificação: _____
 Distrito: _____
 Localidade: _____
 Morada: _____
 Coordenadas geográficas: _____
 Acesso ao interior: Sim Não

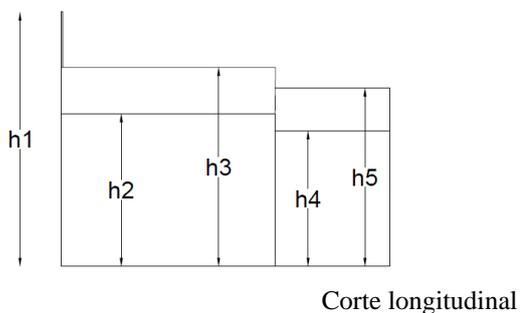


B. CARATERIZAÇÃO GEOMÉTRICA:

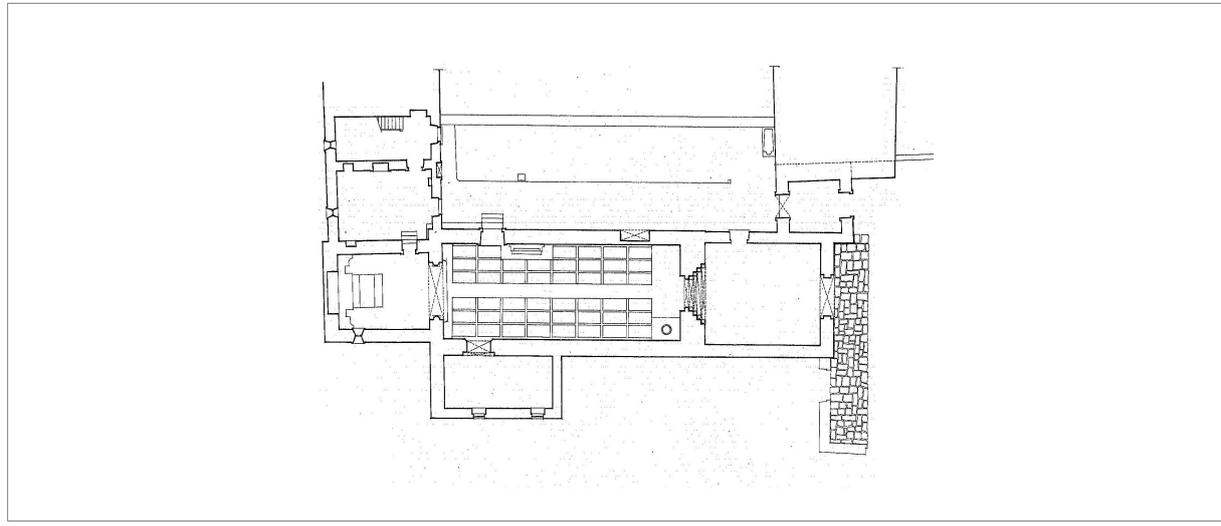
- Nave:** L₁ (m) =
 L₂ (m) =
 e₁ (m) =
 e₂ (m) =
 e₆ (m) =
 h₁ (m) =
 h₂ (m) =
 h₃ (m) =



- Capela-mor:** L₃ (m) =
 L₄ (m) =
 e₃ (m) =
 e₄ (m) =
 e₅ (m) =
 h₄ (m) =
 h₅ (m) =



Planta esquemática:



C. CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA DA IGREJA

Fachada principal:

h (m): _____ e₁ (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h/e₁): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral direita: NAVE

(tipicamente a sul)

h₂ (m): _____ e₆ (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h₂/e₆): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral esquerda: NAVE

(tipicamente a norte)

h_2 (m): _____ e_2 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_2/e_2): _____

Porcentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m²
 Entre 3 a 4 por m²
 Entre 5 a 6 por m²

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral direita: CAPELA-MOR

(tipicamente a sul)

h_4 (m): _____ e_5 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_4/e_5): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m^2
 Entre 3 a 4 por m^2
 Entre 5 a 6 por m^2

Paramento: Simples Duplo Triplo Não identificável

Aparelho: Irregular Juntas irregulares alinhadas
 Juntas regulares alinhadas

Imbricamento dos cunhais: Global Parcial Sem Imbricamento
 Impossibilidade de ver o interior

Aparelhamento da pedra: Bom Razoável Mau

Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____

Presença de: Reboco exterior Reboco interior

Fachada lateral esquerda: CAPELA-MOR

(tipicamente a norte)

h_4 (m): _____ e_3 (m): _____

Coefficiente de esbelteza (h_4/e_3): _____

Percentagem da área de abertura: _____

Solução de alvenaria: Homogénea de classe _____
 Heterogénea de classes _____

Material: Granito Xisto Tijolo
 Calcário Outro

Parede com travadouros: Não Sim Menos de 3 por m^2
 Entre 3 a 4 por m^2
 Entre 5 a 6 por m^2

	<p>Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável</p> <p>Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas</p> <p>Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior</p> <p>Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau</p> <p>Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____</p> <p>Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior</p>
<p>Fachada de fundo: (parede fundeira)</p>	<p>h' (m): _____ e_4 (m): _____</p> <p>Coefficiente de esbelteza (h'/e_4): _____</p> <p>Percentagem da área de abertura: _____</p> <p>Solução de alvenaria: <input type="checkbox"/> Homogénea de classe _____ <input type="checkbox"/> Heterogénea de classes _____</p> <p>Material: <input type="checkbox"/> Granito <input type="checkbox"/> Xisto <input type="checkbox"/> Tijolo <input type="checkbox"/> Calcário <input type="checkbox"/> Outro</p> <p>Parede com travadouros: <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Menos de 3 por m² <input type="checkbox"/> Entre 3 a 4 por m² <input type="checkbox"/> Entre 5 a 6 por m²</p> <p>Paramento: <input type="checkbox"/> Simples <input type="checkbox"/> Duplo <input type="checkbox"/> Triplo <input type="checkbox"/> Não identificável</p> <p>Aparelho: <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Juntas irregulares alinhadas <input type="checkbox"/> Juntas regulares alinhadas</p> <p>Imbricamento dos cunhais: <input type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Sem Imbricamento <input type="checkbox"/> Impossibilidade de ver o interior</p> <p>Aparelhamento da pedra: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Mau</p> <p>Índice de irregularidade: ⁽¹⁾ _____</p> <p>Presença de: <input type="checkbox"/> Reboco exterior <input type="checkbox"/> Reboco interior</p>

⁽¹⁾ A calcular (Ver manual de preenchimento)

D. OUTROS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL

Pavimento interior: Constituição: Soalho Granito Tijoleira Outro
Estado de conservação: Bom Razoável Mau

Teto da nave: Não

Sim: Estrutural: Em abóbada: Unidirecional Bidirecional
Material: Pedra Tijolo Mista
Com contrafortes: Sim Não
Com tirantes: Sim Não

Não estrutural: Material: Madeira (pintada ou não)
 Tabique ou Estuque

Cobertura da nave: Não

Sim: Presença de: Asnas
 Caibros
 Estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto
 Não identificável

Material: Madeira Metálica Outros

Teto da capela-mor: Não

Sim: Estrutural: Em abóbada: Unidirecional Bidirecional
Material: Pedra Tijolo Mista
Com contrafortes: Sim Não
Com tirantes: Sim Não

Não estrutural: Material: Madeira (pintada ou não)
 Tabique ou Estuque

Cobertura da capela-mor: Não

Sim: Presença de: Asnas
 Caibros
 Estrutura a apoiar sobre a abóbada de teto
 Não identificável

Material: Madeira Metálica Outros

Presença de património integrado em paredes: Pinturas murais Talhas Azulejos
 Outro

Presença de património integrado em tetos: Pinturas murais Talhas Outro

Alterações estruturais: Não

<input type="checkbox"/> Sim	Nave:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Capela-mor:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra

Presença de reforço estrutural: Nave: Sim Não
Capela-mor: Sim Não

Presença de coro-alto: Sim Não

Presença de elementos em betão armado ou metálicos: Nave: Sim Não
Capela-mor: Sim Não
Sacristia: Sim Não
Outro corpo: Sim Não
Torre sineira: Sim Não
Campanário: Sim Não

E. RELAÇÃO DE OUTRAS CONSTRUÇÕES FACE AO CORPO DA IGREJA

Sacristia: Imbricada Adossada Não identificável

Fonte: _____

Outro corpo: Imbricado Adossado Não identificável

Fonte: _____

Torre sineira: Imbricada Adossada Isolada Sem torre sineira

Campanário: Fachada principal Fachada lateral Isolado

Presença de elementos decorativos com risco de queda: Sim Não

Alterações estruturais:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Ampliação	<input type="checkbox"/> Abertura de vãos	<input type="checkbox"/> Entaipamento
		<input type="checkbox"/> Teto	<input type="checkbox"/> Cobertura	<input type="checkbox"/> Outra
Presença de reforço estrutural:	Torre sineira:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Campanário:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Sacristia:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
	Outro corpo:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	

F. INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE

Imóvel: Isolado Em banda (no meio) Em banda (numa extremidade) Gaveto

Meio urbano Meio rural

Proximidade de materiais combustíveis/inflamáveis: Sim Não

Tipo de terreno: Plano Inclinação ligeira (de 0% a 5%) Inclinação acentuada (acima de 5%)

Em socacos Sem muros de suporte

Com muros de suporte Bom estado estrutural

Mau estado estrutural

Estado de conservação do pavimento exterior: Bom Razoável Mau

Presença de drenagem periférica à igreja: Não Sim

Drenagem de águas pluviais na envolvente: Não Sim

Proximidade a um curso de água: Não Sim: Possibilidade de inundação Sim

Não

G. ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO CONJUNTO

Estado geral de conservação do imóvel: Bom Razoável Mau

Estado geral de conservação das paredes: Bom Razoável Mau

Estado de conservação do teto/cobertura interior: Bom Razoável Mau

Estado de conservação do património integrado: Bom Razoável Mau

Estado de conservação do interior do retábulo-mor: Bom Razoável Mau

DANOS ESTRUTURAIS

	Fissuração/ Fratura	Abertura de juntas	Perda de argamassa	Falta de travamento nos cunhais	Deformação	Esmagamento	Rotação da base	Assentamentos
Parede de fachada da igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parede fundeira da igreja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes laterais da nave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes laterais da capela-mor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Paredes da sacristia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Colunas e arquivoltas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre sineira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pilares interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pórticos longitudinais interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abóbadas e arcos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OUTROS DANOS

	Humidade	Eflorescências	Crostas	Arenização	Erosão	Destacamento de placas	Vegetação
Parede de fachada da igreja	<input type="checkbox"/>						
Parede fundeira da igreja	<input type="checkbox"/>						
Paredes laterais da nave	<input type="checkbox"/>						
Paredes laterais da capela-mor	<input type="checkbox"/>						
Paredes da sacristia	<input type="checkbox"/>						
Colunas e arquivoltas	<input type="checkbox"/>						
Torre sineira	<input type="checkbox"/>						
Campanário	<input type="checkbox"/>						
Pilares interiores	<input type="checkbox"/>						
Pórticos longitudinais interiores	<input type="checkbox"/>						
Abóbadas e arcos	<input type="checkbox"/>						

NOTA: O preenchimento das patologias deve obedecer à seguinte regra:

- Se a patologia apresenta expressão média a grave deve ser colocada uma cruz (☒)
- Se a patologia apresenta expressão ligeiro deve ser colocado um visto (☑).

H. MACRO-ELEMENTOS EXISTENTES

Macro-elemento	Existe?	Reforço associado ao mecanismo		
		Sim	Não	Não sei
Fachada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transepto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arco triunfal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cúpula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ábside	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capelas e corpos adjacentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nártex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torre sineira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Campanário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cunhal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO B

RESULTADOS OBTIDOS DAS INSPEÇÕES

B.1 CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA

B.1.1 ESPESSURAS DAS FACHADAS

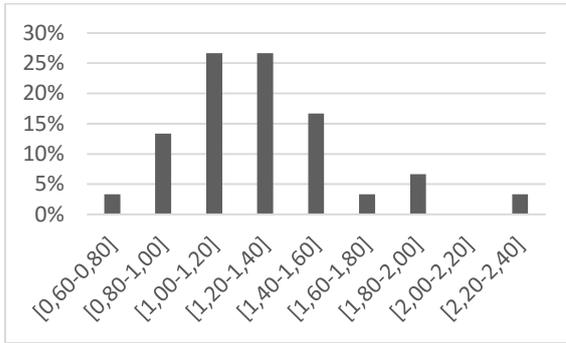


Figura B. 1 - Espessuras das fachadas principais

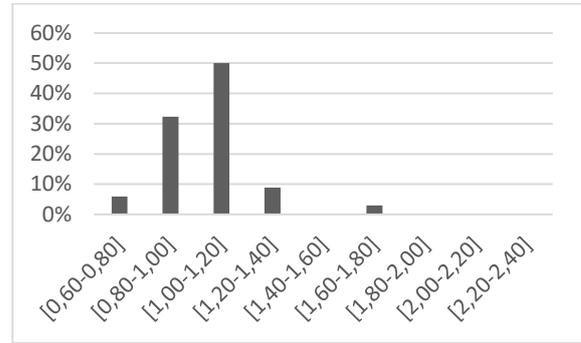


Figura B. 2 - Espessuras das fachadas laterais direita da nave

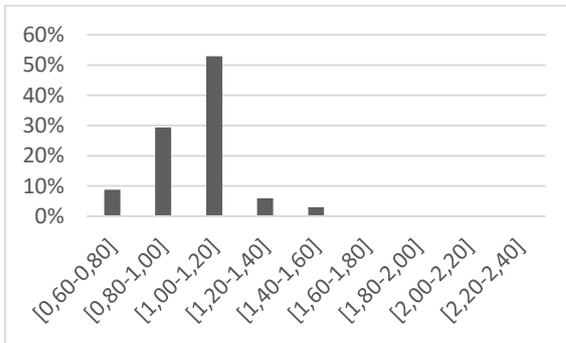


Figura B. 3 - Espessuras das fachadas laterais esquerda da nave

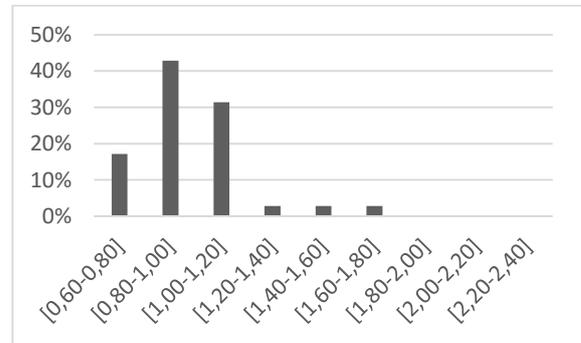


Figura B. 4 - Espessuras das fachadas laterais direita da capela-mor

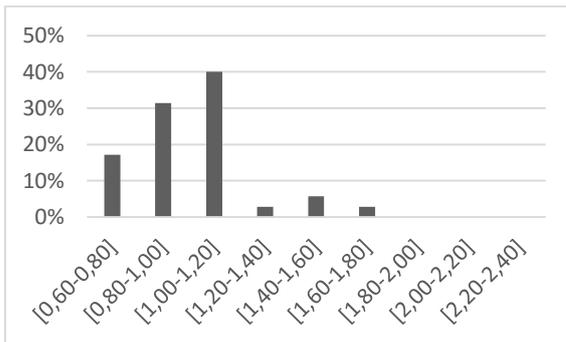


Figura B. 5 - Espessuras das fachadas laterais esquerda da nave

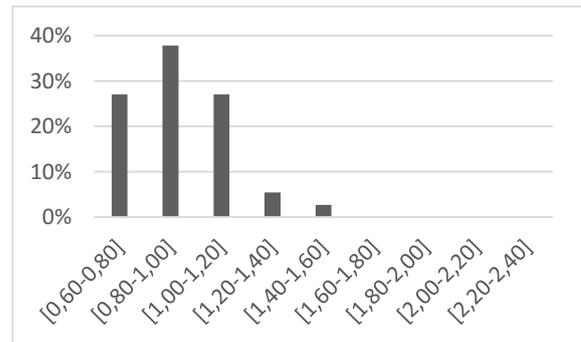


Figura B. 6 - Espessuras das fachadas de fundo

B.1.2 COEFICIENTE DE ESBELTEZA

B.1.2.1 Coeficiente de esbelteza para $h_{ef}=h$ e $e_{ef}=e$

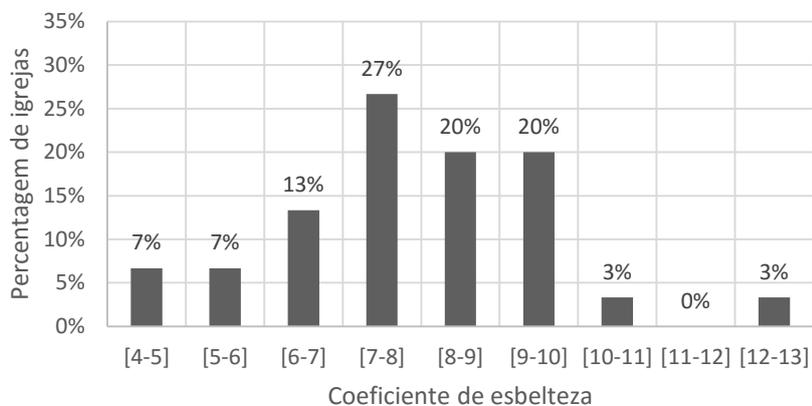


Figura B. 7 - Coeficiente de esbelteza das fachadas principais

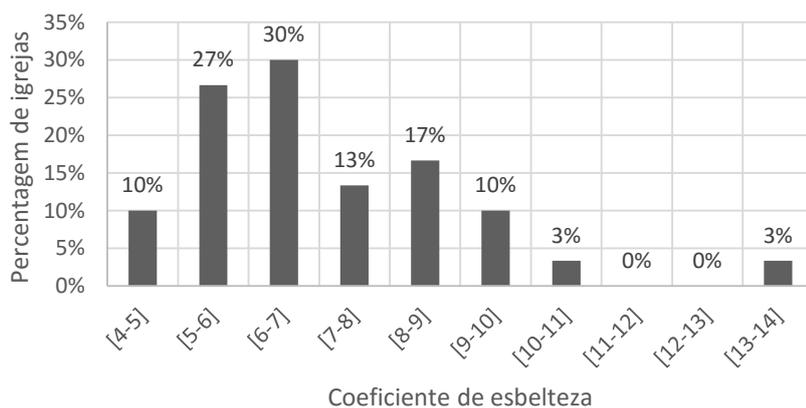


Figura B. 8 - Coeficiente de esbelteza da nave

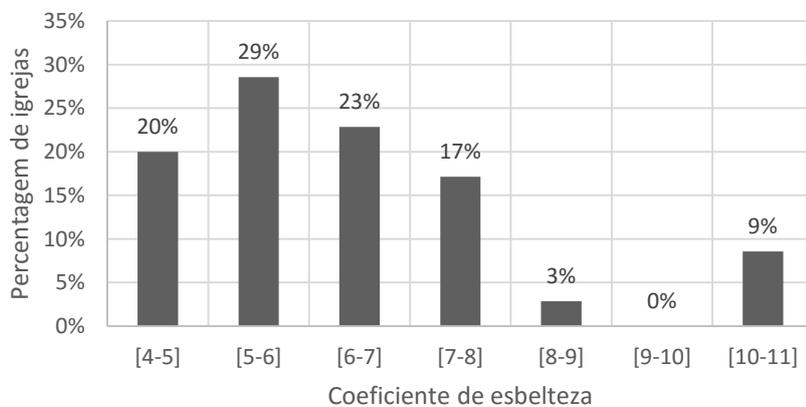


Figura B. 9 - Coeficiente de esbelteza da capela-mor

B.1.2.2 Coeficiente de esbelteza para $h_{ef}=0,7h$ e $e_{ef}=e$

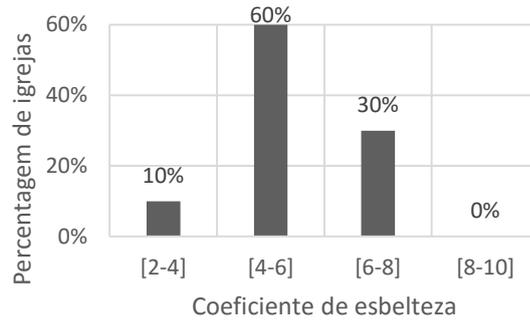


Figura B. 10 - Coeficiente de esbelteza das fachadas principais

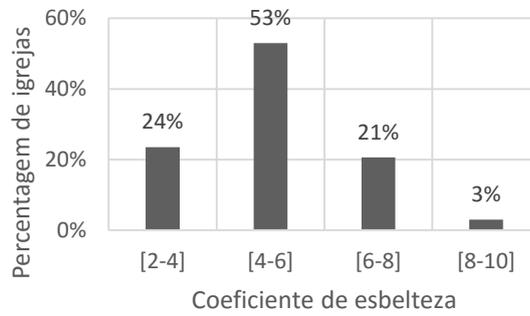


Figura B. 11 - Coeficiente de esbelteza da nave

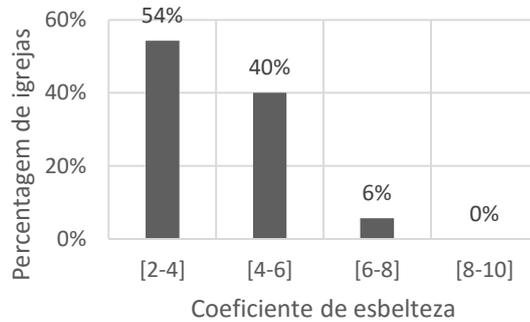


Figura B. 12 - Coeficiente de esbelteza para a capela-mor

B.1.2.3 Coeficiente de esbelteza para $h_{ef}=2h$ e $e_{ef}=e$ ($h_{ef}=h$ e $e_{ef}=\frac{1}{2}e$)

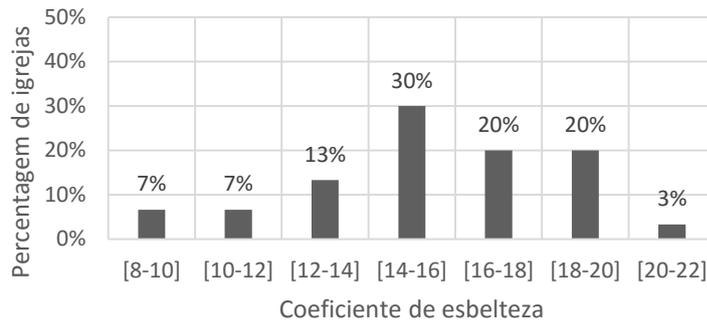


Figura B. 13 - Coeficiente de esbelteza das fachadas principais

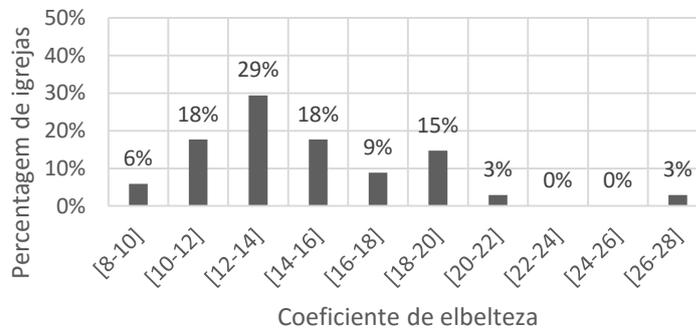


Figura B. 14 - Coeficiente de esbelteza para a nave

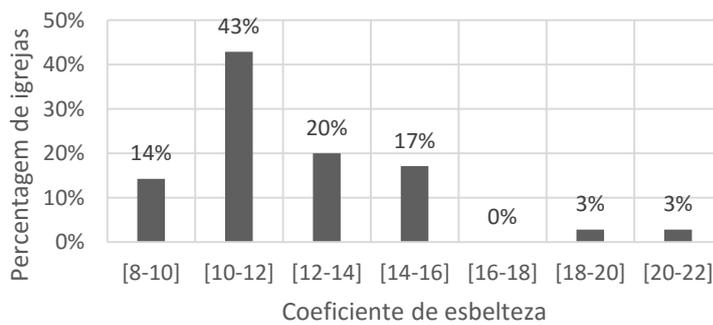


Figura B. 15 - Coeficiente de esbelteza para a capela-mor

B.1.2.4 Coeficiente de esbelteza para $h_{ef}=0,7h$ e $e_{ef}=\frac{1}{2}e$

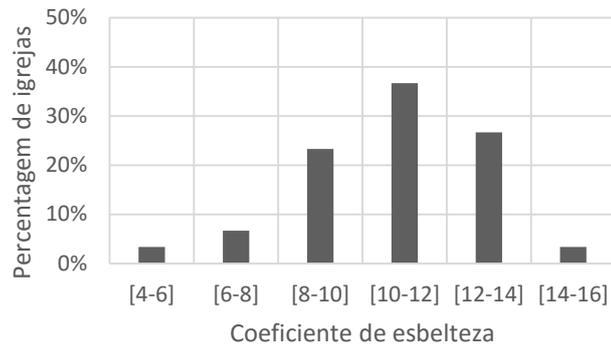


Figura B. 16 - Coeficiente de esbelteza das fachadas principais

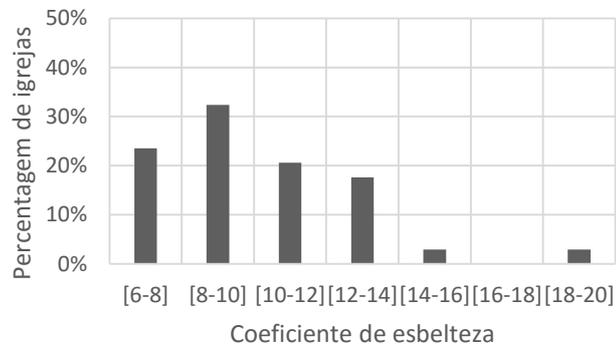


Figura B. 17 - Coeficiente de esbelteza da nave

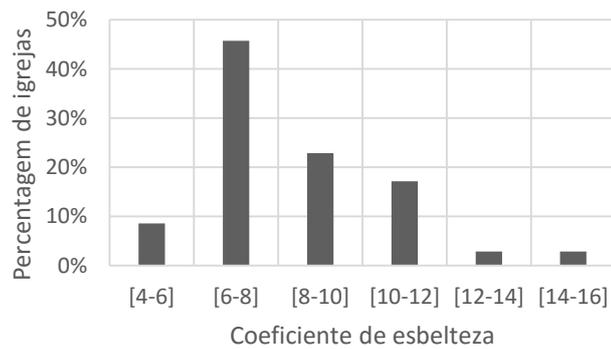


Figura B. 18 - Coeficiente de esbelteza da capela-mor

B.1.2.4 Coeficiente de esbelteza para $h_{ef}=2h$ e $e_{ef}=\frac{1}{2}e$

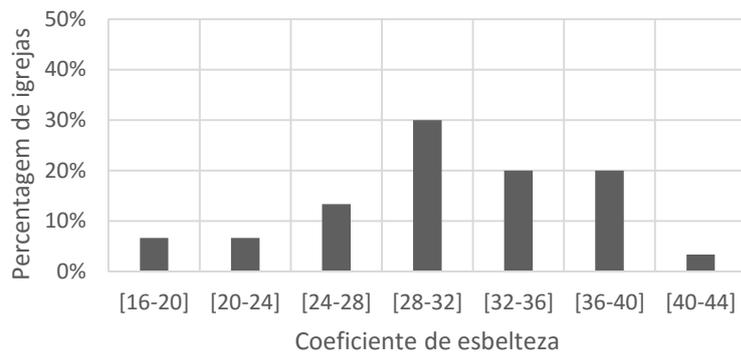


Figura B. 19 - Coeficiente de esbelteza das fachadas principais

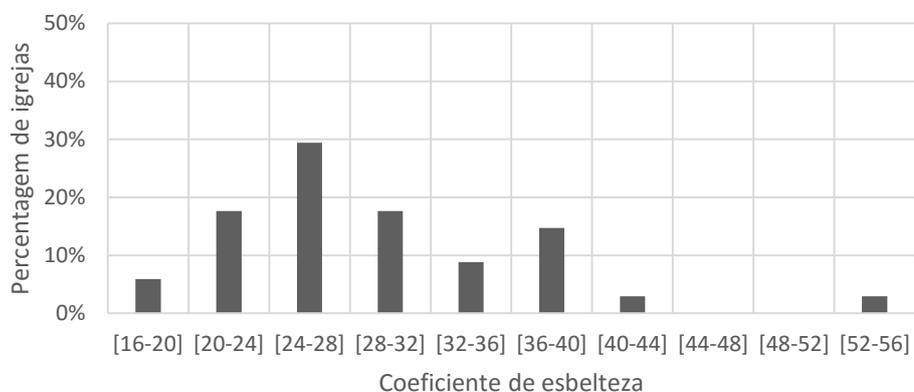


Figura B. 20 - Coeficiente de esbelteza da nave

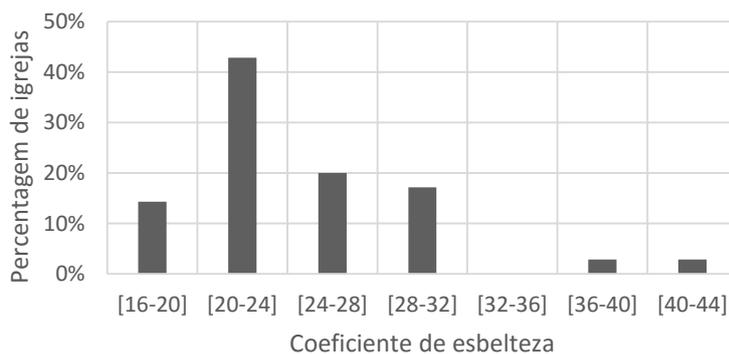


Figura B. 21 - Coeficiente de esbelteza da capela-mor

B.1.3 PERCENTAGEM DE ABERTURA

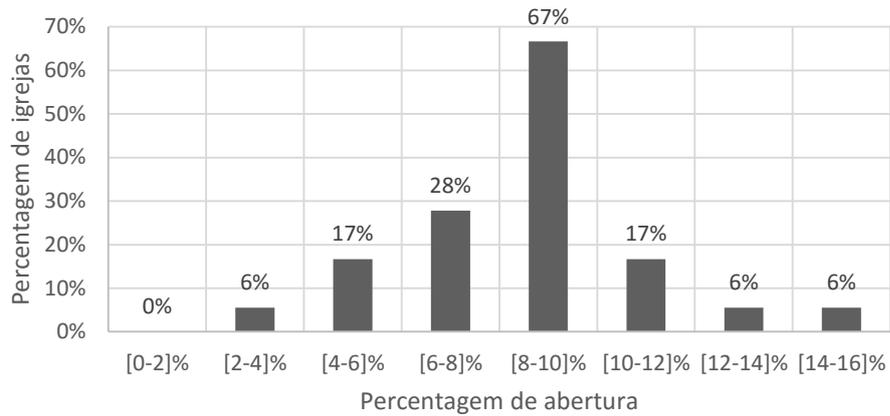


Figura B. 22 - Percentagem de aberturas das fachadas principais

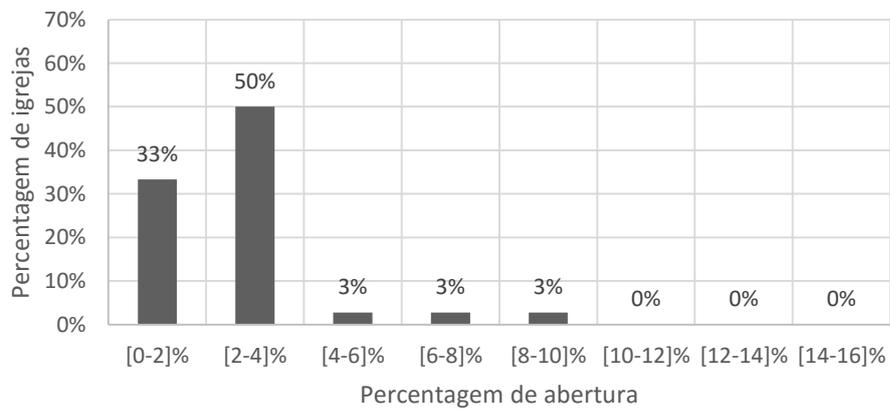


Figura B. 23 - Percentagem de abertura das fachadas laterais da nave

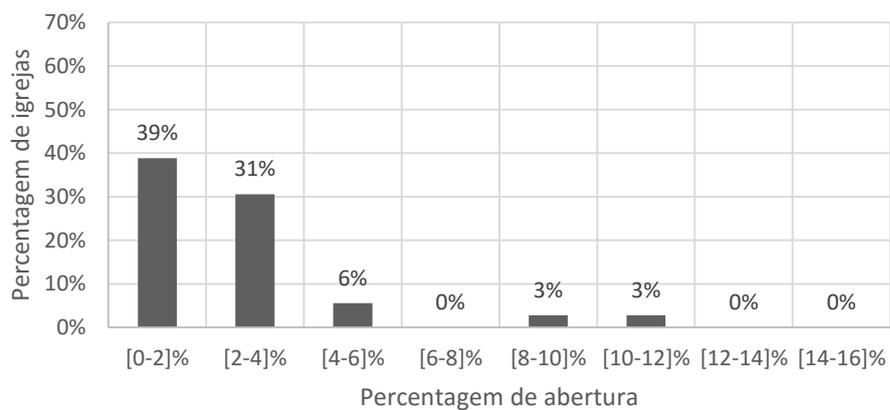


Figura B. 24 - Percentagem de abertura das fachadas laterais da capela-mor

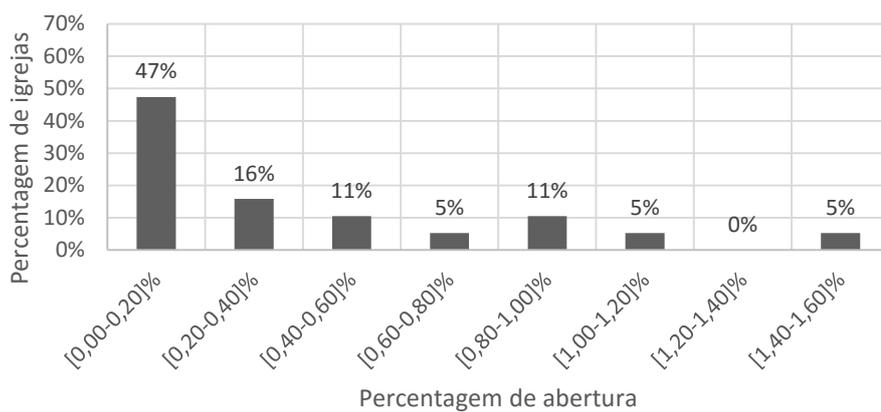


Figura B. 25 - Percentagem de abertura das fachadas de fundo

B.1.4 HOMOGENEIDADE DAS FACHADAS

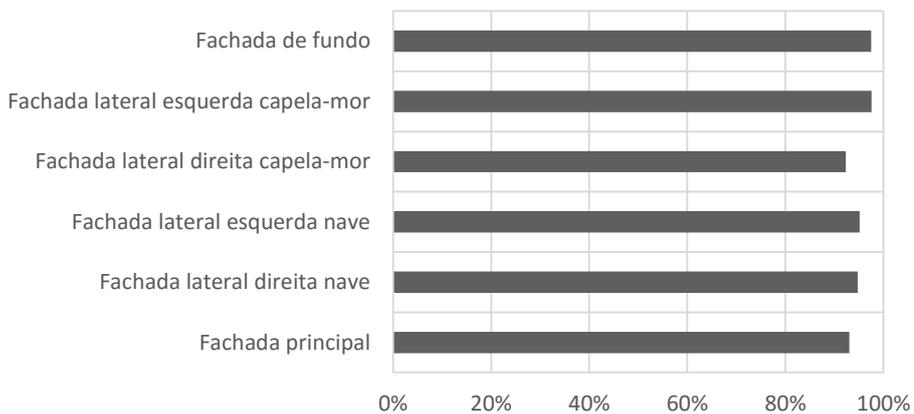


Figura B. 26 - Percentagem de igrejas com solução de alvenaria homogénea

B.1.5 PRESENÇA DE TRAVADOUROS

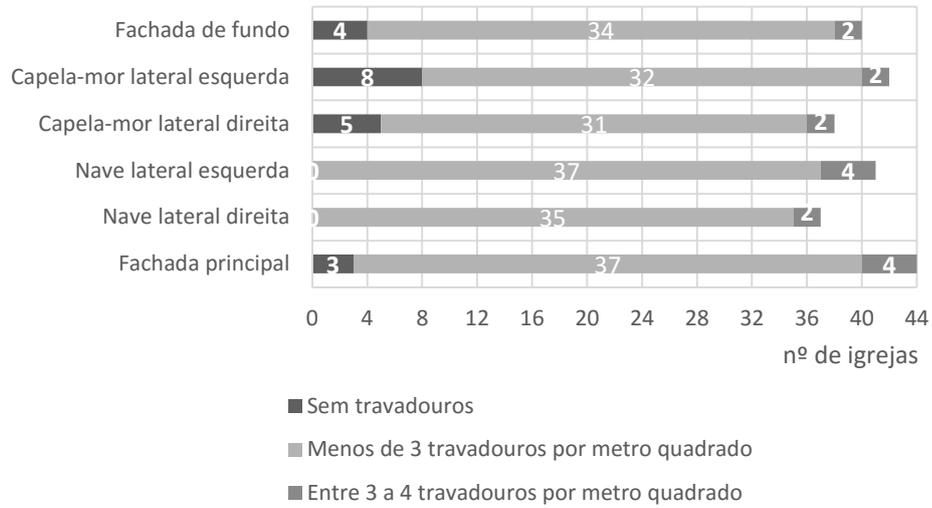


Figura B. 27 - Solução quanto à presença de travadouros por fachada

B.1.6 SOLUÇÃO QUANTO AO TIPO DE APARELHO

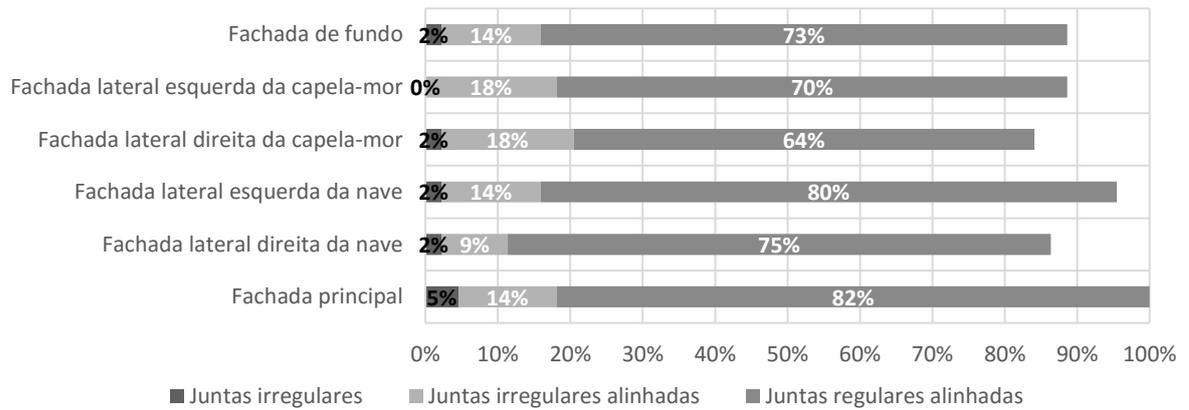


Figura B. 28 - Solução do tipo de aparelho

B.1.7 IMBRICAMENTO DOS CUNHAIS

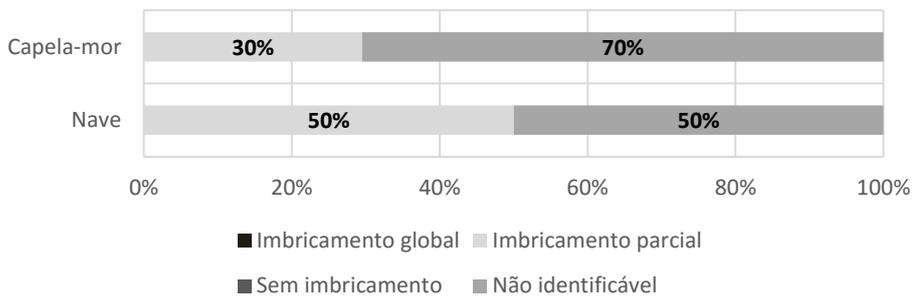


Figura B. 29 - Identificação do tipo de imbricamento dos cunhais

B.1.8 CLASSIFICAÇÃO DO DESFASAMENTO ENTRE JUNTAS VERTICAIS

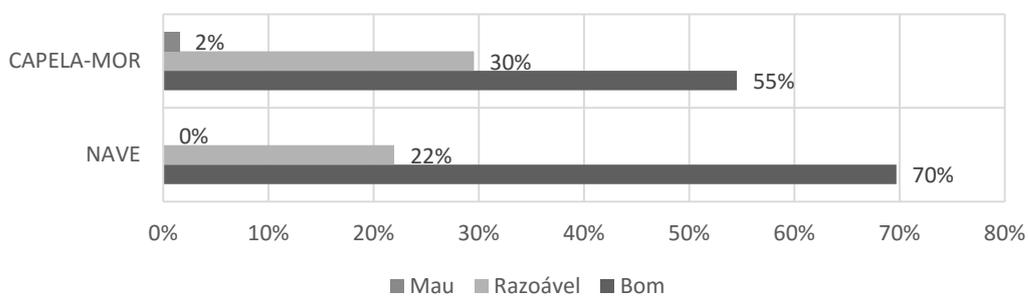


Figura B. 30 - Classificação do aparelhamento das fachadas

B.1.9 AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE REBOCO

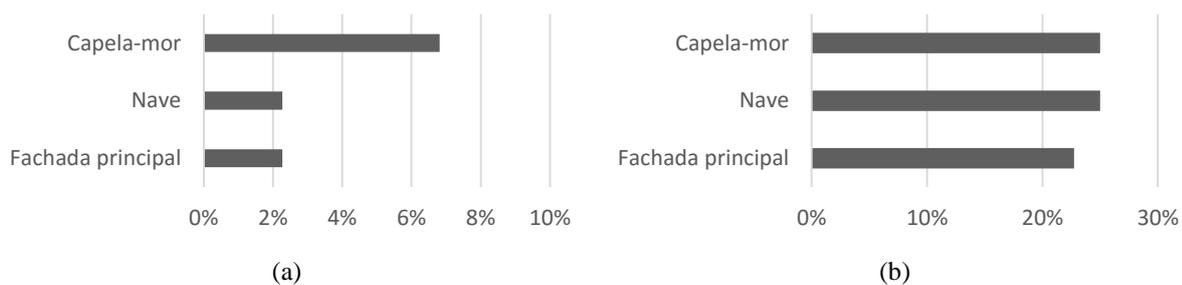


Figura B. 31 - Percentagem de fachadas com reboco: (a) Reboco exterior; (b) Reboco interior

B.2 OUTROS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DO IMÓVEL

B.2.1 Pavimento interior

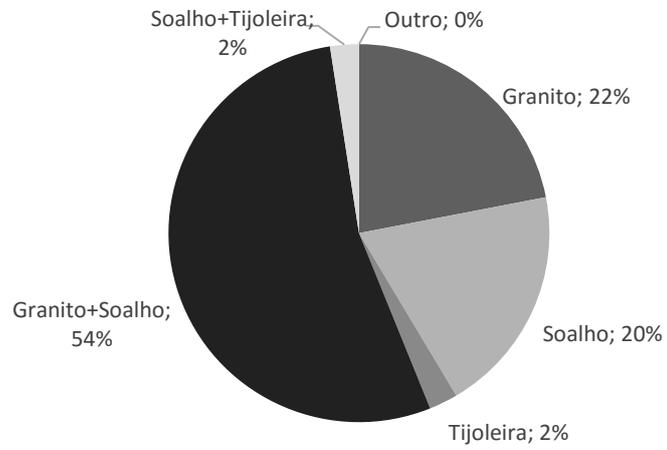


Figura B. 32 - Constituição do pavimento interior

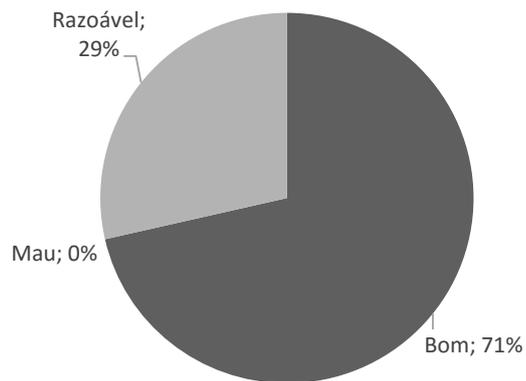


Figura B. 33 - Estado de conservação do pavimento interior

B.2.2 Teto/Cobertura interior

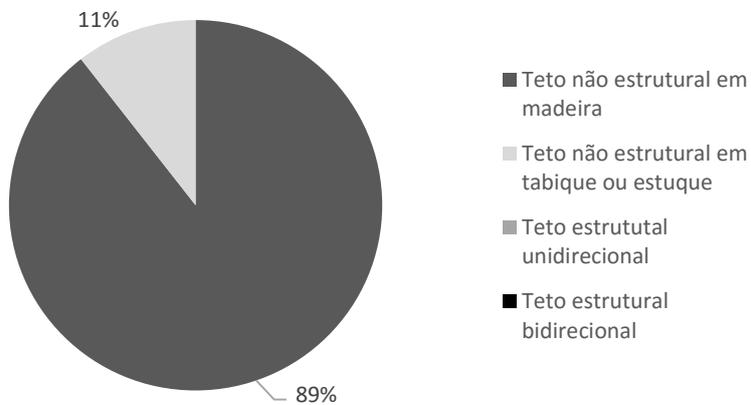


Figura B. 34 - Tipologia do teto da nave

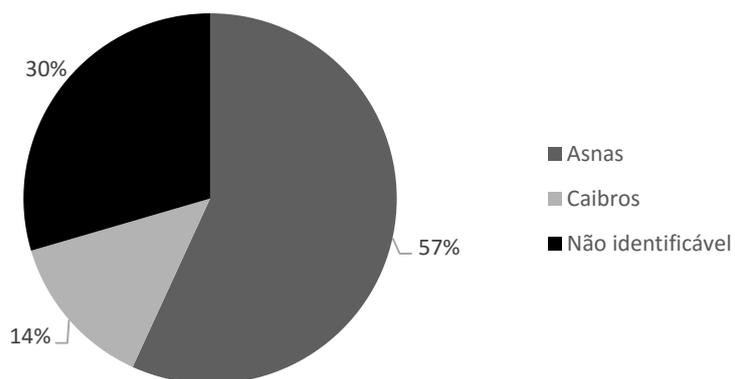


Figura B. 35 - Solução estrutural da cobertura da nave

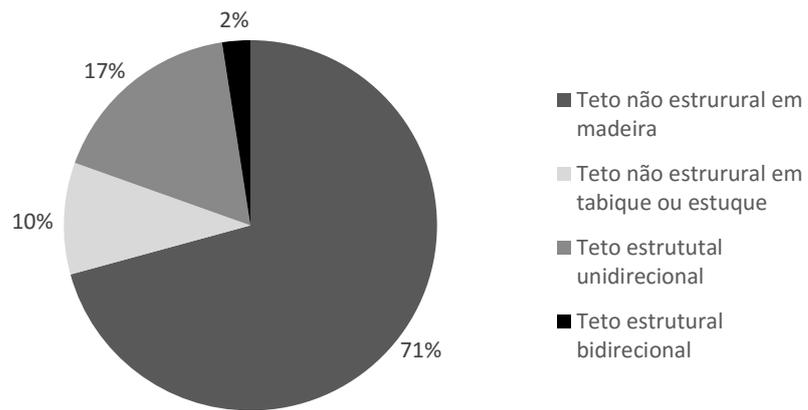


Figura B. 36 - Tipologia do teto na capela-mor

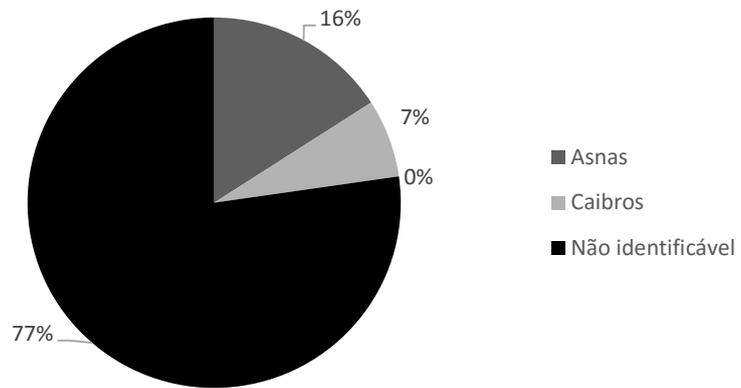


Figura B. 37 - Solução estrutural da cobertura da capela-mor

B.2.3 Alterações estruturais

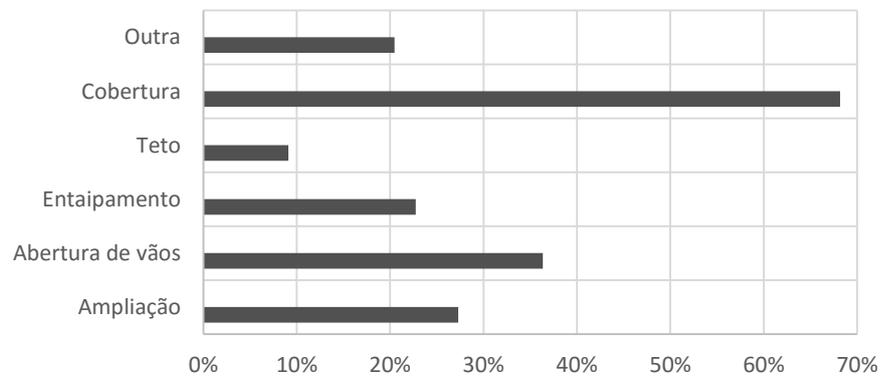


Figura B. 38 - Alterações estruturais na nave

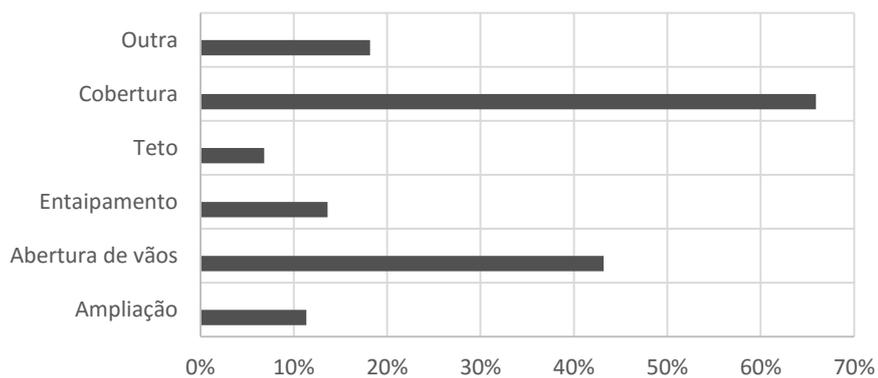


Figura B. 39 - Alterações estruturais na capela-mor

B.3 RELAÇÃO DE OUTRAS CONSTRUÇÕES FACE AO CORPO DA IGREJA

B.3.1 RELAÇÃO DA POSIÇÃO DAS RESTANTES CONSTRUÇÕES

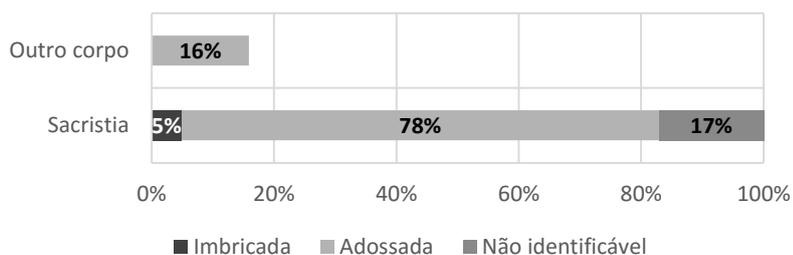


Figura B. 40 - Relação da posição da sacristia e outro tipo de corpo

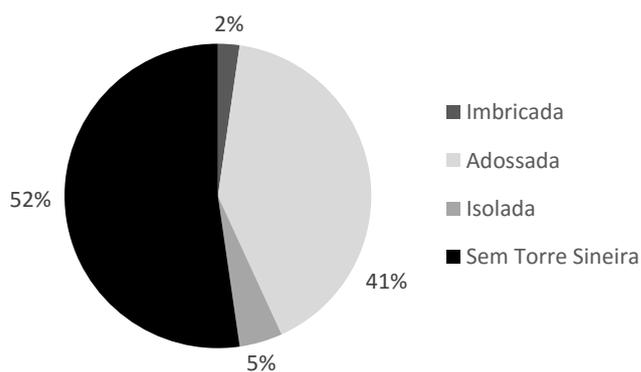


Figura B. 41 - Relação da torre sineira face à igreja

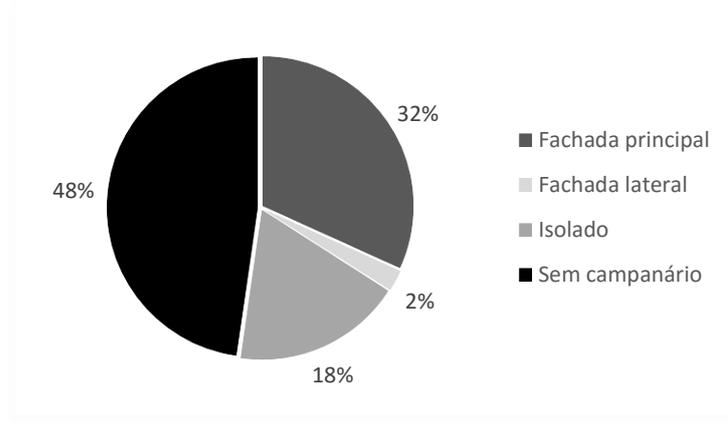


Figura B. 42 - Relação do campanário face à igreja

B.3.2 ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS

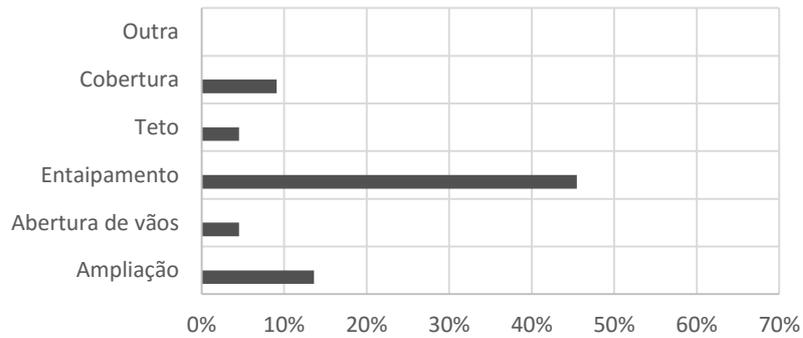


Figura B. 43 - Alterações estruturais na sacristia

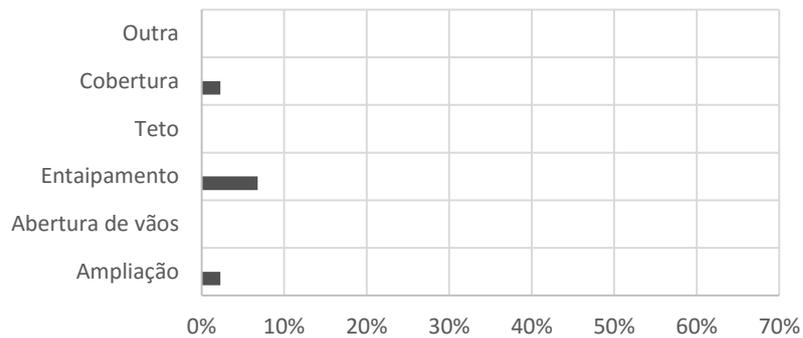


Figura B. 44 - Alterações estruturais outro corpo

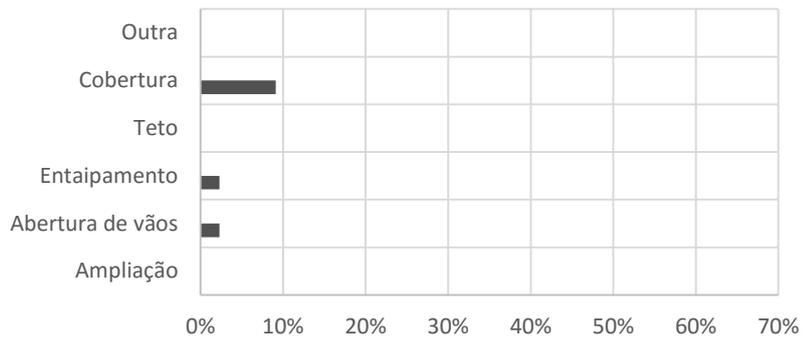


Figura B. 45 - Alterações estruturais na torre sineira

B.4 INTERAÇÃO COM A ENVOLVENTE

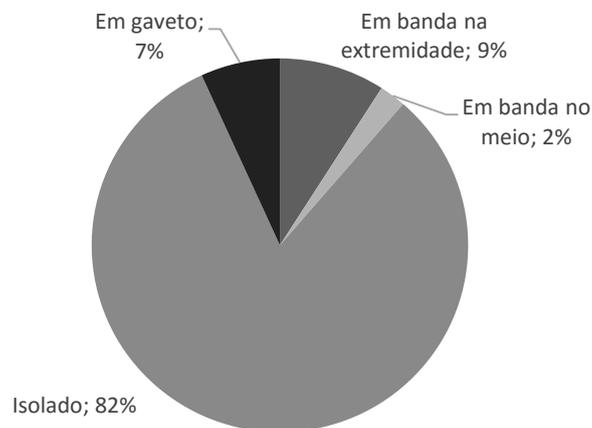


Figura B. 46 - Posição do imóvel

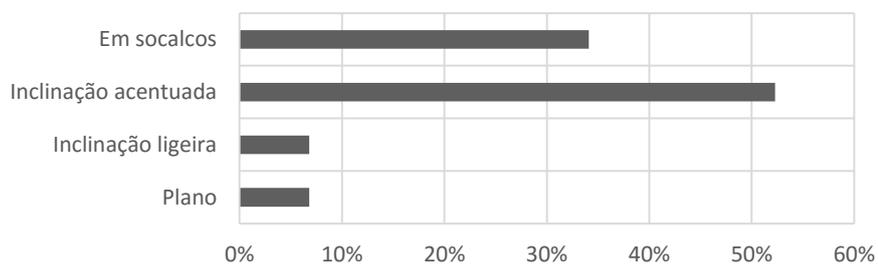


Figura B. 47 - Tipo de terreno onde o imóvel se insere

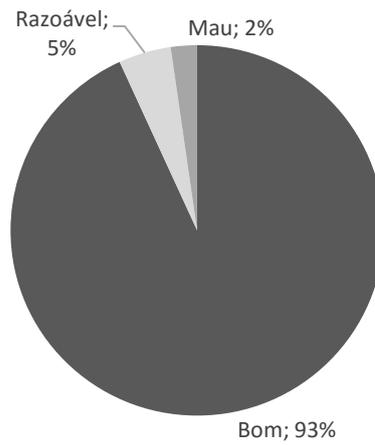


Figura B. 48 - Estado de conservação do pavimento exterior

B.5 ESTADO GERAL E PATOLOGIAS ASSOCIADAS AO CONJUNTO

B.5.1 Estado geral

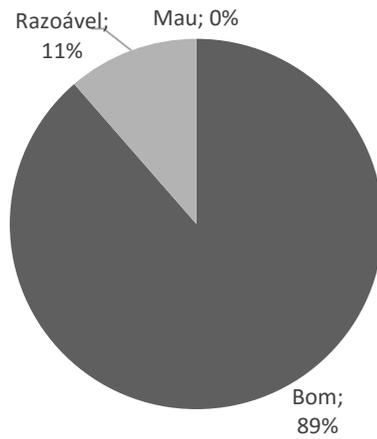


Figura B. 49 - Estado geral de conservação do imóvel

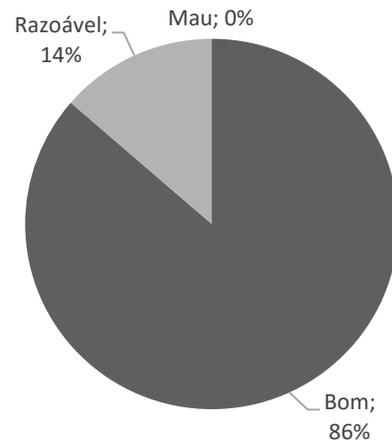


Figura B. 50 - Estado geral de conservação das paredes

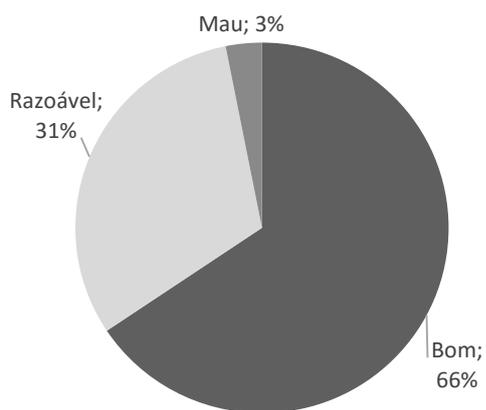


Figura B. 51 - Estado geral de conservação do teto/cobertura interior

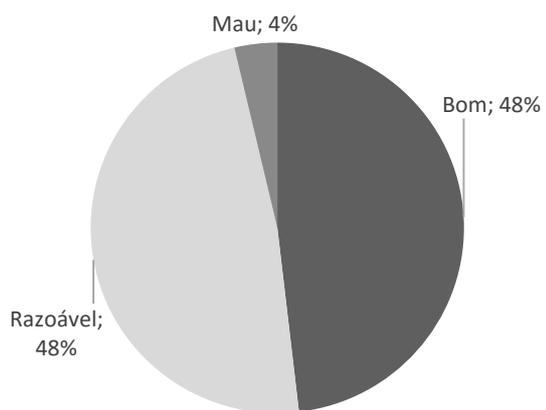


Figura B. 52 - Estado geral de conservação do património integrado

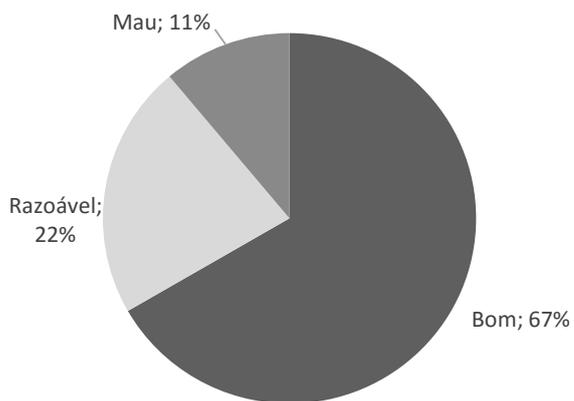


Figura B. 53 - Estado geral de conservação do interior do retábulo-mor

B.5.2 Patologias associadas ao conjunto

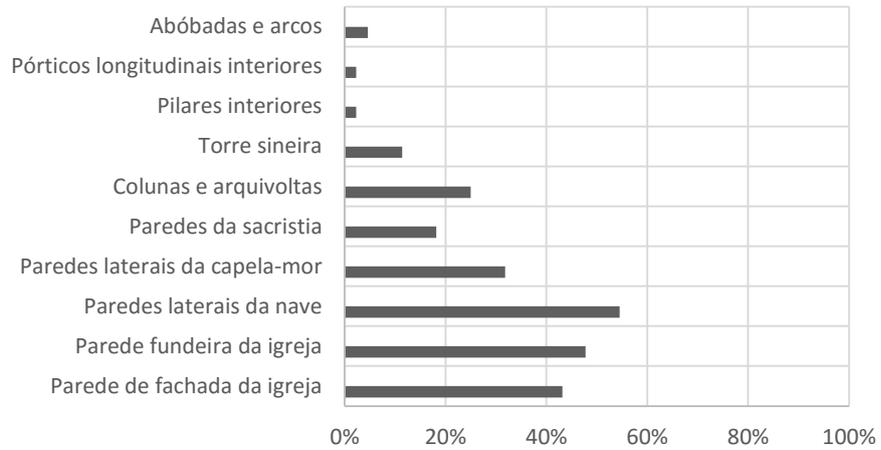


Figura B. 54 - Fissuração/Fraturação

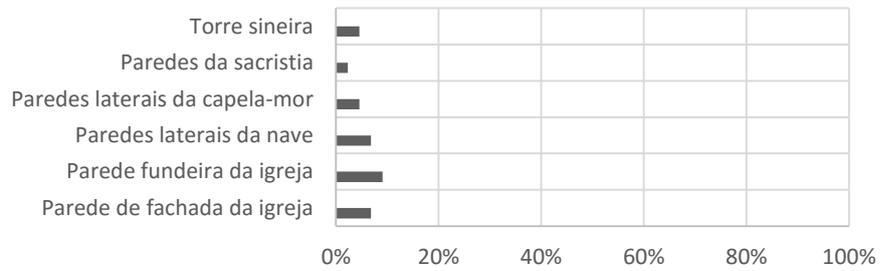


Figura B. 55 - Abertura de juntas

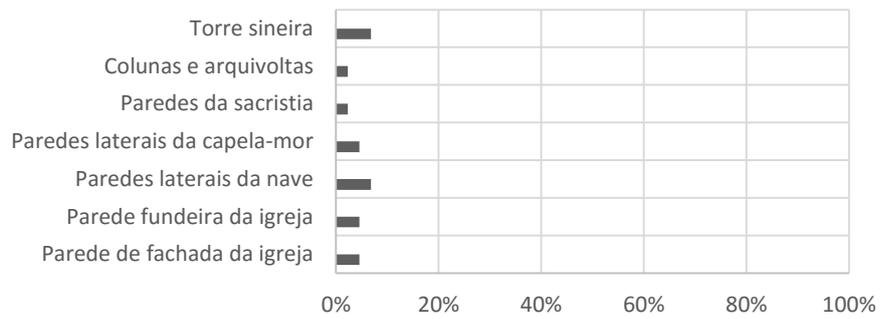


Figura B. 56 - Perda de argamassa

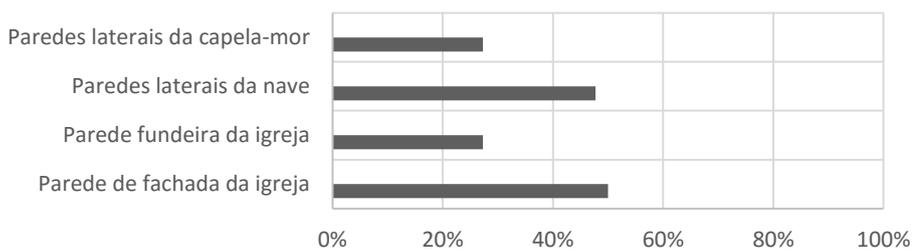


Figura B. 57 - Falta de travamento na ligação dos cunhais

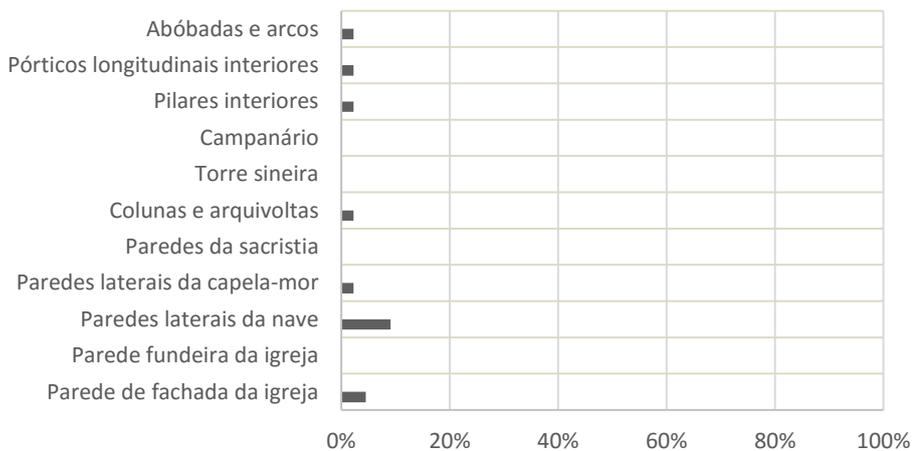


Figura B. 58 – Deformação



Figura B. 59 – Esmagamento

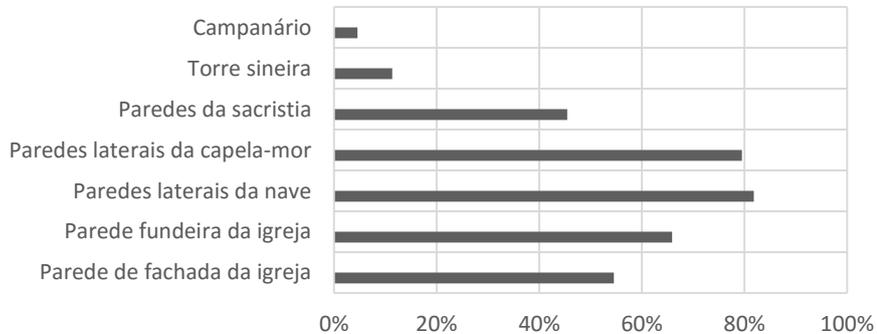


Figura B. 60 – Humidade

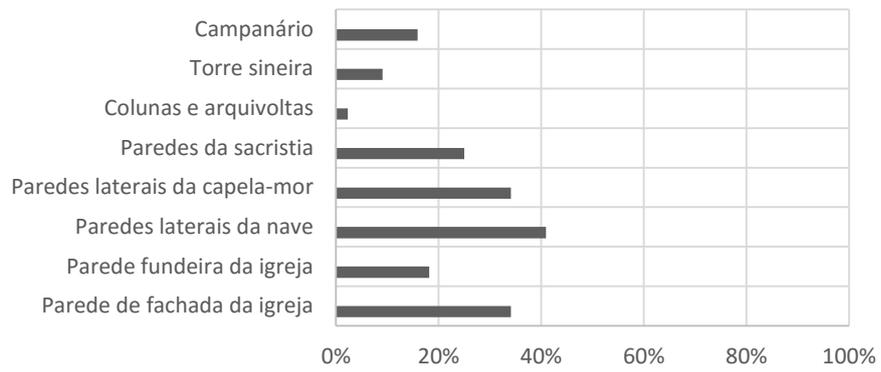


Figura B. 61 - Eflorescências

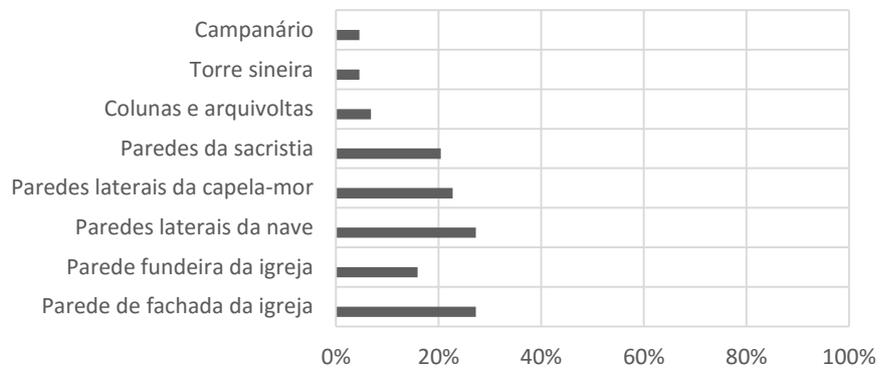


Figura B. 62 – Crostas

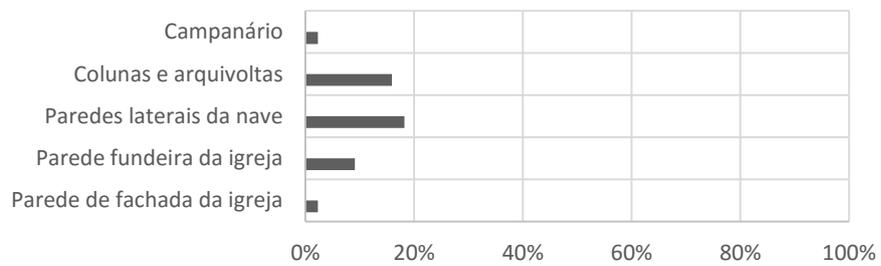


Figura B. 63 – Arenização

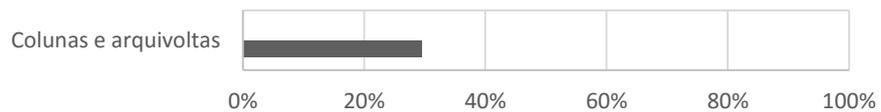


Figura B. 64 – Erosão



Figura B. 65 - Destacamento de placas

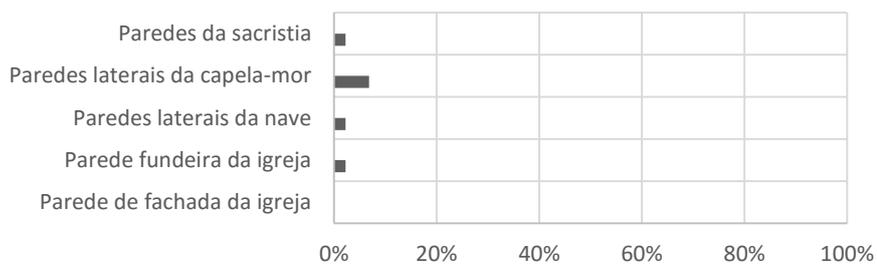


Figura B. 66 - Vegetação

B.6 MACRO-ELEMENTOS EXISTENTES

B.6.1 Existência de macro-elementos

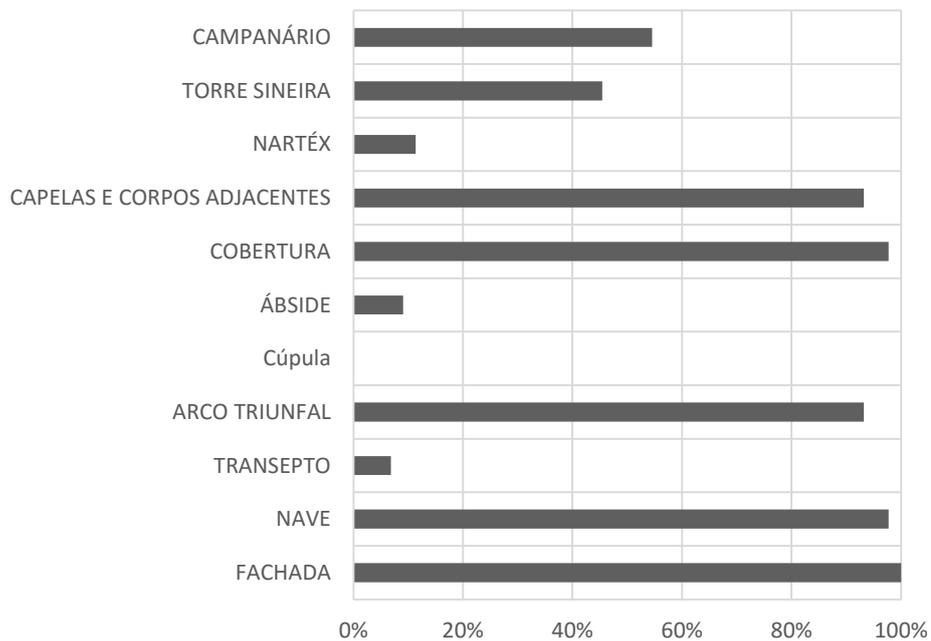


Figura B. 67 - Macro-elementos existentes

B.6.2 Reforço associado ao mecanismo

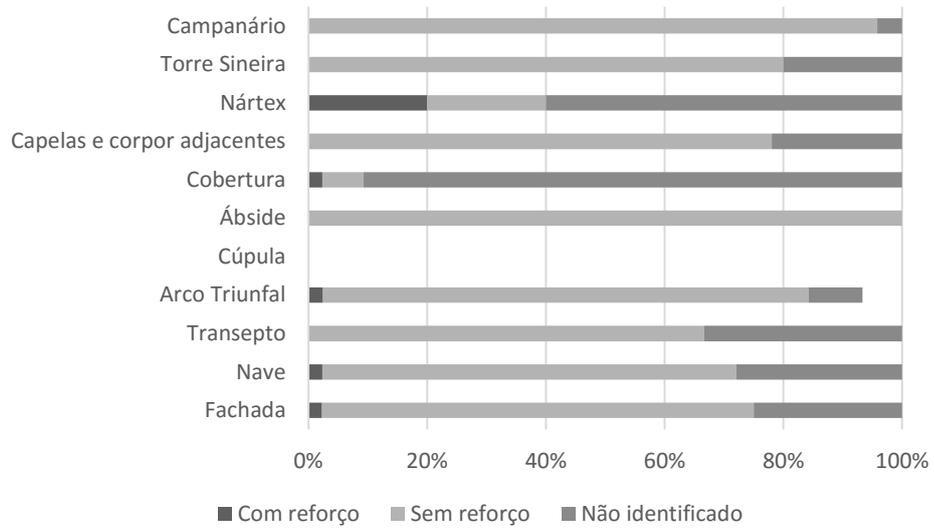


Figura B. 68 - Reforço associados ao macro-elemento

