



TÉCNICO LISBOA

**Caracterização de anomalias em edifícios escolares
portugueses de tipologia *Liceu***

Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Beatriz Rosa de Abreu Pereira Marques

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Construção e Reabilitação

Júri

Presidente: Professor Doutor João Paulo Janeiro Gomes Ferreira

Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Calição Lopes de Brito

Co-orientador: Professor Doutor João Pedro Ramôa Ribeiro Correia

Vogais: Professora Doutora Maria Alexandra de Lacerda Nave Alegre

Professora Doutora Helena Silva Barranha Gomes

Outubro de 2012

AGRADECIMENTOS

Aos professores Jorge Manuel Calição Lopes de Brito e João Pedro Ramôa Ribeiro Correia, pelo apoio e disponibilidade na orientação científica ao longo do trabalho de investigação. Agradeço ainda a sua enorme confiança e incentivo nos momentos mais atribulados, imprescindível para a finalização deste trabalho.

Ao ICIST, pela disponibilização dos relatórios de peritagem de anomalias nas escolas secundárias, que se revelaram ferramentas fundamentais para a realização da dissertação.

Aos colegas do 1º Curso de Mestrado em Construção e Reabilitação, que, graças às conversas e aos momentos de debate crítico, foram contribuindo para o desenvolvimento da dissertação, incentivando e apoiando com alegria e disponibilidade.

Às colegas Joana e Clara, pelo apoio, incentivo e colaboração durante o período de desenvolvimento da metodologia e de elaboração da dissertação. Agradeço ainda a amizade e companheirismo, fundamentais para ultrapassar diversos obstáculos e dificuldades sentidas ao longo deste período de desenvolvimento do trabalho.

A todos os familiares e amigos que permanentemente contribuíram com toda a paciência e compreensão, principalmente a minha mãe e irmã, que incondicionalmente acompanharam o esforço e dedicação empregues nos dois anos de Mestrado, ajudando a levar a bom porto mais uma etapa de formação e de vida.

RESUMO

No âmbito das intervenções de reabilitação das escolas secundárias pela empresa *Parque Escolar* foram realizadas inspecções técnicas de peritagem de anomalias pelo ICIST, com vista à identificação dos principais fenómenos de degradação que afectam os edifícios.

A caracterização do estado de conservação das escolas inspeccionadas, através da análise estatística dos parâmetros de caracterização definidos, permite aprofundar o conhecimento sobre anomalias construtivas, estabelecendo de relações entre anomalias, causas prováveis e outros parâmetros de caracterização.

Nesse sentido, procedeu-se à estruturação de uma base de dados a partir das informações disponibilizadas pelos relatórios de peritagem de anomalias de 15 escolas secundárias de tipologia *Liceu*, que permitisse organizar as informações e estabelecer as relações estatísticas. A construção da base de dados procurou identificar e caracterizar as anomalias mais frequentes em edifícios desta tipologia, tendo em conta as soluções construtivas utilizadas, bem como os principais parâmetros de caracterização que estão na origem dos fenómenos de degradação e que influenciam a durabilidade das construções.

As anomalias mais frequentes na envolvente das escolas resultam de falta de manutenção e de problemas de estanqueidade aos agentes atmosféricos de degradação, principalmente nos elementos de betão armado. A corrosão das armaduras e o descasque do betão de recobrimento resultam de erros de concepção / execução, justificadas pelo desconhecimento da evolução da degradação destes elementos e das características deste material pelos projectistas e pela mão-de-obra no período de execução. No interior, para além das consequências da falta de estanqueidade e dos erros de concepção / execução, destaca-se a falta de acções de manutenção.

Conclui-se que a qualidade de construção, desde o projecto até à execução, e as acções periódicas de conservação e manutenção são fundamentais para garantir da durabilidade das construções, sendo consequência do seu planeamento desde a fase de concepção.

Palavras-chave: Escolas; *Liceus*; Anomalias; Causas; Base de dados; Análise estatística.

ABSTRACT

Within the scope of the interventions on secondary schools by *Parque Escolar*, technical inspections were conducted by ICIST in order to identify the main degradation processes that affect the school buildings.

The characterization of the state of the school building condition allows improving the existing knowledge about constructive anomalies, through the establishment of relationships between anomalies, probable causes and other characterization parameters, through a statistical analysis of the characterization criteria used.

To that end, the database was designed with organized information, provided by the expert reports from 15 secondary schools (*Liceu* typology), allowing consolidating information and establishing statistical relationships between the parameters. The aim of the database is to analyze the most frequent anomalies in this type of school buildings, given the constructive solutions and the main characterization parameters that cause the degradation mechanisms and affect the service life of these building elements.

The most frequent anomalies in the envelope of the buildings are due to lack of maintenance and water infiltration, mainly in reinforced concrete elements. The reinforcement corrosion and spalling of concrete are a result of design / execution errors. This is justified by the lack of knowledge of the degradation processes of these elements and the characteristics of these materials by designers and workers at the design and construction stages. In the inside there is an absence of maintenance actions, in addition to the consequences of the lack of sealing capacity and design / execution errors.

It was found out that the application of the materials by qualified staff and the implementation of a periodic maintenance program must be planned since the design stage, in order to ensure the expected service life of the building elements.

Keywords: Schools; *Liceus*; Anomalies; Causes; Database; Statistical analysis.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE QUADROS	XVII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO.....	1
1.2 OBJECTIVOS.....	2
1.3 METODOLOGIA.....	3
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
2 ESTADO DA ARTE	7
2.1 O PATRIMÓNIO ESCOLAR EM PORTUGAL.....	7
2.1.1 CONTEXTO HISTÓRICO DOS EDIFÍCIOS ESCOLARES NO SÉCULO XX.....	7
2.1.2 PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR PARA O SÉCULO XXI.....	9
2.2 METODOLOGIAS DE CARACTERIZAÇÃO DE ANOMALIAS.....	9
2.3 SÍNTESE.....	11
3 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO ESCOLAR DE TIPOLOGIA LICEU	13
3.1 EVOLUÇÃO DO EDIFÍCIO ESCOLAR DE TIPOLOGIA LICEU	13
3.1.1 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE ARQUITECTURA ESCOLAR NA EUROPA	13
a. Os “Lycées” franceses da “École de Beaux-Arts” de Paris	14
b. O Movimento Moderno na Europa.....	16
c. Organizações internacionais do pós-guerra	17
3.1.2 EVOLUÇÃO DO EDIFÍCIO LICEU EM PORTUGAL	19
a. Antecedentes do ensino liceal	19
b. Criação do Liceu na transição republicana	20
c. Concursos de construção de edifícios Liceu nos anos 30	24
d. Expansão do Liceu - Plano de 38.....	26
e. Expansão do Liceu - Plano de 58.....	29
3.2 CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA E FUNCIONAL DO EDIFÍCIO ESCOLAR DE TIPOLOGIA LICEU.....	31
3.2.1 CORPO PRINCIPAL	32
3.2.1 CORPO DE SALAS DE AULA.....	34
3.2.2 CORPO DE EDUCAÇÃO FÍSICA	34

3.2.3	<i>ESPAÇOS EXTERIORES</i>	35
3.3	SÍNTESE.....	36
4	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS	39
4.1	INSPECÇÕES E RELATÓRIOS DE PERITAGEM DE ANOMALIAS DOS EDIFÍCIOS ESCOLARES - ICIST	39
4.1.1	<i>OBJECTIVOS</i>	40
4.1.2	<i>METODOLOGIA</i>	41
4.1.3	<i>ESTRUTURA DOS RELATÓRIOS</i>	41
4.2	DEFINIÇÃO DA BASE DE DADOS.....	44
4.2.1	<i>IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS</i>	44
4.2.2	<i>LOCALIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS</i>	49
4.2.3	<i>CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS CONSTRUTIVAS</i>	50
a.	Localização das anomalias	52
b.	Identificação das anomalias.....	53
c.	Determinação da gravidade das anomalias	59
d.	Sistema de ponderação de gravidades	73
e.	Identificação das causas possíveis	75
f.	Recomendações de actuação	79
4.3	SÍNTESE.....	87
5	ANÁLISE ESTATÍSTICA E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	89
5.1	NOTAS INTRODUTÓRIAS	89
5.2	LOCALIZAÇÃO DAS ESCOLAS.....	90
5.3	CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DAS ESCOLAS	93
5.3.1	<i>CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS ESCOLAS</i>	94
5.3.2	<i>CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS DAS ESCOLAS</i>	97
5.4	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS ESCOLAS	99
5.4.1	<i>ANOMALIAS</i>	99
5.4.2	<i>CAUSAS PROVÁVEIS</i>	101
5.4.3	<i>QUANTIDADE DE ELEMENTOS AFECTADOS PELAS ANOMALIAS NOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS</i>	105
5.4.4	<i>NÍVEL DE GRAVIDADE DAS ANOMALIAS</i>	106
5.4.5	<i>RECOMENDAÇÕES DE ACTUAÇÃO</i>	108
5.4.6	<i>ESPAÇOS FUNCIONAIS</i>	111
5.5	RELAÇÃO ESTATÍSTICA DOS ELEMENTOS AFECTADOS COM ANOMALIAS, CAUSAS E RECOMENDAÇÕES	113
5.5.1	<i>ELEMENTOS FONTE DE MANUTENÇÃO - EFM</i>	113
5.5.2	<i>ANOMALIAS</i>	115
5.5.3	<i>CAUSAS PROVÁVEIS</i>	119
5.5.4	<i>RECOMENDAÇÕES DE ACTUAÇÃO</i>	121
5.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	123

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

6	CONCLUSÃO	125
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
6.2	CONCLUSÕES	125
6.3	PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO NO FUTURO	131
	BIBLIOGRAFIA	133
	ANEXOS	1
	ANEXO A - LISTA DE MATERIAIS CONSTITUINTES	1
	ANEXO B - LISTA DE ELEMENTOS FONTE DE MANUTENÇÃO (EFM).....	1
	ANEXO C - LISTA DE ANOMALIAS	1

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Imagem do "Lycée Lakanal", nos arredores de Paris. Fonte: http://www.lyc-lakanal-sceaux.ac-versailles.fr	15
Figura 3.2 - Vista aérea do "Lycée Lakanal", nos arredores de Paris. Fonte: http://www.lyc-lakanal-sceaux.ac-versailles.fr	15
Figura 3.3 - Imagem do "Lycée Buffon", em Paris. Fonte: http://www.clg-mauriac-louvres.ac-versailles.fr	15
Figura 3.4 - Vista aérea do "Lycée Buffon", em Paris. Fonte: http://www.clg-mauriac-louvres.ac-versailles.fr	15
Figura 3.5 - Imagens das fachadas do <i>Groupe Scolaire Karl Marx</i>	16
Figura 3.6 - Planta de implantação do <i>Groupe Scolaire Karl Marx</i>	16
Figura 3.7 - Planta do primeiro piso do <i>Groupe Scolaire Karl Marx</i>	17
Figura 3.8 - Organização funcional de uma escola em Zurique.....	18
Figura 3.9 - Corte e um alçado de uma escola, com salas de aula de iluminação bilateral e ventilação transversal.....	18
Figura 3.10 - Vista aérea do Colégio das Artes, em Coimbra. Fonte: http://www.bing.com	20
Figura 3.11 - Vista do pátio do Colégio das Artes, em Coimbra.....	20
Figura 3.12 - Vista aérea do antigo Liceu Nacional de Aveiro. Fonte: http://www.prof2000.pt	21
Figura 3.13 - Imagem da fachada principal do antigo Liceu Nacional de Aveiro. Fonte: http://www.igespar.pt	21
Figura 3.14 - Vista aérea do Liceu Pedro Nunes, em Lisboa. Fonte: http://maps.google.com	23
Figura 3.15 - Fachada principal do Liceu Pedro Nunes, em Lisboa. Fonte: Parque Escolar EPE 2010.....	23
Figura 3.16 - Imagem da fachada principal do Liceu de Beja. Fonte: ICIST.....	26
Figura 3.17 - Perspectiva isométrica do Liceu de Beja. Fonte: http://www.igespar.pt	26
Figura 3.18 - Imagem da fachada principal do Liceu Sá da Bandeira, em Santarém.....	29
Figura 3.19 - Perspectiva do Liceu Sá da Bandeira, em Santarém.....	29
Figura 3.20 - Vista da entrada do Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa. Fonte: ICIST.....	31
Figura 3.21 - Desenho do projecto de arquitectura para o Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa. Fonte: http://www.parque-escolar.pt	31
Figura 3.22 - Vista aérea do Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa. Fonte: http://www.bing.com	31

Figura 3.23 - Imagem do pátio do Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa. Fonte: ICIST.....	31
Figura 3.24 - Esquema formal dos “colégios”: organização em torno de um pátio fechado para o exterior (esquerda), onde se encontram as circulações do espaço escolar (direita).....	32
Figura 3.25 - Excerto da <i>Carta topográfica de Lisboa</i> de 1871, com as alterações a encarnado feitas até 1911, com a localização do Liceu Pedro Nunes a laranja.	33
Figura 3.26 - Vista da fachada principal do Liceu Pedro Nunes, a partir da Avenida Álvares Cabral, em Lisboa.....	33
Figura 3.27 - Esquema formal do Liceu de Sá da Bandeira em Santarém do "Plano de 38": simetria da implantação em relação à entrada (esquerda) e circulações horizontais de ligação entre os vários blocos (direita).....	34
Figura 3.28 – Imagem da estrutura metálica do antigo ginásio do Liceu Pedro Nunes, Lisboa. Fonte: ICIST	35
Figura 3.29 – Planta geral do Liceu Pedro Nunes, em Lisboa, com a localização do novo pavilhão gimnodesportivo a laranja. Fonte: ICIST.....	35
Figura 3.30 - Esquema funcional e formal dos espaços exteriores dos primeiros liceus: transição da estrutura em pátio (esquerda), para uma implantação de maior abertura dos espaços exteriores (direita).....	35
Figura 4.1 - Comparação visual de gravidades das anomalias A1 - Sujidade diferencial.	60
Figura 4.2 - Comparação visual de gravidades das anomalias A2 - Sujidade uniforme.....	60
Figura 4.3 - Comparação visual de gravidades das anomalias A3 - Descoloração ou mancha.....	61
Figura 4.4 - Comparação visual de gravidades das anomalias A4 - Fissuração mapeada.	61
Figura 4.5 - Comparação visual de gravidades das anomalias A5 - Fissuração orientada.....	62
Figura 4.6 - Comparação visual de gravidades das anomalias A7 - Fractura e/ou elemento(s) partido(s).62	
Figura 4.7 - Comparação visual de gravidades das anomalias A8 - Descasque e/ou escamação.....	63
Figura 4.8 - Comparação visual de gravidades das anomalias A9 - Alveolização e/ou picadura.....	63
Figura 4.9 - Comparação visual de gravidades das anomalias A10 - Lacuna em profundidade.	64
Figura 4.10 - Comparação visual de gravidades das anomalias A12 - Corrosão em armaduras de betão armado.	65
Figura 4.11 - Comparação visual de gravidades das anomalias A12 - Corrosão em diversos elementos metálicos.	65
Figura 4.12 - Comparação visual de gravidades das anomalias A14 - Elemento(s) solto(s).....	66
Figura 4.13 - Comparação visual de gravidades das anomalias A16 - Elemento(s) em falta.....	66

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Figura 4.14 - Comparação visual de gravidades das anomalias A17 - Desgaste localizado.....	67
Figura 4.15 - Comparação visual de gravidades das anomalias A18 - Desgaste uniforme.....	67
Figura 4.16 - Comparação visual de gravidades das anomalias A19 - Deficiente funcionamento de juntas de dilatação.	68
Figura 4.17 - Comparação visual de gravidades das anomalias A19 - Deficiente funcionamento nos restantes EFM.....	68
Figura 4.18 - Comparação visual de gravidades das anomalias A20 - Sem funcionamento.....	69
Figura 4.19 - Comparação visual de gravidades das anomalias A21 - Infiltrações.	69
Figura 4.20 - Comparação visual de gravidades das anomalias A23 - Colonização e/ou ataque biológico.	70
Figura 4.21 - Comparação visual de gravidades das anomalias A24 - Vegetação parasitária.	70
Figura 4.22 - Comparação visual de gravidades das anomalias A25 - Dejectos de aves.	71
Figura 4.23 - Comparação visual de gravidades das anomalias A28 - Detritos.	71
Figura 4.24 - Comparação visual de gravidades das anomalias A29 - Deformação excessiva / assentamentos.	72
Figura 4.25 - Comparação visual de gravidades das anomalias A30 - <i>Graffiti</i>	72
Figura 4.26 - Comparação visual de gravidades das anomalias A31 - Empolamento.	73
Figura 4.27 - Exemplo de ficha de anomalia com a apresentação das causas possíveis em destaque (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).	79
Figura 4.28 - Exemplo de ficha de anomalia com a apresentação das recomendações de actuação em destaque (Escola Secundária Rainha D. Leonor, Lisboa).	87
Figura 5.1 - Distribuição das escolas por década de construção.....	90
Figura 5.2 - Mapa dos distritos de Portugal com a localização das escolas inspeccionadas de tipologia <i>Liceu</i> por concelho.....	91
Figura 5.3 - Fotografia aérea com a localização das escolas inspeccionadas de tipologia <i>Liceu</i> em Lisboa.	92
Figura 5.4 - Frequência relativa dos meios envolventes das escolas inspeccionadas.....	92
Figura 5.5 - Frequência absoluta das tipologias funcionais dos edifícios das escolas inspeccionados.	94
Figura 5.6 - Frequência relativa dos elementos verticais da estrutura (incluindo fundações) na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.	95

Figura 5.7 - Frequência relativa dos elementos horizontais da estrutura, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.....	96
Figura 5.8 - Frequência relativa do tipo de estrutura de escadas utilizadas, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.....	96
Figura 5.9 - Frequência relativa da existência de juntas de dilatação, nas escolas com edifícios em betão armado.....	97
Figura 5.10 - Frequência relativa por tipologia de cobertura, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.....	97
Figura 5.11 - Frequência relativa do tipo de estrutura de coberturas planas, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.....	98
Figura 5.12 - Frequência relativa do tipo de estrutura de coberturas inclinadas, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.....	98
Figura 5.13 - Frequência absoluta das anomalias identificadas nas escolas inspeccionadas.....	100
Figura 5.14 - Frequência absoluta das anomalias identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.....	100
Figura 5.15 - Frequência absoluta dos grupos de causas gerais das anomalias identificadas nas escolas.....	102
Figura 5.16 - Frequência absoluta dos grupos de causas gerais das anomalias identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.....	102
Figura 5.17 - Frequência absoluta das causas específicas do grupo 2 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.....	103
Figura 5.18 - Frequência absoluta das causas específicas do grupo 4 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.....	104
Figura 5.19 - Frequência relativa do nível de afectação das anomalias identificadas nos elementos construtivos na totalidade das escolas inspeccionadas.....	105
Figura 5.20 - Frequência absoluta do nível de afectação das anomalias identificadas nos elementos construtivos, de acordo com a sua localização específica.....	106
Figura 5.21 - Frequência relativa dos níveis de gravidade das anomalias identificadas nas escolas inspeccionadas.....	107
Figura 5.22 - Frequência relativa dos níveis de gravidade das anomalias identificadas nas escolas inspeccionadas, de acordo com a sua localização específica.....	107
Figura 5.23 - Frequência absoluta dos grupos de recomendações de actuação gerais das anomalias identificadas nas escolas.....	108

Figura 5.24 - Frequência absoluta dos grupos de recomendações de actuação gerais das anomalias identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.....	109
Figura 5.25 - Frequência absoluta das recomendações de actuação específicas do grupo 1 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.	110
Figura 5.26 - Frequência absoluta das recomendações de actuação específicas do grupo 7 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.	111
Figura 5.27 - Frequência absoluta dos espaços funcionais onde ocorrem as anomalias identificadas nas escolas.	112
Figura 5.28 - Frequência absoluta das anomalias identificadas no espaço funcional do tipo E1 (zonas de circulação).	112
Figura 5.29 - Frequência absoluta das anomalias identificadas no espaço funcional do tipo E2 (salas de aula).....	113
Figura 5.30 - Frequências absolutas das anomalias identificadas pelos EFM gerais nas escolas inspeccionadas.	114
Figura 5.31 - Frequências absolutas das anomalias identificadas pelos EFM gerais nas escolas inspeccionadas, de acordo com a sua localização específica.	115
Figura 5.32 - Frequência absoluta das anomalias identificadas nos EFM específico do grupo 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.....	116
Figura 5.33 - Frequência absoluta dos vários tipos de anomalias nos EFM do grupo 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.....	116
Figura 5.34 - Frequência absoluta das anomalias identificadas pelos EFM específico do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.....	117
Figura 5.35 - Frequência absoluta dos vários tipos de anomalias nos EFM do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.....	117
Figura 5.36 - Frequência absoluta das anomalias identificadas pelos EFM específico do grupo 10 (revestimento de paramentos) nas escolas inspeccionadas.	118
Figura 5.37 - Frequência absoluta dos vários tipos de anomalias nos EFM do grupo 10 (revestimentos de paramentos) nas escolas inspeccionadas.....	118
Figura 5.38 - Frequência absoluta das causas gerais identificadas nos EFM 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.....	119
Figura 5.39 - Frequência absoluta das causas gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.....	120

Figura 5.40 - Frequência absoluta das causas gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 10 (revestimentos de paramentos) nas escolas inspeccionadas.....	120
Figura 5.41 - Frequência absoluta das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.....	121
Figura 5.42 - Frequência absoluta das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.....	122
Figura 5.43 - Frequência absoluta das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 10 (revestimentos de paramentos) nas escolas inspeccionadas.....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - <i>Plano de construções, ampliações e melhoramentos de edifícios liceais</i> (Plano de 38) Fonte: Decreto-Lei n.º 28604 de 21 de Abril de 1938	27
Quadro 4.1 - Lista de escolas inseridas na tipologia <i>Liceu</i>	40
Quadro 4.2 - Ficha de inspeção de apoio à elaboração dos relatórios de peritagem de anomalias (ICIST).	43
Quadro 4.3 - Ficha exemplificativa de identificação da escola secundária (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).	45
Quadro 4.4 - Ficha exemplificativa da primeira parte de caracterização da escola secundária (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja)	46
Quadro 4.5 - Ficha exemplificativa de apresentação das diversas tipologias funcionais (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja)	47
Quadro 4.6 - Ficha exemplificativa de identificação dos espaços exteriores (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).	49
Quadro 4.7 - Exemplo de preenchimento da base de dados - das fichas de localização do edifício escolar (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).	50
Quadro 4.8 - Exemplo de preenchimento da base de dados das fichas de caracterização das anomalias (Escola Secundária D. Luísa de Gusmão, Lisboa).	51
Quadro 4.9 - Lista de espaços funcionais.	52
Quadro 4.10 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados.	54
Quadro 4.11 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).	55
Quadro 4.12 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).	56
Quadro 4.13 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).	57
Quadro 4.14 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).	58
Quadro 4.15 - Lista para a repetição das anomalias de fissuração nos revestimentos e acabamentos. ...	58
Quadro 4.16 - Resultados da ponderação de gravidades das anomalias.	74
Quadro 4.17 - Lista de causas estruturais.	75
Quadro 4.18 - Lista de causas ambientais.	76
Quadro 4.19 - Lista de causas temporais.	76

Quadro 4.20 - Lista de causas relacionadas com execução e/ou projecto.....	77
Quadro 4.21 - Lista de causas relacionadas com a acção humana e/ou animal.	77
Quadro 4.22 - Lista de causas acidentais.	78
Quadro 4.23 - Lista de recomendações de actuação relativas a acções de limpeza.	80
Quadro 4.24 - Lista de recomendações relativas a tratamentos e/ou preparação superficial ou acabamento.....	81
Quadro 4.25 - Lista de recomendações de actuação relativas à substituição de elementos.....	82
Quadro 4.26 - Lista de recomendações de actuação para fixação e/ou reforço.....	83
Quadro 4.27 - Lista de recomendações de actuação relativas a colocação e/ou execução.	84
Quadro 4.28 - Lista de recomendações de actuação relativas à remoção de elementos.	85
Quadro 4.29 - Lista de recomendações de actuação relativas à reconstituição de elementos.	85
Quadro 4.30 - Lista de recomendações de actuação relativas à revisão e/ou manutenção periódica.	86
Quadro 5.1 - Identificação das escolas com idade, número total de ocorrências e de EFM afectados pelas anomalias identificadas nas escolas.	89
Quadro 5.2 - Tipologias funcionais das escolas.	93

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A dissertação insere-se no âmbito do Mestrado em Construção e Reabilitação do Instituto Superior Técnico e procura estudar um sistema de caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses.

Os edifícios escolares portugueses apresentavam-se, no início do século XXI, como um conjunto bastante heterogéneo e degradado, como resultado da ausência de acções continuadas de manutenção, tendo em conta as exigências actuais de ensino. Neste sentido, é criada a empresa pública *Parque Escolar EPE*, com o objectivo de requalificar as escolas secundárias, integrando esta iniciativa num modelo de gestão patrimonial que abranja o planeamento de acções de conservação e de manutenção ao longo do tempo. Tendo em vista a requalificação do parque escolar português, tornou-se imperativa a caracterização dos edifícios escolares existentes, tendo em conta as características construtivas e o estado de conservação das escolas secundárias.

Tendo em vista a sua reabilitação, cerca de 60 escolas secundárias nas regiões Centro e Sul de Portugal, construídas durante o século XX, foram inspeccionadas pelo Instituto de Engenharias de Estruturas, Território e Construção (ICIST) do Instituto Superior Técnico, e foram divididas em quatro tipologias: escolas *Liceus*, escolas industriais, escolas de tipologia pavilhonar e escolas com tipologia singular que, dada a sua especificidade, não se inserem nas três primeiras tipologias definidas.

As quatro tipologias foram divididas por três dissertações do Mestrado em Construção e Reabilitação de modo a ser feita a caracterização das anomalias por tipologia de construção escolar. A metodologia a ser seguida foi comum para as três dissertações, levando a uma estreita colaboração entre as autoras ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho.

Este trabalho pretende fazer a caracterização construtiva e análise das anomalias das escolas de tipologia *Liceu*, tendo como base os relatórios referidos, através da elaboração de uma base de dados para todas as tipologias de escolas secundárias. Nesta tipologia inserem-se os edifícios escolares de ensino secundário considerados como *Liceus* segundo a definição da bibliografia consultada (Alegre 2009). No entanto, para além destes edifícios escolares, esta análise inclui ainda outras escolas que, apesar de não estarem enquadradas em termos programáticos na tipologia *Liceu*, aproximam-se desta tipologia pelas suas características construtivas.

Introdução

Capítulo 1

A partir da base de dados proposta, foi realizada uma análise estatística, tendo em vista a caracterização do estado de degradação segundo diversos parâmetros de caracterização das anomalias. Os resultados foram organizados, analisados e estudados, de modo a alcançar os objectivos propostos.

1.2 OBJECTIVOS

O objectivo desta dissertação é a caracterização do estado de conservação das escolas inspeccionadas antes das intervenções de reabilitação, através da análise estatísticas dos seus parâmetros de caracterização, e aprofundar o conhecimento sobre as anomalias identificadas, através do estabelecimento de relações entre anomalias e as causas prováveis e outros parâmetros de caracterização.

De modo a alcançar este objectivo, foi necessário proceder à estruturação, de uma forma sistemática, da informação disponibilizada pelos relatórios de peritagem de anomalias construtivas das 15 escolas secundárias do universo inspeccionado, de tipologia definida como *Liceu*, tendo em conta as soluções construtivas adoptadas, através da concepção de uma base de dados que permitisse organizar as informações e estabelecer as relações estatísticas.

A construção da base de dados tem como objectivo estruturar e caracterizar as anomalias mais frequentes em edifícios escolares de tipologia *Liceu* em Portugal, tendo em conta as soluções construtivas utilizadas, bem como os principais parâmetros que estão na origem do desenvolvimento de fenómenos de degradação que influenciem a durabilidade das construções.

As escolas secundárias com a tipologia *Liceu* são caracterizadas por vários aspectos, que podem facilitar a compreensão das anomalias e das suas causas. Por esta razão, a caracterização das escolas com a tipologia *Liceu*, segundo os seus materiais construtivos, estruturais e não estruturais, constitui o primeiro objectivo.

Com a caracterização das anomalias dos edifícios inspeccionados, em termos estruturais e não estruturais, e com a indicação das causas que as precederam, pretende-se conhecer o estado de conservação e de degradação destes edifícios públicos, ao mesmo tempo que se considera o desempenho funcional dos vários elementos que os constituem. A partir da relação das anomalias com as suas causas, através dos parâmetros da base de dados, tendo em conta a caracterização construtiva, funcional e de desempenho dos elementos, pretende-se analisar o estado de degradação e de conservação destas escolas inspeccionadas e definir níveis de gravidade para as anomalias identificadas.

A partir desta definição e das relações estabelecidas, surge então a possibilidade de serem definidas as principais recomendações de actuação. Pretende-se que a definição de propostas de reabilitação nos relatórios das inspecções realizadas seja objecto de análise e de estudo crítico de modo a compreender as formas de intervenção nas anomalias.

Os relatórios das inspecções realizadas às 56 escolas secundárias são a base de informação a ser preenchida na base de dados, pelo que os resultados obtidos estarão relacionados directamente com as soluções construtivas utilizadas. No entanto, prevê-se que esta metodologia analítica possa constituir um instrumento de apoio à manutenção e reabilitação de edifícios, no sentido de disponibilizar as informações relativas ao estudo de anomalias construtivas e da relação destas com as suas causas, tendo em conta a idade das construções, os materiais utilizados, a localização das anomalias, a orientação solar dos elementos, as suas exigências funcionais, entre outros factores.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia adoptada para a elaboração da dissertação tem como ponto de partida a pesquisa bibliográfica para o aprofundamento de conhecimentos sobre as tipologias escolares, as exigências funcionais dos espaços e dos elementos fonte de manutenção e as anomalias mais frequentes e ainda as metodologias de recolha e organização de informação.

A tipologia escolar abordada nesta dissertação (*Liceu*) está inserida num determinado contexto histórico e cultural da primeira metade do século XX, que enquadra a construção de edifícios escolares com determinada identidade e com soluções construtivas específicas. A pesquisa bibliográfica teve também como objectivo a sua caracterização, tendo em conta a época construtiva e a história e a evolução da tipologia *Liceu*.

Os relatórios de peritagem de anomalias de escolas secundárias nacionais, inseridas no programa de reabilitação e modernização pela empresa “Parque Escolar, E.P.E” são o ponto de partida para a caracterização das soluções construtivas e das anomalias identificadas. Estes relatórios foram realizados em várias fases e por uma equipa de técnicos do ICIST.

Estes relatórios seguiram uma determinada metodologia de inspecção, tendo sido feita a recolha de informação por inspecção visual de todos os edifícios e dos seus espaços funcionais, a partir das peças desenhadas fornecidas, das visitas ao local e das informações obtidas. A partir da descrição sumária da escola, dos edifícios e dos materiais estruturais e não estruturais, são identificadas as anomalias existentes na escola e as recomendações de actuação. Estas informações são organizadas em função do conceito de Elementos Fonte de Manutenção (EFM) que define os elementos da construção que, ao poderem vir a desenvolver anomalias, dão origem a trabalhos de reabilitação ou de manutenção, numa perspectiva preventiva (Calejo 1989).

Dada a variedade de tipologias escolares e a diversidade dos relatórios das inspecções, a concepção da estrutura da base de dados deve ser coerente, simples e flexível, sendo para isso necessária a definição de dois níveis de parâmetros: gerais, relativos ao edifício, e específicos, relativos à anomalia.

Introdução

Capítulo 1

A organização dos relatórios encontra-se estruturada segundo os EFM e serviu como ponto de partida para a metodologia para a concepção da base de dados de recolha das informações das inspecções, tendo como objectivo principal a caracterização das anomalias identificadas. Esta base de dados procura apresentar as informações organizadas de uma maneira sistemática e integrada, relacionando os vários aspectos convenientes para o estudo, de modo a obter dados estatísticos que apresentem informações relevantes para cumprir os objectivos desta dissertação.

Deste modo, as anomalias ficam agrupadas por EFM para todas as escolas, sendo feita a descrição da anomalia de forma inequívoca, com base em imagens com legenda. Após esta caracterização, procura-se descrever o fenómeno que esteve na origem da anomalia, de acordo com o que está apresentado nos relatórios. As causas possíveis, inseridas numa cadeia de causas que levou ao desenvolvimento do fenómeno patológico, são também identificadas na base de dados, bem como o nível de gravidade e recomendações de actuação.

Os níveis de gravidade das anomalias são um importante factor de caracterização da degradação dos elementos construtivos, tendo em vista as necessidades de intervenção. Deste modo, é importante a definição de critérios de análise em termos físicos e funcionais (extensão da anomalia, profundidade, que exigências pode comprometer em termos de desempenho do EFM).

A introdução das informações na base de dados é feita por uma tabela, onde são preenchidos os vários parâmetros definidos para a caracterização da anomalia identificada. Este elemento inicial sintetiza um conjunto de informações que se transformam em dados estatísticos representativos das anomalias inspeccionadas e dos edifícios em questão. Por esta razão, a base de dados deve ter uma configuração simples e flexível, para garantir uma fácil integração da informação a analisar.

Os dados estatísticos são analisados e interpretados após o preenchimento da base de dados, através da recolha de frequências das anomalias e dos principais parâmetros de caracterização.

Para esta análise, são definidos os dados simples ou combinados que se pretende obter da base de dados, tendo em vista a concretização dos objectivos propostos. A informação obtida deve ser sintetizada e apresentada através de gráficos e quadros ao longo da dissertação, de forma a elucidar a leitura dos conteúdos e o aprofundamento de resultados obtidos.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O texto encontra-se dividido em seis capítulos, começando por ser feito no presente capítulo o enquadramento e a apresentação do tema de estudo, incidindo os dois capítulos seguintes na análise bibliográfica de diferentes temas que suportam o trabalho desenvolvido. Nos capítulos quatro e cinco, é apresentada a metodologia empregue nesta dissertação e efectuada a análise de resultados estatísticos.

No capítulo seis, são apresentadas as conclusões finais e as perspectivas futuras de desenvolvimento do trabalho. Apresenta-se de seguida a descrição resumida de cada um dos capítulos.

Capítulo 1: Introdução

Neste capítulo, efectua-se uma introdução geral ao tema da dissertação, com um enquadramento dos casos de estudo. São especificados os objectivos que orientaram este trabalho, ao mesmo tempo que é descrita a metodologia adoptada, de modo a alcançar os objectivos referidos, e é apresentada a estrutura da dissertação.

Capítulo 2: Estado da arte

A partir da bibliografia e de outras informações disponíveis, caracteriza-se neste capítulo o parque escolar português e a respectiva evolução em Portugal até à actualidade, incluindo uma breve descrição do programa de modernização das escolas do ensino secundário, que estão na base desta dissertação. Neste capítulo, são ainda apresentadas metodologias de caracterização de anomalias, incluindo as suas limitações e contribuições para a adopção de uma metodologia de caracterização de anomalias para edifícios escolares.

Capítulo 3: Caracterização do edifício escolar de tipologia Liceu em Portugal

Neste capítulo, é feita uma caracterização dos edifícios escolares em Portugal e na Europa, tendo em conta a sua evolução no contexto político, económico e social do final do século XIX e século XX. A identificação dos diferentes tipos de construção que acompanharam a sua evolução, bem como a caracterização funcional e espacial das escolas, constituem um ponto de partida para a identificação dos elementos construtivos mais frequentes e, conseqüentemente, para a caracterização das anomalias.

Capítulo 4: Metodologia de análise e caracterização das anomalias

Neste capítulo, desenvolve-se a metodologia proposta para a análise e caracterização de anomalias, desenvolvida em conjunto para as três tipologias de edifícios escolares. Esta metodologia procura sistematizar e organizar as informações disponibilizadas pelos relatórios de peritagens de anomalias desenvolvidos por uma equipa de técnicos do ICIST, numa base de dados.

Neste capítulo, são descritas as várias etapas de preenchimento da base de dados, bem como todos os parâmetros e critérios que orientaram a sua definição. Esta base de dados compreende uma série de listas de apoio ao preenchimento, nomeadamente de elementos fonte de manutenção, anomalias, causas, recomendações e espaços funcionais, que são igualmente apresentadas.

Uma parte importante desta metodologia consiste na atribuição de níveis de gravidade às anomalias, através de uma análise visual comparativa. Estes níveis de gravidade atribuídos são ponderados de

Introdução

Capítulo 1

acordo com a sua relevância, tal como os elementos fonte de manutenção e os tipos de anomalias. Este sistema de ponderação de gravidades, bem como a atribuição dos níveis de gravidade das anomalias identificadas, são descritos e apresentados neste capítulo.

Capítulo 5: Análise de dados estatísticos e discussão de resultados

Este capítulo apresenta os resultados estatísticos mais relevantes e a sua análise, tendo em conta os casos de estudo, e divide-se em quatro partes de análise: uma primeira parte relativa aos diferentes tipos de localização das escolas, em termos territoriais e de meio envolvente; uma segunda parte de identificação das principais tipologias construtivas ao nível da estrutura e das coberturas; a terceira parte do capítulo é relativa à caracterização geral do estado de conservação, segundo os diversos parâmetros de caracterização de anomalias; a última parte do capítulo diz respeito ao estudo dos parâmetros de caracterização de anomalias, tendo em conta os EFM mais afectados.

Capítulo 6: Conclusões

Neste capítulo final, apresentam-se as conclusões retiradas dos resultados obtidos da caracterização dos edifícios e das anomalias e da análise estatística. Apresentam-se ainda as linhas de investigação futura, relacionadas com as inspecções visuais, tendo em conta a metodologia proposta para a caracterização de anomalias.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 O PATRIMÓNIO ESCOLAR EM PORTUGAL

Em Portugal, a rede de equipamentos escolares de ensino secundário integra um conjunto heterogéneo de escolas, em termos de soluções construtivas e espaciais. A expansão do parque escolar ao longo do século XX, e principalmente a partir da década de 60, não promoveu, em paralelo, acções de conservação e manutenção para os edifícios existentes. Estas iniciativas de construção de novas escolas foram deixando para trás edifícios desadequados às novas pedagogias, desgastados por utilizações intensivas ao longo dos anos e inadequados em termos de conforto, acessibilidade e eficiência energética (Heitor 2009).

2.1.1 CONTEXTO HISTÓRICO DOS EDIFÍCIOS ESCOLARES NO SÉCULO XX

Durante a Idade Média e até ao século XVIII, a Igreja deteve um papel fundamental na instrução da população. Em Portugal, a partir do século XVIII, o Estado começa a assumir um maior destaque no campo da educação em substituição da Igreja com a intervenção de Marquês de Pombal nas reformas pedagógicas. Com a extinção das ordens religiosas em 1836, surge a necessidade de organização de modelos de educação e a urgência de construção de equipamentos escolares públicos que consigam dar resposta às necessidades de educação (Alegre 2009b).

De facto, durante o século XIX, a educação começa a ser vista como um direito universal na Europa, associado à responsabilidade do Estado de promover a instrução pública e combater o analfabetismo. O edifício escolar destaca-se assim como um equipamento de serviço público, o que traduz uma maior preocupação com questões sanitárias e pedagógicas, dando início a um período de experimentação e de afirmação de novos conceitos de organização escolar. Estes novos conceitos surgem associados às preocupações com a saúde e higiene, sendo o espaço escolar um local privilegiado de transmissão de boas práticas higienistas e de combate a doenças associadas à falta de salubridade dos espaços. (Alegre 2009b).

A área da educação foi, durante o século XX, uma ferramenta importante dos governos para implementar os seus ideais e as suas políticas de actuação, reflectindo-se no vasto conjunto de escolas construídas neste período. Actualmente, o conjunto de escolas do ensino secundário público representa um total de 477 edifícios escolares dispersos por todo o país, cuja construção se iniciou no final do século XIX e se prolongou até ao final do século XX.

Estas escolas constituem um conjunto muito diversificado em termos de tipologias e de qualidade arquitectónica e construtiva. A evolução do contexto histórico, político e cultural do país condicionou a

construção destas escolas. Por esta razão, os edifícios que as compõem adquiriram um reconhecido valor patrimonial, apesar de maioritariamente as soluções construtivas decorrerem da aplicação de projectos-tipo que foram surgindo ao longo do século XX.

A caracterização das escolas do tipo *Liceu* em Portugal no início do século XX, principalmente durante a transição do regime monárquico para o regime republicano, está muito ligada aos modelos de escolas francesas e aos movimentos arquitectónicos da época. Este contexto histórico e cultural é fundamental para a compreensão das soluções construtivas e das exigências funcionais dos espaços e dos elementos à época de construção (Alegre 2009b).

As escolas construídas nos anos 30 do século XX abrangem o primeiro conjunto de liceus planeados no país, no âmbito da intervenção da Junta Administrativa do Empréstimo para o Ensino Secundário (JAEES) criada em 1928 e extinta em 1934. A sua identidade histórica, que transporta uma dimensão simbólica na cultura portuguesa resultante das soluções arquitectónicas e construtivas adoptadas e do contexto em que foram planeadas, leva a que sejam estudadas de uma maneira mais atenta e cuidada (Alegre 2009a).

Em termos construtivos, os edifícios apresentam uma forte robustez, progredindo de tecnologias construtivas tradicionais nas quais foram incorporados, pontualmente, elementos inovadores à época, tais como estruturas metálicas com recurso ao aço em vigas e ao ferro fundido em colunas e pavimentos em betão, para sistemas construtivos mistos de paredes autoportantes combinadas com estruturas porticadas, lajes de betão armado e coberturas em terraço.

A partir dos anos 40 do século XX, foram construídas diversas escolas do tipo *Liceu* e industriais, através da Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário (JCETS-MOP), que continua o trabalho da JAEES. Os edifícios que compõem os complexos das escolas tipo *Liceu* organizam-se a partir de um corpo principal, com outros edifícios, nomeadamente o ginásio, e espaços exteriores a ocuparem o restante lote.

Em termos construtivos, a estrutura é constituída essencialmente por paredes resistentes de alvenaria ordinária de pedra rebocada, sobre as quais assentavam lajes de piso e escadas de betão armado, relacionando as técnicas construtivas tradicionais com os materiais inovadores da época.

A maioria dos edifícios (cerca de 70%) que constituem actualmente o parque escolar português foram construídas a partir de 1960, a partir de um conjunto de projectos-tipo destinados a liceus, escolas técnicas e escolas preparatórias, que tinham como principal objectivo a rapidez e economia de construção, o que se traduziu no tipo de soluções construtivas utilizadas.

Na década de 80, são desenvolvidos novos projetos-tipo, como uma construção modular a partir de estruturas porticadas de betão armado e com utilização de coberturas revestidas a placas de

fibrocimento, mantendo o objectivo de uma construção pragmática e ausente de elementos decorativos e ornamentais (<http://www.parque-escolar.pt/>).

2.1.2 PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR PARA O SÉCULO XXI

As necessidades de renovação dos equipamentos escolares surgem associadas ao elevado nível de degradação das escolas, sem capacidade de responder às exigências de conforto ou de utilização dos espaços. As limitações de construção, em termos de espaços disponíveis em meio urbano para proceder a esta renovação, bem como a valorização patrimonial dos edifícios escolares deste período, conduzem a uma opção pela reabilitação dos edifícios existentes, facultando-os de novas condições adequadas às exigências de ensino actuais e de melhores condições de habitabilidade.

Neste sentido, foi criada a empresa “Parque Escolar” pelo Decreto - Lei n.º 41/2007 de 21 de Fevereiro, procurando implementar um plano de modernização das escolas do ensino secundário em Portugal. Para isso, foi reunida uma equipa multidisciplinar constituída por arquitectos, arquitectos paisagistas e engenheiros das várias especialidades, entre outros consultores externos.

Os principais objectivos da empresa “Parque Escolar” são a recuperação e modernização dos edifícios escolares, corrigindo os problemas construtivos existentes, a abertura da escola à comunidade e a implementação de novos modelos de gestão dos edifícios, que incluem planos de manutenção e conservação, garantindo a plena utilização das instalações (<http://www.parque-escolar.pt/>).

O modelo de intervenção adoptado baseia-se no afastamento do conceito de *escola tipo* e na aproximação às necessidades concretas de cada escola, respeitando as particularidades das diversas comunidades escolares (Heitor 2009).

As inspecções realizadas pelo ICIST nas escolas secundárias, dos quais resultaram os relatórios de peritagem de anomalias que estão na base desta dissertação, decorrem desta necessidade de avaliação do estado de conservação das escolas, tendo em vista as acções de reabilitação e de renovação destes equipamentos.

2.2 METODOLOGIAS DE CARACTERIZAÇÃO DE ANOMALIAS

A dificuldade de aplicação de métodos de análise de edifícios e das suas anomalias prende-se com a complexidade crescente dos edifícios ao longo do tempo, segundo vários aspectos. A evolução e diversidade dos materiais e sistemas construtivos e as cada vez mais rigorosas exigências de desempenho, acompanhadas pela falta de manutenção e intensa utilização das escolas, levam a que seja verificado um elevado nível de degradação dos elementos, provocando o aparecimento de anomalias de desempenho, cada vez mais complexas (Azzalin 2005).

Estado da Arte

Capítulo 2

Neste sentido, têm sido desenvolvidos vários métodos de avaliação de anomalias para diversos elementos da construção, no sentido de retirar subjectividade à análise e a estruturar de forma sistemática as informações das inspecções, através da introdução de escalas de medição e de atribuição de níveis de severidade para as anomalias (Gaspar 2005; Marteinson 1999; Silvestre 2009).

O LNEC desenvolveu um “Método de avaliação do estado de conservação de edifícios” (Pedro 2009) para actualização de factores de rendas, que tinha como limitação o facto de não considerar as cadeias de causas das anomalias. Este método atribui a cada anomalia um elemento funcional, em que tanto à anomalias como ao elemento são atribuídas ponderações, de acordo com a relevância dos elementos e a gravidade das anomalias. A partir do produto entre o elemento funcional e o nível de gravidade atribuído, obtém-se a pontuação do elemento funcional. A pontuação de todos os elementos é somada e é feito o quociente entre este total e o total das ponderações dos elementos funcionais aplicáveis, de forma a obter a classificação do estado de conservação.

Rodrigues (2011) apresenta uma metodologia de inspecção visual para edifícios de habitação social. A deterioração precoce da envolvente destes edifícios aponta para uma reduzida durabilidade das construções, sendo que esta metodologia pretende estimar a degradação da envolvente exterior, através da identificação das anomalias, da avaliação do seu nível de severidade, da classificação das causas das anomalias e, conseqüentemente, da recomendação de medidas correctivas.

A avaliação da degradação e das anomalias dos edifícios é feita a partir do grau de degradação aplicado a cada anomalia tipificada e do nível de desempenho de cada edifício e dos seus elementos construtivos, tendo em conta um conjunto de exigências funcionais.

Para analisar as relações causa-efeitos das anomalias identificadas, foi aplicada a metodologia FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), com o objectivo de identificar os tipos de degradação que afectam a envolvente, à medida que evoluem as cadeias de degradação, estabelecendo uma relação entre o estado de degradação dos elementos e o seu nível de desempenho. A escala utilizada nas medições da inspecção visual na metodologia FMEA foi uma escala de avaliação qualitativa e quantitativa. Esta escala utiliza parâmetros de deterioração para cada nível, associando uma escala visual a uma escala física. A avaliação tem em consideração a intensidade, a extensão e a localização dos danos detectados.

Com o objectivo de criar um catálogo de anomalias de construção *online*, o Grupo de Estudos de Patologia da Construção - PATORREB desenvolveu um método de caracterização de anomalias segundo fichas de anomalias (Freitas 2010). Estas fichas são constituídas por vários campos de preenchimento, que incluem a descrição da anomalia, sondagens e inspecções, causas e soluções de intervenção (<http://www.patorreb.com/>). O objectivo deste trabalho é, a partir das anomalias identificadas, descrever todo o seu contexto - o que as limitam, o que as provocou, onde se localizam, de modo a serem conhecidas as causas e os erros que lhes deram origem.

As fichas de anomalias, agrupadas por elementos construtivos, procuram descrever de maneira inequívoca a anomalia em estudo, estabelecendo os parâmetros de descrição adequados. Os factores de caracterização podem afectar e influenciar directamente as causas das anomalias, dependendo essencialmente da descrição construtiva do elemento em que são observados. Esta descrição contribui para a indicação das causas prováveis das anomalias.

Esta metodologia pretende, assim, caracterizar as anomalias e sistematizar o seu conhecimento e investigação, através da realização do catálogo.

2.3 SÍNTESE

O parque escolar português apresenta-se como sendo muito vasto e heterogéneo, em termos de idade e tipo de construção e de organização formal dos edifícios, considerando os objectivos para que foram construídos. Este período de construção escolar decorreu em paralelo com grandes alterações políticas no país, que se reflectiram nestes equipamentos e que influenciaram a sua evolução ao longo do século XX. Adicionalmente, foi no decorrer deste século que tiveram lugar importantes inovações tecnológicas no campo da construção, em particular com a introdução do betão armado. Estas transformações tecnológicas, sociais e políticas constituem marcos importantes, que definem a evolução dos edifícios escolares até à actualidade.

A evolução destes edifícios ao longo do século XX e a falta de acções de conservação, manutenção e reabilitação resultaram num património escolar bastante degradado e desadequado às novas formas de ensino, que não dá uma resposta eficaz às necessidades educativas dos alunos. Este facto, associado a uma falta de espaço nos meios urbanos para a construção de novas escolas e ao valor patrimonial e histórico atribuído a estes edifícios, justificam a adopção de intervenções de reabilitação das escolas existentes, adaptando-as às novas exigências lectivas.

É neste sentido que surge a iniciativa de modernização e reabilitação das escolas secundárias através da criação da empresa pública “Parque Escolar, E.P.E.”, com o objectivo de renovar e requalificar as escolas, tendo em vista as novas exigências de ensino. Esta iniciativa procura também a introdução de planos de manutenção e de conservação para dar continuidade às acções de reabilitação, de modo a prevenir uma degradação precoce dos edifícios escolares e prolongar a sua vida útil.

Tendo em vista as intervenções de conservação e reabilitação nos edifícios escolares existentes, é necessária a sua caracterização e a avaliação do estado de degradação, pela análise sistemática e objectiva das anomalias identificadas nas escolas e identificação das principais causas prováveis que estão na origem destas ocorrências.

Existem vários métodos para a caracterização de anomalias construtivas, tendo em vista a avaliação do seu estado de conservação.

Estado da Arte

Capítulo 2

O “Método de avaliação do estado de conservação de edifícios” do LNEC tem como objectivo a avaliação do estado global de conservação, a partir da ponderação dos vários elementos da construção e da atribuição dos níveis de gravidade das anomalias. Este método não inclui uma série de parâmetros importantes para a classificação das anomalias, tais como as causas, resultando numa atribuição de níveis de gravidade com elevado grau de subjectividade.

Existem outras metodologias aplicadas a elementos específicos da construção que procuram a análise das anomalias e a sua quantificação, de forma a serem atribuídos níveis de gravidade. Esses métodos utilizam parâmetros de classificação, de forma a ser feita uma análise com um reduzido nível de subjectividade, ao mesmo tempo que procuram prever e prevenir futuras ocorrências do mesmo tipo de anomalias.

Outros métodos procuram estabelecer uma relação das anomalias com as suas causas, de forma a ser possível o estudo de cadeias de degradação, tendo em conta o desempenho esperado do elemento. O nível de degradação é atribuído tendo em conta o ponto em que a anomalia se encontra nesta cadeia de degradação e a redução do desempenho funcional dos elementos.

No entanto, dada a especificidade dos edifícios escolares e a heterogeneidade construtiva do conjunto escolar, surge a necessidade de desenvolver uma metodologia específica para a caracterização de anomalias em escolas, em que seja possível relacionar diversos parâmetros de classificação de anomalias e em que possa ser feita uma atribuição de níveis de gravidade específicos para os casos apresentados.

3 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO ESCOLAR DE TIPOLOGIA *LICEU*

Os edifícios de tipologia *Liceu* em Portugal têm como base as políticas de construção destes equipamentos públicos e as reformas educativas que marcaram o período compreendido entre o final do século XIX e uma parte do século XX, principalmente durante a 1ª República e o regime do Estado Novo. A produção dos edifícios escolares deste período surge com uma forte influência das experiências pedagógicas e construtivas europeias, principal de França e da Alemanha.

Tendo em vista a melhoria das condições de habitabilidade, de salubridade e de aprendizagem, abandonam-se de forma gradual os espaços conventuais para outros tipos de edifícios, mais abertos para os espaços exteriores e para a envolvente das escolas.

Estas alterações e a introdução de novas soluções construtivas, que se desenvolvem num determinado contexto político e social, resultam em diferentes tipos de edifícios, em termos construtivos, funcionais e formais, que caracterizam as escolas de tipologia *Liceu* em Portugal.

3.1 EVOLUÇÃO DO EDIFÍCIO ESCOLAR DE TIPOLOGIA *LICEU*

As experiências internacionais de construção de liceus constituem uma importante influência nos edifícios liceais em Portugal. Numa primeira fase, esta influência tem origem nos modelos franceses de *lycées*, desenvolvidos no final do século XIX, no sentido de adoptar uma abordagem racionalista e higienista, ligada aos princípios clássicos de composição formal.

Apesar dos primeiros liceus portugueses terem sido concebidos no final do século XIX, o principal período de produção de *Liceus* em Portugal ocorre durante o século XX e coincide com as primeiras experiências europeias de utilização de betão armado pelo Movimento Moderno, que se traduz numa nova linguagem construtiva e formal dos edifícios escolares.

Em paralelo a estas alterações no campo da construção, a concepção de escolas vai incorporando a evolução das pedagogias de ensino, em termos de organização funcional dos espaços e das condições de habitabilidade.

3.1.1 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE ARQUITECTURA ESCOLAR NA EUROPA

A evolução dos edifícios escolares encontra-se muito ligada ao desenvolvimento de modelos dos primeiros “liceus” importados, primeiro de França e mais tarde da Alemanha, onde foram sendo experimentadas novas soluções, acompanhando a evolução tecnológica da construção desde os finais do século XIX até meados do século XX. Os programas funcionais e formais e a construção das escolas

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

europeias foram reflectindo a evolução das recomendações pedagógicas, tal como dos requisitos sanitários e higienistas.

Deste modo, destacam-se as experiências em França com os primeiros “liceus”, como edifícios concebidos de raiz e destinados ao ensino pré-universitário abandonando definitivamente o espaço clerical, e o nascimento do Movimento Moderno que, independentemente das preocupações pedagógicas, permitiu uma reinterpretação formal e construtiva das construções escolares, de forma a responder de uma maneira eficaz aos requisitos funcionais do programa liceal, destacando-se o exemplo do *Groupe Scolaire Karl Marx* construído nos arredores de Paris. Este edifício, apesar de ser um equipamento de ensino básico, constitui um exemplo representativo da evolução construtiva dos edifícios escolares neste período do século XX.

Neste sentido, as questões de ordem social e económica, que resultaram do final da Segunda Guerra Mundial, e o aumento da escolaridade mínima obrigaram a uma nova reflexão sobre o processo de concepção e de construção das escolas, na procura de novas soluções no sentido da redução de custos e rapidez de construção, desenvolvendo-se novos princípios de normalização dos elementos construtivos aplicados a estes edifícios.

a. Os “Lycées” franceses da “École de Beaux-Arts” de Paris

A palavra *Liceu*, utilizada no contexto nacional para os equipamentos escolares pré-universitários, foi adoptada dos “lycées” franceses, em termos construtivos e pedagógicos. Estes edifícios surgiram a partir da procura de uma solução económica para a construção de equipamentos escolares públicos, que promovesse a qualidade técnica e a melhoria das condições de conforto e de higiene (Alegre 2009b). Na busca destas condições para os novos edifícios, foram desenvolvidos projectos de “lycées” que se constituíram como modelos de arquitectura escolar na Europa: o “Lycée Lakanal” (1882-85) de Anatole Baudot, construído numa zona rural, e o “Lycée Buffon” (1885-88) de Émile Vaudremer, inserido na malha urbana da cidade de Paris, ambos desenvolvidos no âmbito da *Commission des Bâtiments des Lycées et Collèges*. Esta comissão procurou definir um conjunto de princípios base à concepção de edifícios liceais, dos quais resultassem projectos económicos, tecnicamente viáveis e que garantissem as exigências de higiene e de conforto.

A localização do “Lycée Lakanal” nos arredores de Paris (Figura 3.1) permitiu implementar de uma forma mais eficaz os princípios de escolas saudáveis e proporcionar aos alunos novas práticas pedagógicas e higiénicas, assentes no contacto com a envolvente exterior. A escolha do local de implantação do edifício num terreno arborizado e com um declive pouco acentuado, a construção com amplas aberturas dos vãos para o exterior e dos pátios conventuais (Figura 3.2), bem como as boas condições sanitárias e de ventilação, promoveram a qualidade dos espaços internos e a valorização das áreas exteriores.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas



Figura 3.1 - Imagem do "Lycée Lakanal", nos arredores de Paris.

Fonte: <http://www.lyc-lakanal-sceaux.ac-versailles.fr>



Figura 3.2 - Vista aérea do "Lycée Lakanal", nos arredores de Paris.

Fonte: <http://www.lyc-lakanal-sceaux.ac-versailles.fr>

Estes “lycées” urbanos foram desenvolvidos em Paris no século XIX, no âmbito das grandes transformações urbanísticas protagonizadas pelo Barão Haussmann entre 1851 e 1870. Estas reformas urbanas rompem, literalmente, com a estrutura urbana pré-existente, impondo-se à cidade antiga, ao mesmo tempo que, ao nível dos grandes eixos urbanos, prevalece a convergência às imponentes obras históricas e aos novos equipamentos civis, nomeadamente os “lycées”, e o afastamento das estruturas industriais e operárias. As razões para a reestruturação da cidade prendem-se essencialmente com razões de segurança e também por razões de ordem sanitária, como forma de evitar os focos epidémicos que resultavam da existência de ruas estreitas e pouco salubres. Estas motivações reflectem-se também na concepção de edifícios escolares franceses deste período, onde são incorporados estes princípios desde a fase de projecto.

Neste sentido, o projecto do “Lycée Buffon” de Paris (Figura 3.3) é desenvolvido segundo os princípios higienistas, implantando-se junto aos grandes eixos urbanos recém-abertos e estabelecendo uma relação estruturante com a cidade. A sua implantação num quarteirão do centro de Paris conduz a uma organização espacial voltada para o interior, com os pátios descobertos, retomando a organização tradicional dos edifícios conventuais (Figura 3.4).



Figura 3.3 - Imagem do "Lycée Buffon", em Paris.
Fonte: <http://www.clg-mauriac-louvres.ac-versailles.fr>



Figura 3.4 - Vista aérea do "Lycée Buffon", em Paris.
Fonte: <http://www.clg-mauriac-louvres.ac-versailles.fr>

Caracterização do edifício escolar de tipologia Liceu

Capítulo 3

Por outro lado, a influência dos princípios compositivos da “Beaux-Arts”, rejeitando os efeitos decorativos, e do racionalismo do arquitecto Viollet-le-Duc, retomando a organização tradicional dos edifícios conventuais, resulta numa linguagem construtiva clássica que combina com a utilização dos novos materiais e de diferentes técnicas construtivas, de acordo com os princípios higienistas e as regras de composição racional (Moniz 2007).

b. O Movimento Moderno na Europa

No início da década de 20, as expressões arquitectónicas e construtivas tradicionais começam a abrir à utilização de novos materiais, nomeadamente do betão armado, que permitiram uma nova linguagem no campo da arquitectura. A geometrização das formas e a racionalidade da construção definem o nascimento e desenvolvimento do Movimento Moderno na Europa. No entanto, a busca de uma nova linguagem arquitectónica não afecta apenas o aspecto exterior das fachadas, alterando também a tipologia e organização funcional dos edifícios, com a criação de novos espaços exteriores e interiores.

A afirmação das premissas do Movimento Moderno apresenta-se assim nos edifícios escolares, destacando-se a escola *Groupe Scolaire Karl Marx* construído em Villejuif nos arredores de Paris entre 1929 e 1933, segundo o projecto do arquitecto francês André Lurçat (Figura 3.5). A partir das experiências adquiridas pelos “lycées” e das tendências acolhidas no final do século XIX, procurou-se uma nova interpretação do programa de organização funcional das escolas, conjugando com a materialidade dada pelos novos materiais (vidro e betão armado), permanecendo o cuidado com a criação de espaços exteriores, aptos para a prática de exercício físico e de recreio ao ar livre (Figura 3.6).

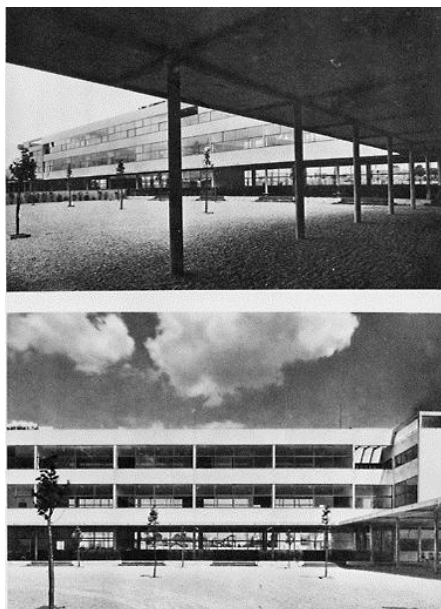


Figura 3.5 - Imagens das fachadas do *Groupe Scolaire Karl Marx*.

Fonte: <http://www.culture.gouv.fr>

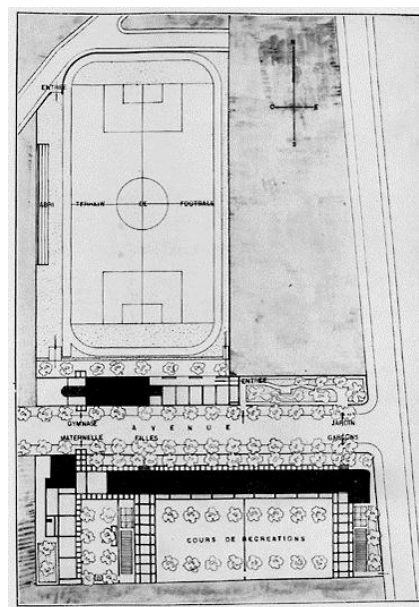


Figura 3.6 - Planta de implantação do *Groupe Scolaire Karl Marx*.

Fonte: <http://www.culture.gouv.fr>

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu* Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Com a adopção do betão armado e de uma procura de maior racionalidade, são introduzidas também novas exigências de habitabilidade, aumentando as dimensões dos espaços interiores e melhorando as condições de conforto interior, nomeadamente ao nível da iluminação.

Em termos de organização dos espaços em planta (Figura 3.7), as salas de aula e restantes espaços lectivos permanecem alinhados ao longo das circulações e os pátios exteriores continuam a funcionar como recreios cobertos, mantendo a distribuição funcional feita até esta altura. Uma das maiores inovações é a utilização de cobertura em terraço, permitida pela construção da estrutura em betão armado, que permite a utilização da cobertura como espaço de recreio e um maior aproveitamento dos espaços interiores.

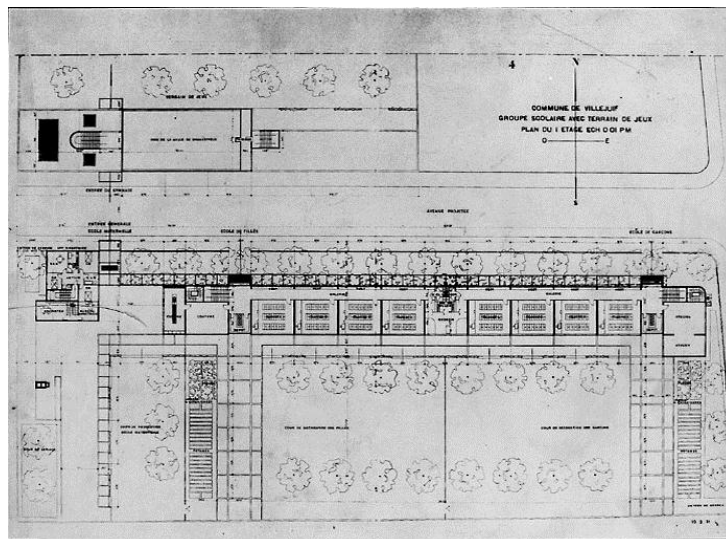


Figura 3.7 - Planta do primeiro piso do *Groupe Scolaire Karl Marx*.
Fonte: <http://www.culture.gouv.fr>

No entanto, a introdução do betão armado na construção deu-se de uma forma lenta, começando por ser inserido na arquitectura mais tradicional de uma forma pouco evidente, progredindo para uma maior afirmação à medida que se explora as suas potencialidades, através da procura de uma nova linguagem arquitectónica que exprima também os princípios inerentes ao Movimento Moderno.

c. Organizações internacionais do pós-querra

Ao mesmo tempo que se assistiu a uma grande evolução na concepção das escolas, em termos construtivos, formais e funcionais, começaram a surgir novas preocupações com as condições de conforto dos alunos.

Diversas organizações internacionais europeias e mundiais começaram a centrar as suas atenções para as diferentes realidades dos países, que renasciam e se renovavam após a resolução da Segunda Guerra Mundial. Esta transformação a que se assistiu na Sociedade resultou da procura de maior estabilidade

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

económica e social, ao mesmo tempo que procurava fortalecer e reestruturar as bases de modo a criar condições de paz, estabilidade e cultura de forma equilibrada para todo o mundo.

Neste sentido, foi criada em 1945 a *Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura* (UNESCO) com o objectivo de contribuir para a paz e segurança no mundo mediante a educação, a ciência e a cultura, promovendo uma melhor qualidade de ensino para todos.

De forma a reduzir o analfabetismo e fomentar a criação de escolas por todo o mundo segundo requisitos mínimos adaptados à realidade de cada país, a UNESCO elabora a “Carta das Construções escolares” em 1959. Nesta carta, são estabelecidos os princípios de implantação formal e funcional das escolas, destacando-se os factores de localização, as condições naturais a que deve obedecer a escolha do terreno e a superfície de terreno necessária à implantação da escola, a partir de um estudo que procurou caracterizar vários exemplos de escolas por todo o mundo. Este documento surge após a elaboração de um relatório de investigação da *Commission des Constructions Scolaires*, pedido pela UNESCO à *Union Internationale des Architectes*, que procurou fazer um estudo sobre as diferentes concepções de edifícios escolares e universitários tendo em conta as diferentes condições geográficas, históricas, sociais e económicas em 16 países. Esta comissão, presidida pelo arquitecto suíço Alfred Roth, apresentou no relatório várias recomendações para a melhoria das condições de habitabilidade dos espaços interiores, nomeadamente a orientação solar, a ventilação, a iluminação natural e artificial e a dimensão das salas de aula, tendo em conta as evoluções pedagógicas (Figura 3.8 e Figura 3.9). No entanto, destaca-se deste estudo a importância da “racionalização e estandardização da construção escolar”, como forma de resolver os problemas de financiamento e a necessidade urgente de dar resposta a um grande aumento da população escolar no pós-guerra (UNESCO 1955).

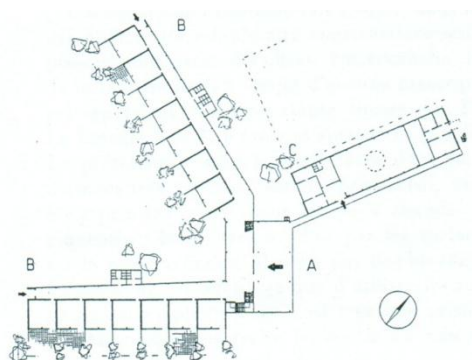


Figura 3.8 - Organização funcional de uma escola em Zurique.

Fonte: UNESCO 1950

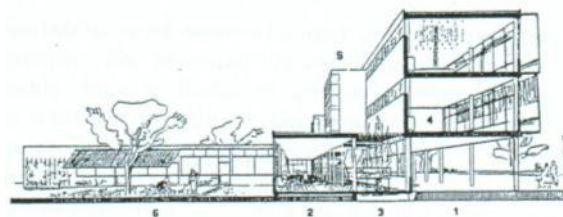


Figura 3.9 - Corte e um alçado de uma escola, com salas de aula de iluminação bilateral e ventilação transversal.

Fonte: UNESCO 1950

Ainda antes da elaboração desta Carta, Alfred Roth tinha apresentado em 1950 as suas preocupações em relação à localização de escolas em relação à cidade antiga, à ligação dos espaços interiores com os espaços exteriores e às condições naturais do terreno de implantação (tais como a orientação solar, a

natureza do solo, a posição relativa aos ventos dominantes ou as condições topográficas do terreno (Alegre 2009).

Em termos construtivos, os arquitectos deste período começaram a procurar a melhoria das condições de habitabilidade com a introdução de novos materiais e soluções construtivas, nomeadamente a construção de escolas elevadas sobre uma caixa-de-ar ventilada, as construções de um único piso e a utilização de materiais de fácil limpeza e desinfecção.

O papel das organizações internacionais na concepção dos edifícios escolares foi fundamental pela atribuição da importância das condições de habitabilidade e de conforto nas escolas por todo o mundo, ao mesmo tempo que introduz uma maior consciência de globalidade e de internacionalização das preocupações com o ensino, com os requisitos mínimos de conforto para alunos e professores, respeitando a importância do edifício escolar para as cidades e populações.

3.1.2 EVOLUÇÃO DO EDIFÍCIO LICEU EM PORTUGAL

A palavra *Liceu* vem do latim “lyceum” que, por sua vez, tem origem no grego “lykeion”, que significa o local nos arredores de Atenas, na Grécia Antiga, onde Aristóteles ensinava os seus discípulos.

Os edifícios *Liceu* e o conceito associado a esta tipologia de ensino público, laico e obrigatório, surgem em Portugal enquadrados com as reformas liberais na primeira metade do século XIX, por influência do modelo republicano que emerge em França no mesmo período, e ligadas à extinção das ordens religiosas em 1834.

Este momento fundador de uma nova pedagogia de ensino, que vai conduzir à construção de novos edifícios escolares adaptados aos novos ideais, apresenta antecedentes históricos fundamentais para a compreensão da sua evolução como equipamentos públicos de ensino e para a análise das várias fases de construção de edifícios escolares de tipologia *Liceu* que vão marcar todo o século XX.

a. Antecedentes do ensino liceal

Durante a Idade Média e até ao século XVII, o modelo pedagógico da formação escolar pré-universitária assentava na relação mestre-pupilo, enquadrado no espaço conventual das hospedarias de estudantes universitários, sob a responsabilidade das ordens religiosas e principalmente dos Jesuítas. Por esta razão, estes “colégios”, que preparavam e acolhiam estudantes para o ensino superior, surgem nas proximidades das universidades. Como exemplos destes primeiros edifícios escolares, destacam-se o Colégio das Artes de Coimbra inaugurado em 1548 (Figura 3.10 e Figura 3.11) e o Mosteiro de Santo Antão em Lisboa, destruído no terramoto de 1755.



Figura 3.10 - Vista aérea do Colégio das Artes, em Coimbra.

Fonte: <http://www.bing.com>



Figura 3.11 - Vista do pátio do Colégio das Artes, em Coimbra.

Este modelo de ensino foi evoluindo desde o ensino individual para o desenvolvimento do ensino colectivo, de forma a dar resposta às necessidades crescentes, e o modelo anterior foi-se adaptando a uma nova pedagogia que exigia uma maior disciplina, organização e especialização das matérias escolares.

Esta evolução pedagógica não se reflectiu na arquitectura e construção dos espaços escolares, continuando a serem ocupados os “colégios” da Companhia de Jesus. Estes edifícios irão permanecer como referências pedagógicas e arquitectónicas para os equipamentos do ensino secundário até ao século XIX, com organização em torno de pátios que promovem a disciplina, o controlo do tempo e a vigilância das actividades dos alunos.

Com a expulsão dos Jesuítas do território português em 1759 e a criação da *Direcção-Geral de Estudos* por Decreto em 28 de Junho do mesmo ano, são lançadas as bases para o desenvolvimento de uma nova rede escolar e de um sistema estatal e laico de instrução pública, em substituição da Igreja. Esta reforma do ensino tem como ponto de partida a criação de “aulas” isoladas, dependentes apenas de um professor, e uma maior oferta de ensino em diversas localidades do país, por oposição à rígida e complexa organização dos “colégios” num único local.

b. Criação do Liceu na transição republicana

Na sequência das reformas liberais do início do século XIX e com a extinção das ordens religiosas em 1834, começam a surgir novos ideais de formação enquadrados com o conhecimento técnico e científico, contrariando a vertente de ensino humanista seguida até esta altura.

As reformas do ensino primário, secundário e superior, implementadas por Passos Manuel, são publicadas em Decreto a 17 de Novembro de 1836 (com o nome *Plano dos Liceus Nacionais*), surgindo a denominação de *Liceu* por influência do modelo republicano francês, sublinhando a ligação aos ideais de ensino público, laico e obrigatório. O diploma determinava a instalação de, pelo menos, um liceu em

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu* Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

cada capital de distrito, restituindo a concentração das “aulas”, que se encontravam dispersas desde a reforma pombalina, num mesmo local.

Esta mudança profunda na instrução pública conduziu a um novo modelo baseado no ensino activo e experimental, que exigiu novos espaços funcionais no edifício escolar, tais como a biblioteca e laboratórios. Estas alterações reflectiram-se na organização e definição dos espaços das escolas, estabelecendo a necessidade de conceber de raiz edifícios escolares capazes de acolher as novas exigências programáticas (Alegre 2009).

A reforma de Passos Manuel defendia que os novos liceus deveriam estabelecer-se em “edifícios públicos, bem situados e saudáveis” (artigo 56.º), de forma a promover melhores condições de ensino. Estas questões de ordem de saúde pública vêm reforçar a necessidade de construção de novos edifícios escolares e a urgência de uma concepção cuidada dos espaços exteriores e interiores.

No entanto, a instável situação económica de Portugal ao longo do século XIX não permitiu a implementação das exigências da reforma de 1836, por não existirem os meios financeiros que possibilitassem a construção de novos liceus e o cumprimento das exigências referidas. Por esta razão, em 1844, é decretada a instalação de liceus em seminários, conventos, antigos colégios de Jesuítas, hospitais, casas particulares, entre outros, de forma a colmatar esta carência.

Apenas em 1855 é construído o primeiro edifício escolar concebido de raiz para acolher um liceu, no âmbito da reforma de 1836, tendo sido inaugurado em 1860. O Liceu Nacional de Aveiro (Figura 3.12 e Figura 3.13) procurou dar resposta às necessidades urgentes que se faziam sentir, com algum cuidado no aspecto estético da construção e com algumas condições de habitabilidade. Não obstante, este *Liceu* não incorporou as novas exigências espaciais e funcionais que começavam a surgir nas reformas do século XIX (Alegre 2009).



Figura 3.12 - Vista aérea do antigo Liceu Nacional de Aveiro.

Fonte: <http://www.prof2000.pt>



Figura 3.13 - Imagem da fachada principal do antigo Liceu Nacional de Aveiro.

Fonte: <http://www.igespar.pt>

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

As reformas do ensino secundário por Jaime Moniz em 1894 e 1895 e a reforma de 1905 por Eduardo Coelho deram continuidade à reforma de Passos Manuel e às preocupações relativas a questões higiénicas e sanitárias, apoiadas pela criação da “Inspecção Sanitária Escolar da Direcção Técnica das Construções Escolares”, entretanto criada em 1901. Estas reformas foram igualmente essenciais para a consolidação da importância do ensino experimental, pela importância atribuída ao conhecimento científico ao serviço da Sociedade.

A construção dos novos liceus é lançada definitivamente em plena transição republicana, por iniciativa dos últimos governos monárquicos, entre 1906 e 1908, e os primeiros governos republicanos, a partir de 1910, com os edifícios projectados por arquitectos portugueses com influência da *École de Beaux Arts* de Paris e dos modelos de edifícios *Lycée* franceses (Moniz 2004). São projectados três liceus para Lisboa, sob a responsabilidade do arquitecto Ventura Terra, e dois para o Porto pelo arquitecto Marques da Silva. Estes arquitectos procuraram desenvolver uma nova tipologia escolar adaptada às exigências programáticas e funcionais das reformas, incorporando os princípios higienistas, seguindo a organização dos espaços lectivos dos *Lycées* urbanos franceses. A escolha do local de implantação como primeiro passo para a implementação dos princípios higienistas reflectiu a preocupação com as questões de saúde procurando que a escola não ficasse instalada em locais de maior insalubridade (fábricas, cemitérios, terrenos instáveis, entre outros). No entanto, a linguagem arquitectónica, que continua a seguir uma estética tradicional, contrapõe-se à adopção de novas técnicas e materiais construtivos que caracterizam os edifícios liceu deste período.

As alterações de ordem pedagógica, técnica e sanitária deram início a uma maior complexidade programática na concepção e projecto de arquitectura dos edifícios de tipologia *Liceu* em Portugal, introduzindo novos espaços lectivos, valorizando os espaços exteriores, os espaços do ginásio e os laboratórios, biblioteca e gabinetes de ciências.

Em termos de organização funcional da escola, a sala de aula surge no programa do edifício *Liceu* como espaço central de organização dos liceus e o ginásio ocupa um lugar de destaque na composição espacial de todo o edifício, tendo em conta a obrigatoriedade da prática de exercício físico.

As características construtivas procuraram cumprir as novas exigências, adoptando materiais de acabamento e revestimento adequados aos princípios higienistas. Em termos de espacialidade interior das salas de aula, as condições higiénicas ficavam asseguradas pela maior amplitude de espaços lectivos em planta e em altura de pé-direito, complementando com grandes vãos de iluminação e ventilação que permitem uma maior qualidade dos espaços. Os espaços dos ginásios encontram-se no edifício principal e com especial destaque na fachada, o que transmite a importância atribuída à educação física. Em termos construtivos, este espaço foi concebido com duplo pé-direito e grandes vãos, suportados por uma estrutura metálica.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu* Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Os primeiros liceus a serem construídos em Lisboa neste período foram os Liceus Camões e Pedro Nunes, ambos projectados pelo arquitecto Ventura Terra. Com o projecto destes liceus, pretendia-se que fossem modernos e inovadores, quer em termos das questões higiénicas e sanitárias quer em termos construtivos e pedagógicos. Esta modernidade e inovação foram conseguidas pela implementação de espaços amplos interiores de convívio e de exercício físico e pela formalização da organização da planta e dos alçados, que se caracterizaram pela racionalidade e austeridade para a época.

Os espaços lectivos apresentam-se dispostos ao longo das galerias que rodeavam os pátios exteriores, que faziam lembrar os claustros dos primeiros “colégios”. Com as crescentes preocupações com a higiene e salubridade dos espaços das escolas, estes pátios começam a abrir para o exterior e a romper com a estrutura encerrada dos primeiros liceus, continuando a manter as circulações ao longo deste espaço.

A tipologia do Liceu Pedro Nunes reflecte esta abertura, seguindo uma implantação com três corpos autónomos e abertos para o exterior procurando soluções de maior salubridade, ao mesmo tempo que rompe com a rigidez e a clausura dos pátios através de circulações mais livres e fomentando a responsabilidade e autonomia, ao mesmo tempo que permite uma melhor adaptação ao terreno existente (Figura 3.14). O edifício principal marca a entrada ocupa uma posição central e próxima do eixo viário principal (Avenida Álvares Cabral), com destaque para a fachada do espaço do ginásio com os seus grandes vãos de iluminação (Figura 3.15). Nos corpos laterais, localizam-se os restantes espaços lectivos, articulados com o corpo principal por meio de passagens de ligação, de forma a permitir a abertura do pátio para os espaços exteriores da escola. Com a abertura dos pátios clássicos, os espaços exteriores de recreio ganham um maior relevo e uma crescente preocupação na concepção dos edifícios escolares.



Figura 3.14 - Vista aérea do Liceu Pedro Nunes, em Lisboa.

Fonte: <http://maps.google.com>



Figura 3.15 - Fachada principal do Liceu Pedro Nunes, em Lisboa.

Fonte: Parque Escolar EPE 2010

Em termos urbanísticos, os novos liceus são adaptados aos novos planos de urbanização e expansão da cidade, constituindo elementos estruturadores da malha urbana. No caso do Liceu Pedro Nunes, o

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

projecto foi elaborado no âmbito da operação urbanística que conduziu à abertura da Avenida Álvares Cabral, entre 1909 e 1911. De facto, estes equipamentos escolares transportam consigo uma importância social que os transforma em elementos de referência local e em pontos importantes da cidade.

Estas reformas do século XIX e início do século XX assinalam um marco na concepção dos liceus, que se mantiveram até à instauração da ditadura militar em 1926, resistindo à transição política da Monarquia para a República. A consciência política deste papel dos liceus nas cidades será tida em conta durante o desenvolvimento dos edifícios escolares ao longo do século XX.

c. Concursos de construção de edifícios Liceu nos anos 30

Com o golpe militar de 1926 e a instauração de um regime autoritário, houve alterações significativas na política de construção de novos liceus em Portugal. A construção escolar no regime ditatorial começa por estar a cargo do Ministério da Instrução Pública, mas passa para a responsabilidade do Ministério das Obras Públicas e Comunicações a partir da publicação do Decreto n.º 23146 de 18 de Outubro de 1933 e até à década de 50, o que reflecte a importância das construções escolares na consolidação e afirmação do poder político.

A criação da *Junta Administrativa do Empréstimo do Ensino Secundário* (JAEES) pelo Decreto n.º 16279 de 18 de Dezembro de 1928, dependente do Ministério da Instrução Pública, permitiu a constituição de uma equipa formada por seis membros, entre os quais um médico, um arquitecto e um engenheiro civil que tinham como função administrar e fiscalizar a aplicação de fundos, tendo em vista a construção e reparação de liceus em Portugal. Uma das competências mais relevantes desta Junta foi a possibilidade de abertura de concursos para os projectos de construção e reparação de edifícios liceais, que cumprissem as exigências descritas nas *Condições Especiais* e nas *Bases para a Construção de Liceus (Acabamentos)* (Moniz 2007), que permitiu uma maior liberdade de expressão arquitectónica ligada à organização funcional das escolas.

As *Condições Especiais* definem as exigências técnicas que os edifícios escolares deviam cumprir, em termos das condições técnicas e pedagógicas entretanto consolidadas pelas experiências anteriores de construção de liceus. Este programa define a organização num “edifício único ou um conjunto de edifícios ligados por arcadas ou passadiços”, organizado por núcleos funcionais. Para além desta organização, são definidas ainda as “Características gerais da construção” e as “Disposições e caracteres especiais relativos às diferentes partes do edifício”, onde são definidas as funções e áreas de cada espaço, bem como a definição de materiais de revestimento a utilizar, a orientação solar, as condições de iluminação e de ventilação. As *Bases para a Construção de Liceus (Acabamentos)* procuravam garantir as exigências higiénicas, de conforto e de segurança pela escolha de materiais de revestimento e acabamento adequados às funções de cada espaço.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu* Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Os ideais do Movimento Moderno, que emerge neste período do século XX na Europa, rompem com as premissas que permaneciam dos primeiros liceus republicanos, procurando uma maior funcionalidade e racionalismo na organização dos espaços e na escolha das técnicas de construção, ao mesmo tempo que a utilização dos novos materiais - como por exemplo, o betão armado - permitem a afirmação de uma sobriedade formal.

No entanto, numa primeira fase, a linguagem moderna exterior deste edifício não traduzem para o interior uma nova espacialidade. A organização dos espaços interior continua a seguir uma lógica tradicional de uma compartimentação rígida, sem grandes aberturas para o exterior.

Em termos programáticos, a organização da escola é estabelecida por núcleos funcionais autónomos, dos quais se destacam o bloco de educação física, a residência do reitor e o edifício principal, onde se concentram os restantes núcleos funcionais. Os pátios deixam de ter um papel central e estruturante da organização de circulações e dos espaços lectivos e são substituídos por corredores lineares. O edifício do ginásio assume uma posição central na organização dos vários blocos, com ligação à entrada principal e acessos autónomos.

Neste âmbito, foi lançado o *Concurso para a Elaboração do Projecto do Edifício Destinado à Instalação do Liceu Nacional Fialho de Almeida* pela JAEES em 1930, que marca uma nova fase de implementação dos princípios modernos na arquitectura civil em Portugal. Este liceu, actualmente conhecido por Liceu Diogo de Gouveia, projectado pelo arquitecto Cristino da Silva, localizava-se no limite da cidade de Beja e foi construído entre 1931 e 1934 e inaugurado em 1937. A linguagem funcionalista, defendida pelo Movimento Moderno, foi adoptada no projecto deste edifício, constituindo um exemplo paradigmático da ruptura formal com os liceus da 1ª República, numa solução que se caracteriza pelo "internacionalismo" e "funcionalismo", seguindo as normas construtivas e programáticas da escola moderna estabelecidas pelo concurso público (Figura 3.16).

O programa descrito nas *Condições Especiais* do concurso foi organizado segundo dois eixos perpendiculares em relação ao corpo principal, que integram três blocos funcionais autónomos formando uma planta em U: o primeiro eixo que articula a entrada com o corpo do ginásio e o segundo eixo que relaciona o corpo principal com o corpo das salas de aula.

Na fachada principal, destaca-se a afirmação da utilização do betão armado, rasgada por grandes vãos envidraçados que, ao mesmo tempo que permitem a entrada de luz, marcam o ritmo das aberturas nas fachadas. Sobre a entrada principal, encontra-se o único elemento decorativo exterior, constituído pela designação do liceu em alto-relevo.

A construção da estrutura do liceu em betão armado possibilita uma linguagem moderna de arquitectura funcionalista prática, com a cobertura em terraço, grandes envidraçados de iluminação das salas de aula com caixilharia metálica, apresentando uma simplicidade geométrica dos volumes e a

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

utilização de uma métrica para a dimensão das salas de aula, que permite a repetição de elementos e economia de construção, tal como se pode constatar na perspectiva isométrica que constitui um dos elementos do projecto do arquitecto (Figura 3.17).



Figura 3.16 - Imagem da fachada principal do Liceu de Beja.
Fonte: ICIST

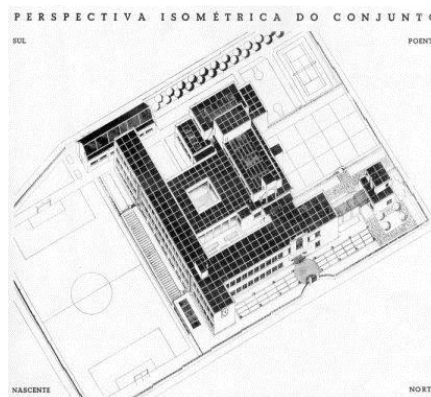


Figura 3.17 - Perspectiva isométrica do Liceu de Beja.
Fonte: <http://www.igespar.pt>

A abertura de concursos públicos para a construção dos novos liceus constitui, por isso, a primeira oportunidade de desenvolvimento de um programa tipo constituído por exigências programáticas, higiénicas e construtivas, onde se possa afirmar um novo estilo dito “modernista”.

Em 1933, pela publicação do Decreto n.º 24337 de 10 de Agosto, é criada a *Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário* (JCETS) em substituição da JAEES, dependente do Ministério das Obras Públicas e Comunicações. Para além da responsabilidade de fiscalização dos empréstimos, passa para a JCETS a responsabilidade de estudo e construção de projectos-tipo destinados ao ensino liceal e técnico, que irão caracterizar as construções escolares nas décadas seguintes.

d. Expansão do Liceu - Plano de 38

Apesar da iniciativa dos concursos de construção de novos liceus na década de 30, ainda não estava resolvida a carência de estabelecimentos de ensino a nível nacional. Continua a existir a necessidade de construção de novos edifícios escolares e, por essa razão, são desenvolvidos novos programas para o aumento do parque escolar em Portugal.

Os edifícios de tipologia *Liceu* projectados neste período reflectem as circunstâncias políticas de Portugal, que começa a abandonar as influências estrangeiras ao mesmo tempo que procura uma concepção de sentido nacionalista. O regime autoritário do Estado Novo começa a desenvolver um projecto ideológico de exaltação dos valores e cultura histórica nacionalista e a educação torna-se um veículo de comunicação privilegiada do poder central com o povo para a transmissão destes valores.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Com a aprovação do Decreto n.º 28604 em 21 de Abril de 1938, é dada continuidade à iniciativa de construção e reparação dos liceus da década de 30, com a construção de 10 novos “liceus” e ampliações e melhoramentos em 13 outros edifícios escolares (Quadro 3.1), no âmbito do *Plano de construções, ampliações e melhoramentos de edifícios liceais* da JCETS, também conhecido como o “Plano de 38”. Em 1944 e 1945, foram acrescentados a este Plano mais 4 liceus novos, entre os quais o Liceu de Oeiras (actual Escola Secundária Sebastião e Silva).

Quadro 3.1 - *Plano de construções, ampliações e melhoramentos de edifícios liceais* (Plano de 38)
Fonte: Decreto-Lei n.º 28604 de 21 de Abril de 1938

Liceus novos	Ampliações e melhoramentos
Castelo Branco	Aveiro
Chaves	Braga
Coimbra	Bragança
Faro	Coimbra (D. João III)
Lisboa (D. João de Castro)	Évora
Lisboa (D. Filipa de Lencastre)	Guarda
Lisboa (Gil Vicente)	Guimarães
Porto (Carolina Michaëlis)	Leiria
Santarém	Portalegre
Viana do Castelo	Setúbal
Viseu	Vila Real
	Lisboa (Pedro Nunes)
	Lisboa (Camões)

Este plano, ao mesmo tempo que ampliava a acção e responsabilidade da Junta, centralizava a elaboração dos projectos, o que se traduziu numa uniformização dos edifícios de tipologia *Liceu* (Alegre 2009), retirando a possibilidade de utilização de novas linguagens arquitectónicas e organizações pedagógicas inovadoras.

A elaboração do *Programa Geral para a Elaboração dos Projectos dos Liceus* de 1940, alterado em 1943, estabelece as características espaciais e funcionais dos vários serviços e recintos escolares a serem projectados e construídos neste período. A definição de áreas e dimensões dos espaços, da exposição solar, das condições de iluminação e ventilação e dos materiais de revestimento a serem aplicados conduzem a características comuns que traduzem as recomendações apresentadas no programa, ao mesmo tempo que conferem uniformidade dos projectos.

A posição relativa dos serviços do grupo escolar apresentada no *Programa* definia a preferência pela divisão das dependências em dois grandes grupos independentes correspondente à divisão dos ciclos,

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

resultando numa simetria formal e funcional dos espaços em relação ao átrio de entrada e no desenvolvimento da escola em pelo menos 2 pisos.

No que diz respeito ao grupo de dependências de educação física, o programa determinava a localização destes serviços com acessibilidade equivalente para os dois grupos. Tendo em conta que os dois grupos deveriam ter os acessos independentes e garantidos a partir do átrio de entrada, esta recomendação resultou numa posição axial do corpo de educação física, em relação ao átrio de entrada. Adicionalmente, o espaço do ginásio deveria ter uma ligação independente pelo exterior, por acumular a função de salão de festas, traduzindo-se no destaque de uma volumetria autónoma em relação ao conjunto da escola.

As comunicações entre os vários espaços ficam definidas pelos corredores, escadas e átrio de entrada, assumindo este último um papel de destaque na organização e distribuição funcional e de maior preocupação com a escala do espaço e com a escolha de materiais, com a recomendação de ser utilizada uma “sóbria decoração”. Os corredores de acesso às salas assentam numa tipologia linear, com largura mínima de 2,50 m e iluminação natural, assumindo um papel estruturador na organização dos espaços.

Este “modelo misto de cariz monumentalista com recurso a vocabulário histórico e nacionalista” (Alegre 2009) sublinha a importância social dos liceus, ao mesmo tempo que define diversas características que remetem para a construção tradicional, apesar de continuar a ser utilizada a estrutura de betão armado. O regresso à utilização de coberturas inclinadas revestidas a telha cerâmica, a aplicação de frontões, socos e pilastras em pedra nas fachadas e a elevação do edifício em relação à cota da rua são características que exprimem uma maior preocupação com questões de ordem urbana e de relação do liceu com a envolvente. Os novos liceus continuam a localizar-se em áreas de expansão das cidades, ocupando posições privilegiadas.

O Liceu de Sá da Bandeira em Santarém (Figura 3.18) apresenta-se como um exemplo desta fase de construção de liceus em Portugal, incorporando as recomendações apresentadas no *Programa Geral para a Elaboração dos Projectos dos Liceus*. O aspecto exterior do liceu e a sua relação com a envolvente urbana manifesta a austeridade e institucionalidade que se procurava (Figura 3.19), pela sobriedade decorativa e pela escolha de materiais de construção mais tradicionais.



Figura 3.18 - Imagem da fachada principal do Liceu Sá da Bandeira, em Santarém.
Fonte: Parque Escolar 2010

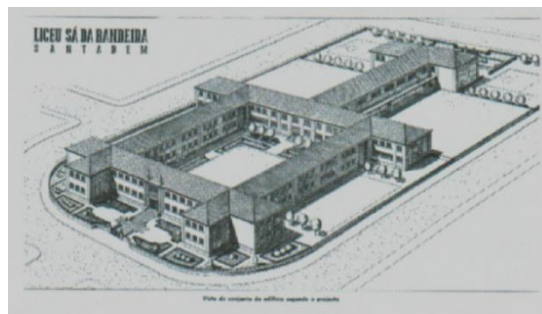


Figura 3.19 - Perspectiva do Liceu Sá da Bandeira, em Santarém.
Fonte: Parque Escolar 2010

e. Expansão do Liceu - Plano de 58

O período compreendido entre 1952 e 1958 marca uma paragem na construção de liceus, sendo dada prioridade à concepção e elaboração de projectos para escolas técnicas e profissionais. Após o final da II Guerra Mundial, assiste-se a um aumento da procura escolar e a uma abertura progressiva ao exterior, por ocasião da participação de Portugal na Conferência Económica para a Organização e Gestão do Plano Marshall, em Paris (1947-48). A reestruturação da economia europeia assentou na promoção da industrialização que, em Portugal, conduziu a um aumento da competitividade em relação ao estrangeiro e à alteração da política educativa, com a implementação e reforma do ensino técnico profissional.

Neste sentido, é publicada a Lei n.º 2025 de 19 de Junho de 1947 que reforma o ensino técnico profissional, industrial e comercial. Para além de ficar definida a regulamentação do funcionamento destas escolas, esta lei define ainda a construção, adaptação ou ampliação dos edifícios destinados a acolher estes graus de ensino. Estas escolas técnicas apresentavam novas exigências em relação aos liceus, nomeadamente em termos de uma maior área lectiva e diferenças na organização do programa de arquitectura. Para este tipo de escolas, é criado um ante-projecto tipo, que promove a sistematização das soluções arquitectónicas e construtivas utilizadas.

Apesar dos esforços para dar resposta às necessidades de ensino, esta fase de construção de novas escolas não foi suficiente para cumprir os objectivos definidos, principalmente pelo aumento da necessidade de formação pré-universitária.

Em 1958, foi aprovado um novo plano que determinava a construção de 16 novos liceus em oito anos em todo o território nacional, que ficou conhecido como o *Plano de 58*. Este plano, desenvolvido no âmbito da JCETS com os arquitectos Augusto Brandão e Maria do Carmo Matos, procurou desenvolver estudos normalizados e projectos-tipo para edifícios escolares, tendo em conta a experiência dos últimos anos de construção de liceus, o regresso ao modernismo e a influência de organismos internacionais no desenvolvimento de espaço escolar social, aberto à comunidade.

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

Este plano teve várias fases de desenvolvimento, começando por estabelecer o *1º Projecto Normalizado* em 1960 destinado às escolas industriais e comerciais, também conhecido como *Projecto Mercúrio*.

No âmbito deste *1º Projecto*, foram estabelecidas as *Normas Gerais para as Instalações dos Liceus*, que recomendavam a utilização do corredor de distribuição central ou lateral, resultando numa tipologia linear para a organização do programa, distribuído por blocos funcionais. A procura de soluções económicas resulta na recomendação de cobertura em telhado com o tecto do último piso em betão armado, para aproveitamento do desvão. A utilização da estrutura em betão armado permitiu ainda a modulação dos vários espaços, assumindo uma linguagem moderna para o exterior com a repetição dos vãos das salas de aula.

Seguiram-se outros projectos e estudos de normalização dos liceus, motivados pela procura de soluções normalizadas dos elementos da construção e redução dos custos de construção, de forma a ser possível dar resposta às necessidades de ensino em Portugal: o *2º Projecto Normalizado* e o *3º Projecto Normalizado* para escolas industriais e comerciais em 1964, o *4º Projecto Normalizado*, o *Estudo Normalizado aplicado à Escola Preparatória do Ensino Secundário* e o *Estudo Normalizado dos Liceus Tipo* em 1968.

Este período caracteriza-se pelas influências do norte da Europa e de organismos e grupos de investigação internacionais, propondo uma nova tipologia para o edifício escolar em termos funcionais e construtivos, a partir de uma nova implantação dos blocos e organização dos espaços por pavilhões autónomos.

O Liceu Rainha D. Leonor, inaugurado em 1958 em Lisboa (Figura 3.20), apesar de ter sido construído antes do *1º Projecto Normalizado*, incorporava algumas soluções e pressupostos apresentados em 1960. Deste modo, e apesar de não ser uma escola industrial ou comercial, assumiu a ruptura, em termos conceptuais e construtivos, com os liceus do *Plano de 38*.

Este liceu marca o regresso à estética funcionalista e moderna, distanciando-se das referências nacionalistas dos liceus projectados na década de 40 (Figura 3.21). A aplicação das *Normas Gerais* resulta na aplicação da estrutura de betão armado que define a métrica das salas de aula e a distribuição do programa por dois corpos funcionais autónomos: os espaços lectivos e o ginásio-refeitório.



Figura 3.20 - Vista da entrada do Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa.
Fonte: ICIST



Figura 3.21 - Desenho do projecto de arquitectura para o Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa.
Fonte: <http://www.parque-escolar.pt>

Os vários blocos funcionais desta escola apresentam uma implantação com uma relação ortogonal (Figura 3.22), que remete para os antigos pátios liceais, rodeados pelos corredores de circulação (Figura 3.23).



Figura 3.22 - Vista aérea do Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa.
Fonte: <http://www.bing.com>



Figura 3.23 - Imagem do pátio do Liceu Rainha D. Leonor, em Lisboa.
Fonte: ICIST

A concepção desta escola abre um precedente de modernidade no sentido arquitectónico, construtivo e pedagógico e marca uma nova fase na construção e desenvolvimento das escolas secundárias em Portugal.

3.2 CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA E FUNCIONAL DO EDIFÍCIO ESCOLAR DE TIPOLOGIA *LICEU*

Os edifícios escolares dedicados ao ensino secundário público liceal em Portugal apresentam pontos comuns na sua evolução, que os permitem integrar na tipologia *Liceu*. No entanto, as várias fases de construção apresentadas ao longo do capítulo “3.1.2 - Evolução do edifício *Liceu* em Portugal” permitem distinguir as transformações pedagógicas e construtivas, que se reflectem em edifícios diversificados apesar dos pontos comuns.

Durante um período do século XX, os edifícios *Liceu* evidenciaram uma grande uniformidade formal e construtiva devido à adopção de estratégias de normalização dos programas, projectos e processos construtivos que facilita a sua caracterização. No entanto, os edifícios escolares também foram um

Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*

Capítulo 3

importante campo de experimentação em termos formais e construtivos, onde foram sendo introduzidas novas premissas e soluções arquitectónicas.

Nos subcapítulos seguintes é feita uma apresentação da evolução dos principais blocos e edifícios constituintes que caracterizam as escolas de tipologia *Liceu* em Portugal, em termos formais e construtivos, de forma a permitir uma análise objectiva da sua evolução.

3.2.1 CORPO PRINCIPAL

Desde o início, o edifício principal apresenta-se como a “porta de entrada” do liceu, onde se localizam os principais espaços lectivos e administrativos. Até à criação dos primeiros liceus nos finais do século XIX, estes espaços lectivos ocupavam um espaço ou um determinado edifício de um grande conjunto religioso, não sendo possível distinguir formalmente os espaços do liceu dos restantes espaços monásticos. O ponto estruturador era o pátio onde se localizavam as circulações e os pontos de distribuição para os restantes espaços lectivos, o que permitia um maior controlo, disciplina e vigilância aos alunos (Figura 3.24).



Figura 3.24 - Esquema formal dos “colégios”: organização em torno de um pátio fechado para o exterior (esquerda), onde se encontram as circulações do espaço escolar (direita).

Com a construção dos primeiros liceus do século XX, a concepção dos novos edifícios escolares procura responder formal e construtivamente aos princípios e requisitos higienistas que surgiam neste período. A implantação das escolas em pontos de expansão urbana (Figura 3.25), em oposição à utilização de outros espaços no interior da cidade antiga, é o ponto de partida para a afirmação das novas exigências, que recomenda a localização das escolas em zonas salubres. O papel estruturador e de referência urbana dos liceus promovem uma maior afirmação para envolvente, onde o edifício principal da escola se constitui como o “rosto visível” de uma realidade que se procurava que fosse moderna e inovadora. Deste modo, o edifício principal, onde se encontrava a entrada para o espaço escolar, localizava-se no limite do terreno e nas proximidades dos principais eixos viários, assumindo a sua presença para a envolvente (Figura 3.26).

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu* Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

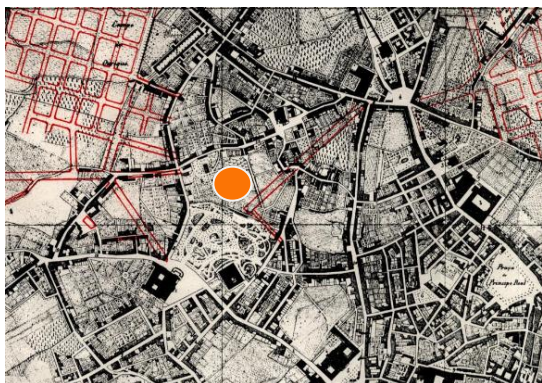


Figura 3.25 - Excerto da *Carta topográfica de Lisboa* de 1871, com as alterações a encarnado feitas até 1911, com a localização do Liceu Pedro Nunes a laranja.
Fonte: Silva 1950



Figura 3.26 - Vista da fachada principal do Liceu Pedro Nunes, a partir da Avenida Álvares Cabral, em Lisboa.
Fonte: ICIST

Em termos construtivos, caracterizam-se pela estrutura em paredes resistentes de alvenaria de pedra ordinária e estrutura de pisos, escadas e cobertura em madeira. Os revestimentos eram escolhidos de forma a responder aos requisitos higienistas, de forma a assegurar uma fácil limpeza e maior salubridade dos espaços interiores.

Na década de 30, começam a surgir os projectos modernos de liceus, que procuravam responder às *Condições especiais e bases para a construção de liceus* da Junta Administrativa do Empréstimo para o Ensino Secundário (JAEES). Neste documento, recomendava-se a concepção do liceu num “edifício único ou vários interligados”, que caracterizou os edifícios que constituíam o corpo principal dos liceus neste período. Para além deste tipo de configuração, os liceus deste período caracterizavam-se por se apresentarem organizados por núcleos funcionais, que permitia a organização do edifício e das soluções construtivas adoptadas de acordo com a utilização prevista. Em termos construtivos, a principal inovação foi a construção em betão armado, que permitiu a utilização das coberturas em terraço e a abertura de grandes vãos de iluminação na fachada.

Com a construção dos liceus designados no “Plano de 38”, começou um período de tendência histórica e monumentalista dos edifícios liceais, que se reflectiu no abandono da linguagem moderna e a adopção da linguagem nacionalista do Estado Novo, procurando recuperar alguns elementos da tradição arquitectónica nacional. Os edifícios retomam as coberturas inclinadas, a par de uma forte sobriedade decorativa. Apenas nas fachadas dos edifícios principais sobressaem apontamentos decorativos em cantaria, em regra para marcação da entrada, que marcam também um ponto de charneira para a distribuição dos diversos blocos e espaços funcionais. Os liceus deste período caracterizam-se ainda pela apresentação de uma disposição simétrica em relação à entrada, sendo a partir deste ponto que é feita a distribuição para os restantes espaços escolares (Figura 3.27).

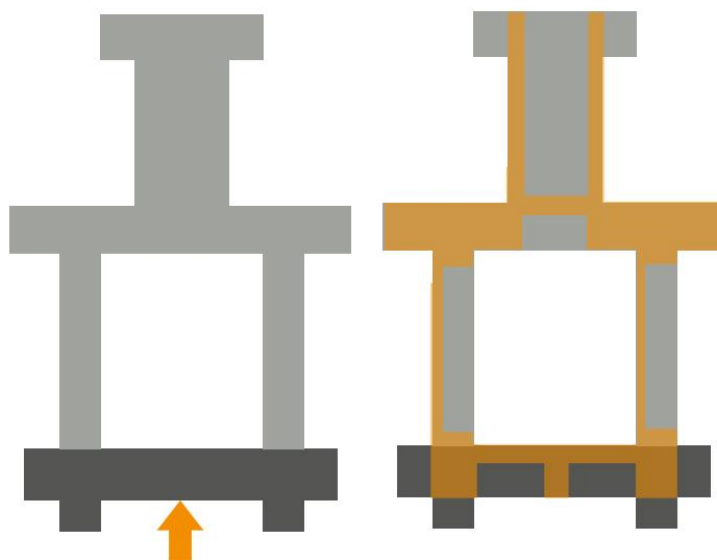


Figura 3.27 - Esquema formal do Liceu de Sá da Bandeira em Santarém do "Plano de 38": simetria da implantação em relação à entrada (esquerda) e circulações horizontais de ligação entre os vários blocos (direita).

A partir da década de 50, começa-se a explorar as potencialidades da utilização do betão armado, que permitiu reduzir custos, aumentar a velocidade de construção e, conseqüentemente, promover a normalização de diversos elementos. Em termos de organização funcional, permanecem no edifício principal as funções administrativas e executivas da escola e os principais espaços lectivos que, progressivamente, se irão afastando para blocos funcionais distintos.

3.2.1 CORPO DE SALAS DE AULA

Esta tipologia de bloco funcional começa a surgir no início do século XX com a abertura dos pátios para o exterior e a articulação das escolas por vários corpos interligados, assumindo uma posição secundária relativamente ao edifício principal. Estes corpos seguem a linguagem formal e construtiva do edifício principal, estando sempre ligados por comunicações interiores, sendo secundarizados pela sua implantação, a utilização em termos funcionais, a posição relativa à entrada e à fachada principal.

3.2.2 CORPO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Nos liceus construídos no início do século XX, o espaço do ginásio encontra-se inserido no edifício principal e é assumido na fachada principal com a abertura de grandes vãos envidraçados, o que lhe confere uma posição de destaque, e pela utilização de estruturas metálicas para vencer os vãos de grandes dimensões, como acontece no caso do Liceu Pedro Nunes, em Lisboa (Figura 3.28). Por motivos funcionais e estruturais, este espaço é retirado do edifício principal e ocupa um volume autónomo no espaço da escola (Figura 3.29).

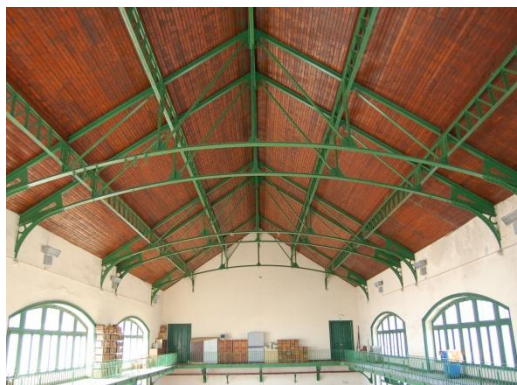


Figura 3.28 – Imagem da estrutura metálica do antigo ginásio do Liceu Pedro Nunes, Lisboa.

Fonte: ICIST

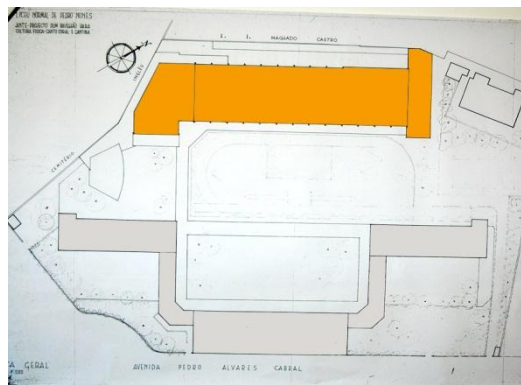


Figura 3.29 – Planta geral do Liceu Pedro Nunes, em Lisboa, com a localização do novo pavilhão gimnodesportivo a laranja.

Fonte: ICIST

Na década de 30, a partir das recomendações apresentadas nas *Condições especiais e bases para a construção de liceus* da Junta Administrativa do Empréstimo para o Ensino Secundário (JAEES), o bloco da educação física torna-se autónomo e formalmente distinto dos outros edifícios, com entrada independente pelo exterior. Devido às maiores exigências de funcionalidade, este bloco distingue-se também dos restantes pela sua caracterização estrutural com grandes vãos interiores.

Nas décadas seguintes, continua a existir esta autonomia formal e funcional do corpo de educação física e a sua distinção construtiva e estrutural.

3.2.3 ESPAÇOS EXTERIORES

Nos edifícios que antecederam a construção de liceus, os espaços exteriores estavam restringidos aos pátios exteriores. Com a abertura dos pátios e a implantação da escola por vários blocos articulados, os espaços exteriores adquiriram uma maior dimensão em relação ao espaço escolar (Figura 3.30).

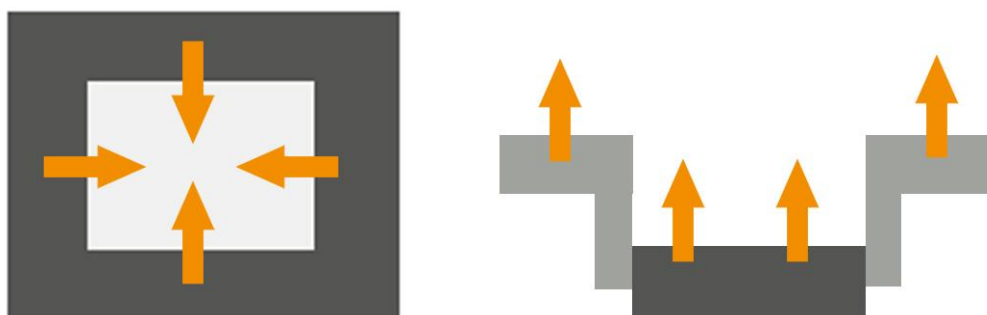


Figura 3.30 - Esquema funcional e formal dos espaços exteriores dos primeiros liceus: transição da estrutura em pátio (esquerda), para uma implantação de maior abertura dos espaços exteriores (direita).

Ao mesmo tempo, pela maior importância dada à prática de exercício físico e ao contacto com a Natureza e envolvente natural das escolas, os espaços exteriores começaram a ser valorizados e a ser alvo de maior preocupação na concepção das escolas.

3.3 SÍNTESE

As necessidades de espaços dedicados ao ensino secundário pré-universitário em Portugal levaram à procura de espaços para a instalação de escolas, tendo em conta a falta de recursos económicos para a construção de novos edifícios. Tendo em conta a extinção das ordens religiosas em Portugal no século XIX, as escolas secundárias foram instaladas em edifícios conventuais, com características específicas de implantação e de organização funcional dos espaços. Estes factos, aliados à idade destas construções, conduziram à instalação de escolas com poucas condições de salubridade e de adequabilidade dos espaços, tendo em conta as necessidades de ensino.

No final do século XIX, começaram a surgir iniciativas de construção de liceus de raiz, impulsionadas pelas reformas educativas deste período. Estes novos edifícios procuravam responder às exigências pedagógicas preconizadas pelas reformas, nomeadamente pela introdução de espaços dedicados à prática de exercício físico e ao ensino científico. As experiências internacionais deste período introduziram novos conceitos de implantação e de linguagem formal na concepção dos edifícios escolares na realidade portuguesa, seguindo uma metodologia racional para a composição e organização dos espaços. Estes conceitos reflectem-se também nas preocupações com a higiene e saúde, em relação ao espaço escolar, sendo estes espaços lugares privilegiados para a transformação da sociedade e dos meios urbanos em que se inserem. Em termos construtivos, as soluções adoptadas procuraram cumprir as novas exigências, adoptando materiais de acabamento e revestimento adequados aos princípios higienistas, ao mesmo tempos que são utilizadas soluções estruturais tradicionais (alvenaria de pedra ordinária e pavimentos de madeira).

Na década de 30 do século XX, teve início um segundo momento de concepção de escolas secundárias, no âmbito de um concurso para a construção de liceus, tendo como base um programa tipo que incluía orientações para a elaboração de projectos de escolas e com o objectivo de desenvolver escolas modernas, em termos de linguagem, organização funcional e construção. A influência do Movimento Moderno nos projectos de liceus portugueses neste período está marcada pela introdução do betão armado na construção e nas consequências desta opção, em termos de linguagem formal e estética.

A concepção dos edifícios *Liceu* no âmbito do “Plano de 38” utilizou a importância social das escolas no sentido de marcar as ideologias políticas e pedagógicas do Estado Novo. A criação de uma equipa de técnicos, que tinham como objectivo a concepção dos liceus e a definição rigorosa da organização funcional dos espaços e das suas dimensões, dos materiais e soluções construtivas utilizadas, deixou pouco espaço para a experimentação e para a continuação da adopção de uma linguagem moderna para estes equipamentos. A concepção dos *Liceus* deste período ficou marcada pelo cumprimento rigoroso do plano, que procurava transmitir uma mensagem de forte cariz nacionalista e monumental, e pela ausência de influências internacionais que marcassem a produção nacional.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Só a partir da segunda metade do século XX, num período que correspondeu a uma abertura de Portugal em relação à Europa, é que a concepção de edifícios *Liceu* volta a receber influências internacionais, que contribuíram para o desenvolvimento de uma nova metodologia de projecto de novas escolas. A investigação de soluções inovadoras, no sentido da redução de custos e de rapidez de construção, aliadas à evolução das exigências educativas propõe a utilização de novas soluções construtivas, que resultam em diferentes espacialidades interiores e organizações funcionais.

A evolução dos edifícios da tipologia *Liceu* é marcada por fases distintas, o que se traduziu numa grande diversidade de soluções construtivas, que percorreram importantes momentos de transição e de experimentação de novos materiais. A introdução destes materiais inovadores para a época, sem um conhecimento empírico e aprofundado da sua evolução ao longo do tempo, contribui para a compreensão do estado de degradação das escolas.

4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE ANOMALIAS CONSTRUTIVAS

Para o desenvolvimento da metodologia de análise de anomalias em edifícios escolares apresentada nesta dissertação, foram utilizados os relatórios de peritagem de anomalias elaborados pelo ICIST. Os objectivos das inspecções e dos relatórios constituem o enquadramento da metodologia a desenvolver, em termos dos elementos inspeccionados e das anomalias identificadas.

A metodologia de caracterização de anomalias adoptada na elaboração dos relatórios encontra-se limitada à inspecção visual no local, sem meios adicionais de diagnóstico e inspecção dos elementos da construção, definindo o âmbito da caracterização de anomalias.

Por outro lado, a estrutura adoptada nos relatórios de peritagem e as listagens disponibilizadas pela metodologia de inspecções aos edifícios escolares foram o ponto de partida para a estruturação da base de dados proposta e as respectivas listas adaptadas aos objectivos da mesma.

De uma forma geral, a análise visual permite a identificação dos tipos de anomalias e a avaliação das causas possíveis. No entanto, os registos fotográficos e as observações no local detectam diferentes tipos de informação dependendo da proximidade do registo em relação à anomalia. A sistematização das inspecções e da organização das informações em listas permite reduzir a subjectividade do diagnóstico (Flores-Colen 2008, Gaspar 2005, Silvestre 2009, Walter 2005), apesar de continuarem a existir diferenças inerentes a cada edifício e a cada inspecção. O preenchimento da base de dados encontra-se, por isso, condicionado pelos dados recolhidos durante a inspecção e apresentados nos relatórios.

4.1 INSPECÇÕES E RELATÓRIOS DE PERITAGEM DE ANOMALIAS DOS EDIFÍCIOS ESCOLARES - ICIST

Os relatórios de peritagem de anomalias construtivas de escolas secundárias nacionais inseridas no programa de reabilitação e modernização das escolas foram encomendados pela empresa “Parque Escolar, E.P.E” e são o ponto de partida para a caracterização das soluções construtivas e das anomalias identificadas que constituem o objecto de estudo desta dissertação. Estes relatórios foram realizados em várias fases por uma equipa de professores do Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção do Instituto Superior Técnico - ICIST.

No total, foram realizadas 56 inspecções em edifícios escolares pelo ICIST, sendo estes posteriormente divididos em quatro tipologias: edifícios escolares tipologia *Liceu*, tipologia industriais, tipologia pavilhonar e escolas com tipologia singular. Neste último grupo, estão inseridas escolas que, dada a sua especificidade, não se inserem nas três primeiras tipologias definidas.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

As escolas que se incluem no grupo de inspecções de tipologia *Liceu* e que são objecto desta dissertação estão apresentadas no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Lista de escolas inseridas na tipologia *Liceu*.

N.º DE ORDEM	ESCOLA	LOCALIZAÇÃO	ANO DE CONSTRUÇÃO
02	Escola Secundária D. João de Castro	Lisboa	1949
03	Escola Secundária Pedro Nunes	Lisboa	1911
06	Escola Secundária Gil Vicente	Lisboa	1949
08	Escola Básica Marquesa de Alorna	Lisboa	1958
09	Escola Secundária D. Filipa de Lencastre	Lisboa	1938
10	Escola Secundária Rainha D. Amélia	Lisboa	1962
11	Escola Secundária Josefa de Óbidos	Lisboa	1952
34	Escola Secundária Rainha D. Leonor	Lisboa	1961
38	Escola Secundária Sá da Bandeira	Santarém	1943
41	Escola Secundária Diogo de Gouveia	Beja	1936
43	Escola Secundária Sebastião e Silva	Oeiras	1952
48	Escola Secundária João de Deus	Faro	1948
50	Escola Secundária Poeta António Aleixo	Portimão	1965
53	Escola Secundária Luísa de Gusmão	Lisboa	1958

Os números de ordem são identificações dadas a cada inspecção atribuídas pelo ICIST com vista à ordenação dos relatórios.

Estes relatórios constituem a base de trabalho para a elaboração da metodologia de análise das anomalias construtivas e a sua caracterização.

4.1.1 OBJECTIVOS

As inspecções realizadas aos edifícios escolares, das quais resultam a elaboração dos relatórios de peritagem das anomalias construtivas, tiveram como principal objectivo a caracterização das principais anomalias visíveis nos edifícios, nomeadamente na estrutura e na cobertura dos edifícios, das exigências associadas à segurança estrutural e de durabilidade dos elementos da construção e a problemas resultantes de infiltrações e humidades ascensionais.

Os objectivos apresentados nos relatórios de peritagem são os seguintes:

- “caracterizar sumariamente a estrutura e os respectivos materiais;
- identificar as principais anomalias nos elementos estruturais (comportamento estrutural e durabilidade);
- identificar as principais anomalias de infiltrações e humidades ascensionais;
- para as diversas anomalias, indicar medidas para a sua reparação, no âmbito de uma metodologia de actuação.”

4.1.2 METODOLOGIA

As inspecções seguiram uma metodologia comum para a elaboração dos relatórios de peritagem. Foram disponibilizados pela empresa *Parque Escolar EPE* os elementos de apoio às visitas, nomeadamente peças escritas e desenhadas dos edifícios e outras informações obtidas por elementos da direcção das escolas durante as visitas ao local, de forma a caracterizar construtivamente os edifícios e as anomalias e descrever o histórico de trabalhos realizados no edifício ao longo do tempo.

Uma vez realizada a caracterização sumária do(s) edifício(s) e da estrutura, foram registadas as informações relativas às anomalias visíveis a partir da inspecção visual de todos os edifícios e dos seus espaços funcionais. Estas informações foram recolhidas no local por elementos fotográficos e organizados posteriormente pelos elementos fonte de manutenção (EFM) afectados, tendo em conta as soluções construtivas utilizadas.

A caracterização das anomalias e das suas causas prováveis foi efectuada a partir dos elementos de apoio e dos elementos recolhidos nas visitas. Adicionalmente, em alguns casos, são apontadas algumas consequências prováveis em caso de não intervenção e a evolução verificada nas anomalias. Os casos apresentados incidem essencialmente nas situações em que as exigências funcionais de segurança estrutural e de durabilidade possam estar comprometidas.

Seguindo ainda a organização por EFM, são apresentadas as recomendações de actuação com vista a corrigir as anomalias existentes e a repor os níveis de qualidade semelhantes aos originais.

4.1.3 ESTRUTURA DOS RELATÓRIOS

Os relatórios de peritagem de anomalias seguem aproximadamente a mesma estrutura organizativa, compreendendo entre 6 a 7 capítulos, apresentando-se de seguida a estrutura mais ampla adoptada.

1) Introdução

Neste capítulo, apresenta-se a escola onde se realizou a peritagem às anomalias existentes e a sua localização no território, sendo ainda apresentados os objectivos da peritagem e uma breve descrição

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

da metodologia adoptada para a caracterização das anomalias. Na introdução, indica-se ainda a data das visitas de inspecção às instalações escolares realizadas pelos técnicos do ICIST.

2) Princípios de actuação

Neste capítulo, é definido o âmbito das inspecções aos edifícios escolares. Fora deste enquadramento, os relatórios destacam a necessidade de considerar outras técnicas de inspecção e diagnóstico tendo em vista um projecto de reabilitação e a elaboração de um plano de inspecção e manutenção, bem como uma avaliação estrutural aprofundada.

3) Descrição sumária da escola secundária

Neste capítulo, são apresentadas as informações gerais relativas à escola, nomeadamente o seu enquadramento territorial, a idade da construção inicial e de eventuais ampliações e edifícios constituintes, as respectivas áreas de implantação e possíveis acções de manutenção realizadas no passado.

Após a enumeração dos elementos de apoio à caracterização dos edifícios, apresentam-se as soluções construtivas dos elementos estruturais e não estruturais, dos revestimentos, acabamentos e outros elementos relevantes da construção.

4) Caracterização sumária da estrutura

Neste capítulo, é apresentada uma caracterização sumária dos elementos estruturais, a partir dos elementos de apoio e das visitas ao local. Uma vez que a inspecção se limita a uma observação visual dos elementos visíveis, sem apoio de janelas de inspecção ou outras técnicas destrutivas de caracterização, identificam-se as soluções estruturais prováveis tendo em conta os elementos disponíveis.

5) Metodologia de caracterização de anomalias

Neste capítulo é apresentada a lista completa de EFM a partir dos quais são elaboradas as fichas de inspecção para cada anomalia detectada. Nestas fichas de inspecção (Quadro 4.2), apresenta-se uma lista das anomalias mais prováveis e respectivas acções de reparação / manutenção, consideradas mais indicadas para o conjunto EFM / anomalia em causa.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

6) Caracterização de anomalias

A partir da descrição sumária da escola, dos edifícios constituintes e das soluções estruturais e não estruturais, são apresentadas as anomalias identificadas pela inspecção visual, com as respectivas causas prováveis. Esta apresentação está organizada por EFM.

7) Recomendações de actuação

As recomendações de actuação apresentam-se organizadas por EFM, distinguindo as anomalias a serem corrigidas dentro de cada elemento tendo em conta as soluções construtivas e o tipo de anomalia. Assim, os elementos da construção são o ponto de partida para os trabalhos de reabilitação e de conservação no desenvolvimento das anomalias.

8) Anexos

Nos anexos, são apresentados os elementos de apoio à elaboração do relatório de peritagem de anomalias nas escolas inspeccionadas, nomeadamente os elementos fotográficos, as peças desenhadas e as fichas de inspecção.

4.2 DEFINIÇÃO DA BASE DE DADOS

Dada a grande variedade de tipologias escolares e a diversidade dos relatórios de peritagem de anomalias, pretende-se que a concepção da estrutura da base de dados seja coerente, simples e flexível. Por esta razão, e para garantir esta coerência, a concepção da estrutura da base de dados foi elaborada em equipa para todas as tipologias de escolas secundárias, tendo em conta uma abordagem preliminar dos relatórios e das anomalias identificadas.

A estrutura da base de dados segue a organização dos relatórios de peritagem, partindo da identificação da escola, da caracterização geral dos edifícios constituintes e das informações relativas à escola secundária em análise, de forma a proceder à caracterização das anomalias construtivas.

4.2.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS


A identificação das escolas realiza-se a partir do número de ordem atribuído pelo ICIST e pelo nome da escola, sendo utilizadas as abreviaturas “E.S.” (Escola Secundária), “E.B.” (Escola Básica) e “E” (Escola) dependendo da designação do estabelecimento escolar. Para ilustrar a identificação da escola, deve ser inserida uma fotografia aérea ou imagem esquemática da escola na altura da inspecção.

A identificação da tipologia escolar efectua-se pela colocação de uma cruz “X” em frente do nome da tipologia.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

No Quadro 4.3 apresenta-se uma parte de uma ficha de identificação de uma das escolas de tipologia *Liceu*, exemplificando os parâmetros de preenchimento anteriormente referidos.

Quadro 4.3 - Ficha exemplificativa de identificação da escola secundária
(Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).

Identificação	Nº de ordem	41
	Nome	E. S. Diogo de Gouveia
	Esquema	
Tipologia	<i>Liceu</i>	X
	Industrial	
	Pavilhonar	
	Singulares	

Para a caracterização geral da escola, identifica-se a década de construção pelo sistema de cruces, de modo a ser possível agrupar as escolas pela idade. O ano de construção aparece em descritivo numérico relativo ao ano de inauguração da escola. O estabelecimento dos perfis construtivos das escolas é um passo fundamental para a caracterização das mesmas e para relacionar a idade das construções com o seu estado de degradação (Chew 2005).

As áreas da escola são apresentadas com descritivo numérico apresentando a área do terreno, a área total de implantação e a área bruta de construção, de forma a caracterizar-se a dimensão deste equipamento. No entanto, as áreas de implantação e a área bruta de construção não são apresentadas em todos os relatórios, devendo as áreas ser estimadas sempre que possível, a partir dos elementos de apoio disponibilizados. No Quadro 4.4 apresenta-se uma parte de uma ficha de identificação de uma das escolas secundárias de tipologia *Liceu*, exemplificando os parâmetros de preenchimento anteriormente definidos.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

Quadro 4.4 - Ficha exemplificativa da primeira parte de caracterização da escola secundária (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja)

data de construção	década	1910	
		1920	
		1930	X
		1940	
		1950	
		1960	
		1970	
		1980	
	1990		
	ano de construção	1936	
área	área do terreno	23.000	m ²
	área de implantação	5.900	m ²
	área bruta de construção	12.600	m ²

De seguida, são identificados e caracterizados na base de dados os edifícios constituintes da escola. No caso dos edifícios escolares da tipologia *Liceu*, cada tipologia funcional representa os blocos com soluções construtivas semelhantes. Tal como referido no capítulo da “Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*”, estes equipamentos escolares da tipologia *Liceu* apresentam uma implantação específica em torno de um edifício principal, dividido frequentemente em vários corpos ou blocos funcionais, de acordo com as necessidades de cada escola: de uma forma geral, o conjunto escolar é constituído por um edifício principal que ocupa uma posição central de destaque e onde são utilizadas soluções estruturais tradicionais e materiais de revestimento de qualidade, enquanto os edifícios desportivos apresentam soluções construtivas que procuram responder a uma utilização específica. Por esta razão, as tipologias funcionais procuram representar os edifícios pelas diferentes utilizações e, consequentemente, pelas diferentes soluções construtivas de acordo as exigências de desempenho de cada espaço.

Na apresentação das tipologias funcionais, numa primeira coluna, os códigos, identifica-se a tipologia da escola (P - Pavilhonares; I - Industriais; L - *Liceus*; S - Singulares) e, na segunda coluna, é identificada a tipologia funcional de cada edifício identificado (TF... - Bloco/Corpo de ...).

Os códigos das tipologias seguem uma contagem sequencial para cada escola. O código final, que identifica a tipologia de escola e a tipologia funcional, aparece em conjunto como sendo uma combinação dos dois códigos. Por exemplo, na escola tipo *Liceu* (L) em que um dos edifícios existentes é o edifício principal (TF1), o código final do edifício e da escola é “L TF1”.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Na metodologia de análise proposta, os espaços exteriores cobertos (passadiços, acessos, recreios e pátios) são considerados como um edifício / tipologia funcional autónoma.

Numa coluna seguinte, apresenta-se a quantidade de blocos / corpos em que o edifício se divide por cada tipologia, em descritivo numérico. Após a identificação dos blocos, apresenta-se uma descrição sumária das características gerais do edifício, em termos de área, número de pisos e ano da construção dos blocos (Quadro 4.5).

Quadro 4.5 - Ficha exemplificativa de apresentação das diversas tipologias funcionais
(Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja)

	Código	Nome do edifício	Qtd	Nome dos blocos	Área (m ²)	Número de pisos	Ano de construção
Edifícios constituintes	L TF1	Edifício principal	5	Corpo norte	-	3	1936
				Corpo nascente	-	3	1936
				Sala de alunos	-	3	1936
				Corpo poente	-	3	1936
				Anexo	-	3	1936
	L TF2	Antiga residência do reitor	1	-	150	2	1958

Tendo em vista uma caracterização o mais completa possível das soluções estruturais e construtivas, foi elaborada uma lista de materiais constituintes da construção para preenchimento da caracterização construtivas das tipologias funcionais. No entanto, no caso de se verificarem diferenças de soluções construtivas entre blocos, estas devem ser assinaladas no campo correspondente.

De forma a sistematizar a recolha de informação e o preenchimento da base de dados, foram identificados os principais elementos da construção a serem caracterizados em tipos e sub-tipos de elementos da construção:

- Estrutura (CC 01)
 - Elementos verticais (CC 01.01)
 - Elementos horizontais (CC 01.02)
 - Escadas (CC 01.03)
 - Fundações (CC 01.04)
- Paredes divisórias (CC 02)
 - Suporte (CC 02.01)
 - Revestimentos (CC 02.02)
- Paredes de fachada (CC 03)

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

- Suporte (CC 03.01)
- Revestimentos (CC 03.02)
- Pavimentos (CC 04)
- Cobertura (CC 05)
 - Tipologia (CC 05.01)
 - Estrutura (CC 05.02)
 - Revestimentos (CC 05.03)
 - Impermeabilização (CC 05.04)
 - Drenagem (CC 05.05)
- Vãos (CC 06)
 - Caixilhos (CC 06.01)
 - Vidros (CC 06.02)
 - Protecção (CC 06.03)
 - Guarnição (CC 06.04)
- Outros (CC 07)
 - Tectos (CC 07.01)
 - Rodapés (CC 07.02)
 - Guardas (CC 07.03)
 - Beirados (CC 07.04)
 - Platibandas (CC 07.05)
 - Palas (CC 07.06)
 - Juntas de dilatação (CC 07.07)

As soluções construtivas são identificadas por um código e correspondente denominação da solução, constituído pelas letras “**CC**” (caracterização construtiva), um código de dois algarismos “**00**” correspondente ao tipo de elemento da construção e um outro código de dois dígitos “**00**” que identifica o sub-tipo de elemento da construção. Estes dois códigos agrupados (“**00.00**”) representam um grupo de soluções construtivas, organizado sequencialmente por letras minúsculas “**a**”, formando um código do tipo “**CC 00.00.x**”.

A lista completa dos elementos para a caracterização construtiva e materiais constituintes encontra-se apresentada no Anexo A - Lista de materiais constituintes.

Em relação à identificação dos espaços exteriores, devem ser assinalados campos apresentados na base de dados e exemplificados no Quadro 4.6 pelo sistema de cruces, tendo em conta as informações disponibilizadas nos relatórios.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Quadro 4.6 - Ficha exemplificativa de identificação dos espaços exteriores
(Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).

Espaços exteriores	Campo de jogos	X
	Bancada ou anfiteatro	
	Espaços de circulação cobertos	X
	Espaços de circulação e recreio descobertos	X
	Espaços de circulação verticais	
	Zonas ajardinadas	X

4.2.2 LOCALIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

A descrição da localização da escola secundária em análise faz-se pela identificação do distrito, do concelho, da cidade, da freguesia e nome completo do arruamento da entrada principal do conjunto escolar.

Na descrição do meio envolvente, apresentam-se três possibilidades, das quais se deve escolher a opção mais adequada por sistema de cruzes, de acordo com os edifícios da envolvente.

A opção “ME1”, designada por “meio urbano tipo 1”, representa as escolas em que a envolvente urbana apresenta um nível elevado de densidade de construção, em termos de superfície (densidade de construção da envolvente) e em termos de altura dos edifícios, e em que a maioria das construções tem mais de 4 pisos de altura em relação ao solo.

A opção “ME2”, relativa ao “meio urbano tipo 2”, tem menor nível de densidade de construção e a maioria das construções em torno do perímetro da escola têm menos de 4 pisos de altura em relação ao solo.

A opção “ME3”, relativa ao “meio rural”, deve ser escolhida quando não há edifícios na envolvente, isto é, os terrenos que enquadram o terreno da escola caracterizam-se essencialmente por campos ou outras áreas sem construções.

No Quadro 4.7 apresenta-se uma parte de uma ficha de localização de uma das escolas de tipologia *Liceu*, exemplificando os parâmetros de preenchimento anteriormente definidos.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

Quadro 4.7 - Exemplo de preenchimento da base de dados - das fichas de localização do edifício escolar (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).

Distrito	Beja
Concelho	Beja
Cidade	Beja
Freguesia	Salvador
Rua	Rua Luís de Camões 7800-508 Beja, Portugal
Meio envolvente	ME 1 urbano tipo I
	ME 2 urbano tipo II X
	ME 3 rural

4.2.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS CONSTRUTIVAS

Para a introdução das informações relativas às anomalias construtivas nas fichas de caracterização da base de dados proposta, pretende-se que os parâmetros gerais de preenchimento sejam comuns a todas as escolas e outros parâmetros sejam específicos para cada tipologia.

A localização do meio é fundamental para o estudo dos factores externos de degradação. A localização relativa das anomalias em relação ao edifício e aos espaços funcionais que o compõem e a orientação por quadrante solar dos EFM constituem informações importantes para a caracterização de cada anomalia (sempre que possível) e para a avaliação do estado geral de degradação.


Tendo esta dissertação como um dos principais objectivos a caracterização das anomalias construtivas, a base de dados deve compreender os parâmetros relativos aos aspectos prévios à ocorrência da anomalia em questão (localização, elemento(s) da construção, materiais, entre outros) e também os aspectos que descrevem a anomalia, nomeadamente as suas causas e a gravidade.

As anomalias são agrupadas por EFM, sendo feita a descrição da anomalia de forma inequívoca com base em imagens, legenda com descrição da mesma e os parâmetros de caracterização, incluindo a descrição do fenómeno que esteve na origem da anomalia, a sua evolução, o nível de gravidade e as recomendações de actuação.

No Quadro 4.8, é apresentada uma parte de uma ficha de caracterização de uma anomalia para uma das escolas de tipologia *Liceu*, exemplificando os parâmetros de preenchimento anteriormente definidos.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Quadro 4.8 - Exemplo de preenchimento da base de dados das fichas de caracterização das anomalias
(Escola Secundária D. Luísa de Gusmão, Lisboa).

A12	Corrosão (A12)	Imagem	
		Quantidade de elementos afectados	Generalizado
		Edifícios	TF1 Edifício principal
		Causas possíveis	C2 Ambiental (C2)
			C2d Humidade (C2d)
			C3 Temporal (C3)
			C3a Envelhecimento natural (C3a)
		Causas possíveis	C4 Execução/projecto (C4)
			C4d Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras (C4d)
		Precedência de anomalias	A8 Destacamento e/ou escamação (A8)
			A21 Infiltrações (A21)
		Quadrante solar relevante	O Oeste
		Espaço funcional relevante	-
		Gravidade	3
		Futuros desenvolvimentos / consequências	A3 Descoloração ou mancha (A3)
		Recomendações de actuação	R1 Limpeza (R1)
R1a Lavagem com jacto de água, incluindo escovagem e/ou aspiração (R1a)			
R6 Remoção (R6)			
R6a Remoção/picagem do betão de recobrimento e eliminação de partículas soltas resultantes dessa operação (R6a)			
R3 Substituição (R3)			
R3c Substituição e/ou tratamento de armaduras à vista (R3c)			
R2 Tratamento / preparação superficial ou acabamento (R2)			
R2d Aplicação com pincel de revestimento anticorrosivo na armadura à vista previamente decapada (R2d)			
R2n Aplicação de nova pintura com as demãos necessárias (colocação prévia de fitas nos remates) (R2n)			
R7 Reconstituição de elementos (R7)			
R7a Aplicação de argamassa de regularização de elevada resistência mecânica não retráctil (R7a)			
Recomendações de actuação	R5 Colocação / execução (R5)		
	R5h Criação de pingadeiras quando não existam e correcção quando disfuncionais (R5h)		
Observações			

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

Nas fichas de anomalias da base de dados devem ser consideradas as informações apresentadas nos relatórios a negro. No entanto, caso exista alguma informação depreendida ou estimada, deve ser mudada a cor do texto de negro para azul, de forma a distinguir as diferentes fontes de informações.

a. Localização das anomalias

Existem vários níveis de localização e locais possíveis para localizar a anomalia: o edifício, o espaço funcional (no caso de anomalias interiores) ou orientação solar (principalmente no caso de anomalias na envolvente exterior do edifícios) e o(s) elemento(s) da construção.

Para a localização da anomalia no edifício, procede-se à identificação da tipologia funcional em causa e, sempre que possível, no blocos que constituem as tipologias funcionais. Para isso, deve-se recorrer às fichas apresentadas no subcapítulo 4.2.1 “Identificação e caracterização dos edifícios”, onde foram determinadas as tipologias funcionais existentes no conjunto escolar.

Paralelamente, as anomalias podem ainda localizar-se numa orientação solar preponderante e num determinado espaço funcional da escola. Nos casos de anomalias localizadas em elementos da envolvente exterior dos edifícios, a definição dos quadrantes de orientação solar é fundamental para o estudo das anomalias e da influência da implantação dos edifícios para caracterizar o estado de degradação. A localização das anomalias em espaços funcionais é importante para definir padrões de degradação relacionados com a utilização dos espaços e estudar a adequação dos materiais face à utilização prevista.

No Quadro 4.9, é apresentada uma lista dos principais espaços funcionais identificados na análise dos relatórios de peritagem.

Quadro 4.9 - Lista de espaços funcionais.

Espaços funcionais	
E1	Zonas de circulação (E1)
E2	Salas de aula (E2)
E3	Laboratórios (E3)
E4	Oficinas (E4)
E5	Salas de professores (E5)
E6	Gabinetes administrativos (E6)
E7	Biblioteca (E7)
E8	Salas polivalentes (E8)
E9	Salas de refeições (E9)
E10	Cozinhas (E10)
E11	Instalações sanitárias / balneários (E11)
E12	Ginásios (E12)
E13	Salas de uso especial (E13)
E14	Área técnica (E14)
E15	Reprografia / papelaria (E15)
E16	Arquivos / arrumos / arrecadação (E16)

O ponto de partida para proceder à localização da anomalia em relação ao edifício é a identificação dos EFM. A estrutura e organização dos relatórios de peritagem apresentam as anomalias organizadas por estes elementos, o que facilita a sua identificação durante o preenchimento das fichas de caracterização de anomalias da base de dados. A lista de EFM utilizada no preenchimento do sistema encontra-se apresentada no Anexo B - Lista de Elementos Fonte de Manutenção (EFM). O EFM em que se localiza a anomalia pode ainda ter três tipos de localização em relação ao edifício: espaços exteriores envolventes ao edifício, envolvente exterior e interior do edifício. A identificação destes três tipos de anomalia é indissociável dos EFM, podendo em alguns casos haver alguma flexibilidade na atribuição da localização do elemento.

b. Identificação das anomalias

A identificação do tipo de anomalia é um passo essencial para a sua caracterização. No entanto, a complexidade crescente dos edifícios ao longo do tempo, segundo vários aspectos, a evolução e diversidade dos materiais e sistemas construtivos e as cada vez mais rigorosas exigências de desempenho, acompanhadas pela falta de manutenção e intensa utilização das escolas, levam a que seja verificada elevado nível de degradação dos elementos, causando o aparecimento de anomalias de desempenho, em cadeias de anomalias cada vez mais complexas (Azzalin 2005).






A identificação clara e fundamentada das anomalias e a análise dos elementos disponíveis são fundamentais para o estudo dos processos de degradação e para a correcção adequada dos problemas (Freitas 2007).

De uma forma geral, pode-se definir uma anomalia como a indicação de um defeito ou de uma possível situação em que um ou mais elementos da construção não cumprem as exigências de desempenho esperadas (CIB 1993). As alterações visuais provocadas por esse defeito constituem os sinais que permitem a identificação e a caracterização das anomalias.

Na “Metodologia de caracterização de anomalias” definida nos relatórios de peritagem aos edifícios escolares é apresentado um quadro com uma lista de anomalias mais prováveis (ver subcapítulo 4.1 “Inspeções e relatórios de peritagem de anomalias dos edifícios escolares - ICIST”). A partir da observação visual das anomalias, são atribuídas as designações necessárias para identificar as anomalias existentes. A partir deste quadro, que serviu de base à elaboração dos relatórios de peritagens, e após uma análise preliminar dos mesmos, elaborou-se uma nova lista de anomalias, de forma a obter uma maior homogeneidade das informações (Anexo C - Lista de anomalias).







No Quadro 4.10 a Quadro 4.14, é apresentada a nova lista das anomalias que assistiram a metodologia adoptada e uma descrição sumária de cada anomalia, acompanhada pelo registo fotográfico exemplificativo.

Quadro 4.10 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados.

Código	Descrição da anomalia	Imagem
<p>A1</p>	<p>Sujidade diferencial (A1) Esta anomalia caracteriza-se pela manifestação de resíduos de sujidade pontuais num determinado EFM, definidos por uma tonalidade distinta e pelo contraste (Escola Secundária Pedro Nunes, Lisboa).</p>	
<p>A2</p>	<p>Sujidade uniforme (A2) Esta anomalia caracteriza-se pela manifestação de resíduos de sujidade na generalidade de um determinado EFM. Distingue-se da anterior anomalia pela área da anomalia em relação ao EFM (Escola Secundária Sá da Bandeira, Santarém).</p>	
<p>A3</p>	<p>Descoloração ou mancha (A3) Esta anomalia caracteriza-se pela manifestação de descolorações da base ou manchas definidas pelo contraste com a superfície de base, incluindo-se nesta anomalia o desenvolvimento de eflorescências (Escola Secundária D. Luísa de Gusmão, Lisboa).</p>	
<p>A4</p>	<p>Fissuração mapeada (A4) Esta anomalia caracteriza-se pela abertura de fissuras de pequena espessura sem orientação preferencial, afectando grandes áreas do revestimento de paramento (Escola Secundária Rainha D. Amélia, Lisboa).</p>	
<p>A5</p>	<p>Fissuração orientada (A5) Esta anomalia caracteriza-se pela abertura de fissuras de pequena espessura com orientação preferencial, perceptíveis pelos registos fotográficos (Escola Secundária Josefa de Óbidos, Lisboa).</p>	

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas


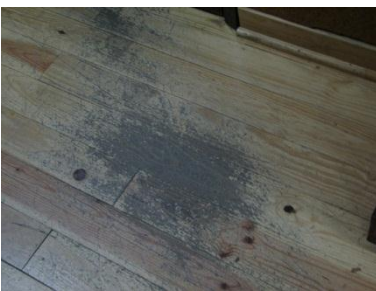




Quadro 4.11 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).

<p>A7</p>	<p>Fractura / Elemento(s) partido(s) (A7)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se por fracturas de grande amplitude dos elementos da construção, comprometendo o desempenho funcional e estrutural do EFM (Escola Secundária D. João de Castro, Lisboa).</p>	
<p>A8</p>	<p>Descasque ou escamação (A8)</p> <p>O destacamento ou escamação caracteriza-se por perda de aderência e desprendimento das camadas superficiais do suporte ou dos revestimentos (Escola Secundária Marquesa de Alorna, Lisboa).</p>	
<p>A9</p>	<p>Alveolização ou picadura (A9)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pelo desenvolvimento de cavidades na superfície dos elementos da construção (Escola Secundária Poeta António Aleixo, Portimão).</p>	
<p>A10</p>	<p>Lacuna em profundidade (A10)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pela ausência de um volume significativo de material (Escola Secundária D. Filipa de Lencastre, Lisboa).</p>	
<p>A12</p>	<p>Corrosão (A12)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se por fenómenos electroquímicos de oxidação do ferro, normalmente acompanhado por perda de secção dos elementos metálicos e, no caso do betão armado, por exposição das armaduras (Escola Secundária Rainha D. Amélia, Lisboa).</p>	
<p>A14</p>	<p>Elemento(s) solto(s) (A14)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pelo desprendimento de elementos da construção (Escola Secundária Rainha D. Amélia, Lisboa).</p>	

Metodologia de análise de anomalias construtivas






Capítulo 4

Quadro 4.12 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).


A16	Elemento(s) em falta (A16) Esta anomalia caracteriza-se pela ausência de elementos da construção ou de revestimento (Escola Secundária Gil Vicente, Lisboa).	
A17	Desgaste localizado (A17) Esta anomalia caracteriza-se pelo envelhecimento superficial dos materiais de revestimento, de uma forma localizada num determinado EFM (Escola Secundária Marquesa de Alorna, Lisboa).	
A18	Desgaste uniforme (A18) Esta anomalia caracteriza-se pelo envelhecimento superficial dos materiais de revestimento, de uma forma geral em todo o EFM (Escola Secundária João de Deus, Faro).	
A19	Deficiente funcionamento (A19) Esta anomalia caracteriza-se pelo incorrecto funcionamento dos EFM, tendo em conta o seu desempenho esperado. Nos casos das juntas de dilatação, este tipo de anomalia torna-se perceptível pela ocorrência de anomalias perto da junta (Escola Secundária Rainha D. Leonor, Lisboa).	
A20	Sem funcionamento (A20) Esta anomalia caracteriza-se pelo incorrecto funcionamento dos EFM, tendo em conta o seu desempenho esperado. Nos casos das juntas de dilatação, este tipo de anomalia deve ser assinalado sempre que existam anomalias decorrentes da ausência de funcionamento (Escola Secundária D. Luísa de Gusmão, Lisboa).	
A21	Infiltrações (A21) Esta anomalia caracteriza-se pela entrada de água nos elementos da construção, tornando-se perceptível pelas anomalias associadas à infiltração (Escola Secundária Pedro Nunes, Lisboa).	

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Quadro 4.13 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).

<p>A23</p>	<p>Colonização biológica (A23)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pelo desenvolvimento de microrganismos na presença de humidade, que desgastam os elementos da construção (Escola Secundária D. João de Castro, Lisboa).</p>	
<p>A24</p>	<p>Vegetação parasitária (A24)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pelo desenvolvimento de vegetação em locais da construção não destinados a esse efeito (Escola Secundária Sá da Bandeira, Santarém).</p>	
<p>A25</p>	<p>Dejectos de aves (A25)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pelos dejectos e/ou por outros sinais de permanência de aves que possam conduzir ao aparecimento de dejectos (Escola Secundária Josefa de Óbidos, Lisboa).</p>	
<p>A28</p>	<p>Detritos (A28)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pela acumulação de detritos, afectando o correcto funcionamento do EFM (Escola Secundária Poeta António Aleixo, Portimão).</p>	
<p>A29</p>	<p>Deformação excessiva / assentamentos (A29)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pela deformação de elementos estruturais, sendo normalmente perceptível por anomalias consequentes nos materiais de revestimento (Escola Secundária Sebastião e Silva, Oeiras).</p>	
<p>A30</p>	<p>Graffiti (A30)</p> <p>Esta anomalia caracteriza-se pela manifestação de pinturas nas superfícies, degradando o aspecto visual da construção (Escola Secundária Pedro Nunes, Lisboa).</p>	

Quadro 4.14 - Lista de anomalias adoptada para o preenchimento da base de dados (continuação).

A31	<p>Empolamento (A31)</p> <p>O empolamento caracteriza-se por perda de aderência das camadas superficiais do suporte, dos revestimentos e acabamento, frequentemente acompanhadas por sinais de destacamento (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).</p>	
------------	--	--

As principais modificações em relação à lista anterior dizem respeito a alterações de nomenclatura das anomalias (por exemplo, as anomalias A5 - Pequena fissuração, A6 - Fissuração média e A7 - Fendas passam para A5 - Fissuração orientada que abrange três níveis de gravidade) e à eliminação de anomalias não verificadas com critérios de identificação pouco claros.

No caso das anomalias “A4 - Fissuração mapeada” e “A5 - Fissuração orientada” numa parede de alvenaria ou em elementos de betão, o registo fotográfico permite perceber que a fissura do suporte repercute nas camadas de revestimento e acabamento. Nestes casos de duplicação das anomalias, e para não adulterar os resultados da análise estatística, considerou-se que ao código da anomalia é associado a uma alínea, quando verificada num revestimento ou num acabamento (o suporte fica “A5”, o revestimento fica “A5.a”) e o acabamento fica com “A5.b)”, de forma a distinguir este registo repetido, conforme se apresenta no Quadro 4.15.

Quadro 4.15 - Lista para a repetição das anomalias de fissuração nos revestimentos e acabamentos.

Revestimentos		Acabamentos	
-	Fissuração mapeada (A4)	A4.b)	Fissuração mapeada (A4)
A5.a)	Fissuração orientada (A5)	A5.b)	Fissuração orientada (A5)

Na anomalia “A7-Fractura”, são acrescentados os casos identificados como anomalia “A15-Elemento(s) partido(s)”, que deixa de existir, passando a denominar-se “A7-Fractura / elemento(s) partido(s)”. O objectivo desta alteração é a simplificação da interpretação dos relatórios, procurando uma maior coerência e abrangência na definição das situações de anomalias entre as várias soluções construtivas e as várias inspecções.

No preenchimento da base de dados, são registadas as anomalias identificadas no relatório de peritagens e que se encontram identificadas por imagens. Este critério de preenchimento restringe o

estudo das anomalias existentes às informações apresentadas pela análise fotográfica, sendo estes elementos o ponto de partida para a definição e caracterização das anomalias construtivas.

Para o desenvolvimento de um fenómeno patológico, é necessário que seja activado um agente de degradação, frequentemente designado como a causa da anomalia observada. No entanto, as anomalias podem-se alterar ao longo da evolução da degradação sem que haja alteração das causas que a provocaram, podendo dar origem a novas anomalias que se acrescentam ou sobrepõem à(s) anomalia(s) existente(s) (Rodrigues 2011). Neste sentido, pode-se considerar que existe uma cadeia de anomalias precedentes e conseqüentes à fase de inspecção, que devem também ser identificadas no preenchimento da base de dados.

c. Determinação da gravidade das anomalias

Os critérios de atribuição de níveis qualitativos de gravidade de anomalias permite avaliar o desempenho do elemento funcional, tendo em conta o estado de degradação na altura da inspecção e as condições originais (Gaspar 2005).

A classificação do nível de gravidade de uma anomalia foi realizada com recurso a uma escala definida através de critérios, tais como a extensão de área afectada pela anomalia, o contraste com a superfície de base, as exigências funcionais afectado e a sua localização (Pedro 2009). Os critérios variam consoante o tipo de anomalia e, em alguns casos, o tipo de elementos afectados, sendo a atribuição do nível de gravidade complementado pela avaliação visual comparativa, variando a classificação desde 1 (menos grave) a 3 (mais grave).

De seguida, apresentam-se os critérios de atribuição de níveis de gravidade por tipo de anomalia, bem como as imagens para avaliação visual comparativa. Esta análise visual comparativa realiza-se para cada anomalia independentemente do EFM afectado, sempre que seja possível, a partir dos registos fotográficos disponibilizados.

A anomalia A1 - Sujidade diferencial caracteriza-se pela manifestação de resíduos de sujidade pontuais num determinado elemento da construção. Como critérios para a atribuição de níveis de gravidade, distingue-se a tonalidade em contraste com a superfície de base e a extensão da sujidade em relação à totalidade do EFM em causa. Na Figura 4.1 apresentam-se imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A1 - Sujidade diferencial.



Figura 4.1 - Comparação visual de gravidades das anomalias A1 - Sujidade diferencial.

A anomalia A2 - Sujidade uniforme caracteriza-se pela manifestação de resíduos de sujidade de uma forma geral e uniforme num determinado elemento da construção. Os critérios de atribuição de níveis de gravidades são semelhantes aos adoptados para a anomalia A1, nomeadamente em relação ao contraste com a tonalidade da superfície de suporte. Na Figura 4.2, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A2 - Sujidade diferencial.



Figura 4.2 - Comparação visual de gravidades das anomalias A2 - Sujidade uniforme.

A anomalia A3 - Descoloração ou mancha caracteriza-se pela manifestação de descolorações ou manchas em contraste com a superfície de base, tendo em conta o EFM em causa. Adicionalmente, deve ser considerado um factor de agravamento na atribuição dos níveis de gravidade das anomalias (subida de um nível) sempre que existam eflorescências ou manchas que exteriorizem sinais inequívocos de corrosão de armaduras, uma vez que se tratam de manifestações patológicas que traduzem um elevado nível de degradação do suporte. Na Figura 4.3, são apresentadas imagens exemplificativas para

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

avaliação visual comparativa para cada nível de gravidade para a anomalia A3 - Descoloração ou mancha.



Figura 4.3 - Comparação visual de gravidades das anomalias A3 - Descoloração ou mancha.

A anomalia A4 - Fissuração mapeada caracteriza-se pela abertura de fissuras de pequena espessura sem orientação preferencial. Este tipo de fissuração caracteriza-se ainda por se manifestar em grandes áreas dos paramentos. Tendo em conta as características da fissuração mapeada, os critérios para a atribuição dos níveis de gravidade das anomalias são a extensão da área de fissuração e a percepção da fissuração, tendo em conta o EFM e a análise visual comparativa exemplificada na Figura 4.4.



Figura 4.4 - Comparação visual de gravidades das anomalias A4 - Fissuração mapeada.

A anomalia A5 - Fissuração orientada caracteriza-se pela abertura de fissuras com orientação preferencial, afectando normalmente o suporte e as camadas de revestimento. Tendo em conta as características deste tipo de fissuração, o principal critério para a atribuição dos níveis de gravidade destas anomalias é a percepção da fissuração, tendo em conta o EFM e a análise visual comparativa exemplificada na Figura 4.5. Para a atribuição de níveis, esta anomalia tem ainda como factores de

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

agravamento a ocorrência simultânea das anomalias A7 - Fractura e/ou elementos partidos, A8 - Descasque e/ou escamação e A14 - Elemento(s) solto(s).



Figura 4.5 - Comparação visual de gravidades das anomalias A5 - Fissuração orientada.

A anomalia A7 - Fractura / elemento(s) partido(s) caracteriza-se por fracturas de grande amplitude dos elementos da construção, sendo este um dos critérios para a atribuição de níveis de gravidade. A extensão da área afectada com esta anomalia e as consequências ao nível do desempenho funcional e estrutural do EFM constituem os restantes critérios de análise. Sempre que a estanqueidade da construção fique comprometida ou se encontra em risco a segurança dos utilizadores os níveis atribuídos para a gravidade das anomalias devem ser 2 ou 3. Na Figura 4.6, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A7 - Fractura e/ou elemento(s) partido(s).



Figura 4.6 - Comparação visual de gravidades das anomalias A7 - Fractura e/ou elemento(s) partido(s).

A anomalia A8 - Destacamento ou escamação caracteriza-se por perda de aderência e desprendimento das camadas superficiais. No caso de destacamento da pintura, o critério para atribuição de níveis de gravidades consiste na extensão da área afectada pela anomalia. No caso de destacamento de

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

recobrimento de elementos em betão armado, os critérios para a atribuição de níveis de gravidade são a quantidade e volume de material afectado. Como factores de agravamento do nível de gravidade da anomalia, distingue-se fissuração associada ao descasque, iminência de continuação do descasque e armadura à vista. Na Figura 4.7, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A8 - Destacamento ou escamação.



Figura 4.7 - Comparação visual de gravidades das anomalias A8 - Descasque e/ou escamação.

A anomalia A9 - Alveolização ou picadura caracteriza-se pelo desenvolvimento de cavidades, principalmente em camadas superficiais dos elementos de revestimento da construção, semelhantes a alvéolos. Os critérios para atribuição de níveis de gravidades são a extensão e/ou quantidade de área afectada pela anomalia e as consequências de não-intervenção. Adicionalmente, sempre que esta anomalia se verifique em coberturas, ficando comprometida a sua estanqueidade, os níveis de gravidade a atribuir às anomalias apresentadas devem ser 2 ou 3. Na Figura 4.8, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A9 - Alveolização ou picadura.



Figura 4.8 - Comparação visual de gravidades das anomalias A9 - Alveolização e/ou picadura.

A anomalia A10 - Lacuna em profundidade implica a ausência ou interrupção de um volume significativo de material que, dependendo do EFM afectado, compreende uma gravidade inerente às consequências da anomalia identificada. Por esta razão, a extensão de área afectada é um importante critério de atribuição de gravidades. Para a atribuição de níveis de gravidade, devem ainda ser considerados os casos em que a lacuna compromete a estanqueidade do EFM. Como factores de agravamento, destaca-se o volume do material correspondente à lacuna. Na Figura 4.9, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A10 - Lacuna em profundidade.



Figura 4.9 - Comparação visual de gravidades das anomalias A10 - Lacuna em profundidade.

A anomalia A12 - Corrosão caracteriza-se por ser um fenómeno electroquímico, que provoca sinais visíveis pela cor característica da oxidação do ferro. Nos casos de elementos em betão armado, com o processo de oxidação, o aço no interior do betão aumenta de volume, provocando fissuração do betão. Nestes casos em que a corrosão já teve início mas que ainda não é visível pelo exterior e armadura não está à vista, considera-se que deve ser aplicado o nível 1, excepto quando se verificarem anomalias associadas cujo nível de gravidade seja elevado. Os restantes critérios para a atribuição de níveis de gravidade de anomalias são a quantidade de área afectada visível, o descasque do betão e a perda perceptível de secção, ainda que este critério seja difícil de atribuir apenas com imagens, devendo nestes casos recorrer-se à descrição no relatório. Na Figura 4.10, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A12 - Corrosão em armaduras de elementos em betão armado.



Figura 4.10 - Comparação visual de gravidades das anomalias A12 - Corrosão em armaduras de betão armado.

Nos restantes casos de corrosão em elementos metálicos, os principais critérios para a atribuição de níveis de gravidade são a extensão da área corroída e a perda perceptível de secção. Nos casos de elementos singulares (por exemplo, fixações metálicas de coberturas inclinadas) que se encontrem corroídos, considerou-se que o nível de gravidade deve ser o nível 3. Na Figura 4.11, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A12 - Corrosão em diversos elementos metálicos.



Figura 4.11 - Comparação visual de gravidades das anomalias A12 - Corrosão em diversos elementos metálicos.

A anomalia A14 - Elemento(s) solto(s) caracteriza-se pelo desprendimento de elementos da construção, cujas consequências possíveis decorrentes da anomalia constituem um dos critérios de atribuição de níveis de gravidade. Para a sua atribuição, contribui ainda a extensão de área afectada pela anomalia. Quando se verifica a existência de elementos soltos em coberturas, ficando comprometida a sua estanqueidade, e sempre que está em risco a segurança dos utilizadores, devem ser atribuídos os níveis 2 ou 3. Na Figura 4.12, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A14 - Elemento(s) solto(s).



Figura 4.12 - Comparação visual de gravidades das anomalias A14 - Elemento(s) solto(s).

A anomalia A16 - Elemento(s) em falta caracteriza-se pela ausência de elementos da construção ou de revestimento que podem comprometer a estanqueidade da construção. Nos casos em que esta situação se verifique, nomeadamente quando a anomalia se apresenta em coberturas e vãos, os níveis de gravidade atribuídos devem ser 2 ou 3. Para a atribuição de níveis de gravidade de anomalias, devem ainda ser tidas em conta as possíveis consequências e desenvolvimentos decorrentes da anomalia. Na Figura 4.13, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A16 - Elemento(s) em falta.



Figura 4.13 - Comparação visual de gravidades das anomalias A16 - Elemento(s) em falta.

A anomalia A17 - Desgaste localizado corresponde a um envelhecimento pontual dos elementos de construção superficiais. Para a atribuição de níveis de gravidade de anomalias, devem ainda ser tidas em conta as possíveis consequências e desenvolvimentos decorrentes da anomalia, tendo em conta a função dos EFM. As alterações dos revestimentos, em termos de tonalidade e acabamento, a extensão e volume do desgaste são parâmetros fundamentais para a atribuição dos níveis de gravidade. Sempre que a anomalia se verifique em revestimento de coberturas, ficando comprometida a sua

estanqueidade, os níveis de gravidade atribuídos devem ser 2 ou 3. Na Figura 4.14, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A17 - Desgaste localizado.



Figura 4.14 - Comparação visual de gravidades das anomalias A17 - Desgaste localizado.

A anomalia A18 - Desgaste uniforme corresponde a um envelhecimento superficial dos elementos da construção, principalmente dos elementos de revestimento. Para a atribuição de níveis de gravidade de anomalias, devem ainda ser tidas em conta as possíveis consequências e desenvolvimentos decorrentes da anomalia, tendo em conta a função dos EFM. As alterações dos revestimentos, em termos de tonalidade e acabamento, a extensão e volume do desgaste são parâmetros fundamentais para a atribuição dos níveis de gravidade. Sempre que a anomalia se verifique em revestimento de coberturas, ficando comprometida a sua estanqueidade, os níveis de gravidade atribuídos devem ser 2 ou 3. Na Figura 4.15, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A18 - Desgaste uniforme.



Figura 4.15 - Comparação visual de gravidades das anomalias A18 - Desgaste uniforme.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

A anomalia A19 - Deficiente funcionamento implica o conhecimento do correcto funcionamento do EFM. Nos casos das juntas de dilatação, estes elementos devem permitir os movimentos da estrutura sem que se danifiquem os elementos da construção adjacentes. Nestes casos, o nível de gravidade a atribuir às juntas de dilatação depende directamente do nível de gravidade das anomalias associadas ao deficiente funcionamento. Nos casos em que não existam anomalias associadas ao deficiente funcionamento, o nível deve ser 1. Na Figura 4.16, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A19 - Deficiente funcionamento de juntas de dilatação.



Figura 4.16 - Comparação visual de gravidades das anomalias A19 - Deficiente funcionamento de juntas de dilatação.

Nos restantes elementos, os critérios de atribuição de níveis de gravidade estão relacionados com as possíveis consequências e desenvolvimentos decorrentes da não-intervenção. O nível de gravidade das anomalias associadas ao deficiente funcionamento constitui um factor de agravamento para este tipo de anomalias. Na Figura 4.17, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A19 - Deficiente funcionamento nos restantes EFM.



Figura 4.17 - Comparação visual de gravidades das anomalias A19 - Deficiente funcionamento nos restantes EFM.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

A anomalia A20 - Sem funcionamento caracteriza-se pela degradação de um elemento até ao não funcionamento do mesmo. Como critérios de atribuição de níveis de gravidade, considera-se a facilidade de reparação de modo a devolver o correcto funcionamento. Os factores de agravamento na atribuição de níveis de gravidade são a quantidade e o nível de gravidade das anomalias associadas ao não funcionamento dos elementos. Na Figura 4.18, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A20 - Sem funcionamento.



Figura 4.18 - Comparação visual de gravidades das anomalias A20 - Sem funcionamento.

A anomalia A21 - Infiltrações define-se pela entrada de água ou humidade nos elementos da construção sendo que a percepção desta anomalia constitui o primeiro critério de atribuição de níveis de gravidade, muitas vezes visível nos elementos de revestimento e não no elemento de construção que permitiu a entrada de água. A gravidade das anomalias associadas às infiltrações (por exemplo, tonalidade de manchas de humidade e extensão do descasque) constitui o último critério a ter em conta para a atribuição dos níveis de gravidade. Na Figura 4.19, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A21 - Infiltrações.



Figura 4.19 - Comparação visual de gravidades das anomalias A21 - Infiltrações.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

A anomalia A23 - Colonização e/ou ataque biológico pressupõe o desenvolvimento de microorganismos nos elementos da construção que comprometem o seu desempenho. A extensão de área afectada pela anomalia, a tonalidade em contraste com a superfície de suporte e a uniformidade da mancha constituem os principais critérios de atribuição de níveis de gravidade. Como factor de agravamento, destaca-se a localização, uma vez que uma colonização biológica num espaço interior traduz um ambiente insalubre. Na Figura 4.20, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A23 - Colonização biológica e/ou ataque biológico.



Figura 4.20 - Comparação visual de gravidades das anomalias A23 - Colonização e/ou ataque biológico.

A anomalia A24 - Vegetação parasitária caracteriza-se pela presença de vegetação em locais que não deveriam ter condições para o seu desenvolvimento, comprometendo o desempenho funcional dos elementos em que a vegetação se encontra. A extensão de área afectada e o nível de crescimento da planta constituem os principais critérios de atribuição de níveis de gravidade. Na Figura 4.21, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A24 - Vegetação parasitária.



Figura 4.21 - Comparação visual de gravidades das anomalias A24 - Vegetação parasitária.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

A anomalia A25 - Dejectos de aves caracteriza-se pela presença de dejectos e/ou por outros sinais de permanência de aves que conduzam ao aparecimento de dejectos. Nos casos em que se verifique a situação referida (não há dejectos mas é visível a permanência de aves), deve ser considerado o nível 1, uma vez que, ainda que não sejam visíveis os efeitos da anomalia, existem apenas as condições necessárias para que aconteça. Adicionalmente, a extensão de área afectada constitui o principal critério de atribuição de níveis de gravidades. Como factor de agravamento, destaca-se a ocupação de espaços interiores habitáveis pelas aves. Na Figura 4.22, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A25 - Dejectos de aves.



Figura 4.22 - Comparação visual de gravidades das anomalias A25 - Dejectos de aves.

A anomalia A28 - Detritos define-se pela acumulação de detritos, afectando o correcto funcionamento do elemento da construção. A extensão da área afectada pela anomalia e o volume ou quantidade de detritos constituem os principais critérios de atribuição de níveis de gravidade. Como factor de agravamento na avaliação no nível de gravidade destaca-se a dificuldade de remoção dos detritos. Na Figura 4.23, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A28 - Detritos.



Figura 4.23 - Comparação visual de gravidades das anomalias A28 - Detritos.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

A anomalia A29 - Deformação excessiva / assentamentos caracteriza-se pela deformação de elementos estruturais. Estas deformações são normalmente perceptíveis por anomalias consequentes nos materiais de revestimento, sendo estas anomalias geralmente o principal critério de atribuição de níveis de gravidade. Na Figura 4.24, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A29 - Deformação excessiva / assentamentos.



Figura 4.24 - Comparação visual de gravidades das anomalias A29 - Deformação excessiva / assentamentos.

A anomalia A30 - Graffiti corresponde a pinturas e escritos murais nas superfícies dos revestimentos. Sendo uma anomalia estética, a extensão de área afectada constitui o principal critério de atribuição de níveis de gravidade. Como principal factor de agravamento, destaca-se a dificuldade de reparação, uma vez que, quando o *graffiti* é realizado sobre cantaria, poderá ser mais difícil de ser removido, implicando um nível de gravidade mais elevado. Na Figura 4.25, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A30 - *Graffiti*.



Figura 4.25 - Comparação visual de gravidades das anomalias A30 - *Graffiti*.

A anomalia A31 - Empolamento define-se pela perda de aderência dos revestimentos em relação ao suporte. A extensão de área afectada constitui o principal critério para determinação do nível de

gravidade. Como factor de agravamento, destaca-se a presença e/ou iminência de descasque. Na Figura 4.26, são apresentadas imagens exemplificativas para avaliação visual comparativa de cada nível de gravidade para a anomalia A31 - Empolamento.



Figura 4.26 - Comparação visual de gravidades das anomalias A31 - Empolamento.

d. Sistema de ponderação de gravidades

A gravidade de uma anomalia depende directamente não só do tipo de anomalia e do seu nível de degradação mas também da sua localização no edifício, considerando a relevância que o EFM afectado pode ter para a construção a um nível geral.

Tendo em vista a classificação das anomalias segundo um nível de severidade apresentado nas inspecções, a gravidade final da anomalia resulta da ponderação de três critérios considerados fundamentais para a análise da evolução do fenómeno (Pedro 2009): a localização da anomalia em termos de EFM, o tipo de anomalia apresentada e o nível de gravidade atribuído por comparação visual de gravidades dentro de cada tipo de anomalia.

Antes de serem atribuídos os níveis de gravidade dentro de cada tipo de anomalia (A), são multiplicados os factores de ponderação aplicáveis a essa anomalia, de acordo com tipo de anomalia (B) e pela sua localização em termos de EFM (C).

Da aplicação destes factores, surge um valor (E) que, depois de ordenado, corresponde a um valor de ponderação final (F) a ser aplicado à gravidade de cada tipo de anomalia (A). Desta multiplicação, surge um resultado (G) que, depois de ser ordenado, permite obter um valor de gravidade final (H) da anomalia.

No Quadro 4.16, são apresentados a totalidade dos resultados possíveis para o sistema de ponderação de gravidades de anomalias proposto, tendo em conta os tipos de anomalias (B), os EFM afectados (C) e o nível de gravidade atribuído (A).

Quadro 4.16 - Resultados da ponderação de gravidades das anomalias.

B	C	D/E	F	A	G	H
<i>Factores de ponderação das anomalias</i>	<i>Factores de ponderação dos EFM</i>	<i>Resultados intermédios</i>	<i>Ponderações finais</i>	<i>Gravidade dentro de cada tipo de anomalia</i>	<i>Resultados</i>	<i>GRAVIDADE FINAL</i>
0,3	0,3	0,09	0,3	1	0,3	1
0,3	0,3	0,09	0,3	2	0,6	1
0,7	0,3	0,21	0,3	1	0,3	1
0,7	0,3	0,21	0,3	2	0,6	1
1	0,3	0,3	0,7	1	0,7	1
0,3	0,7	0,21	0,3	1	0,3	1
0,3	0,7	0,21	0,3	2	0,6	1
0,7	0,7	0,49	0,7	1	0,7	1
0,3	1	0,3	0,7	1	0,7	1
0,3	0,3	0,09	0,3	3	0,9	2
0,7	0,3	0,21	0,3	3	0,9	2
1	0,3	0,3	0,7	2	1,4	2
0,3	0,7	0,21	0,3	3	0,9	2
0,7	0,7	0,49	0,7	2	1,4	2
1	0,7	0,7	1	1	1	2
0,3	1	0,3	0,7	2	1,4	2
0,7	1	0,7	1	1	1	2
1	1	1	1	1	1	2
1	0,3	0,3	0,7	3	2,1	3
0,7	0,7	0,49	0,7	3	2,1	3
1	0,7	0,7	1	2	2	3
1	0,7	0,7	1	3	3	3
0,3	1	0,3	0,7	3	2,1	3
0,7	1	0,7	1	2	2	3
0,7	1	0,7	1	3	3	3
1	1	1	1	2	2	3
1	1	1	1	3	3	3

No Anexo B, é apresentada a lista dos EFM com as respectivas ponderações intrínsecas ao elemento afectado, enquanto no anexo C é apresentada a lista das anomalias com as ponderações associadas.

Este sistema de ponderação, ao mesmo tempo que corrige o nível de gravidade atribuído às anomalias, permite uma redução da subjectividade da avaliação do estado de degradação dos elementos construtivos e, conseqüentemente, dos edifícios em análise.

e. Identificação das causas possíveis

A degradação que os edifícios apresentam é um processo natural e independente dos erros de concepção e de execução que possam existir num edifício. Assim, os mecanismos de deterioração são consequência da interacção de duas variáveis independentes: o edifício, como objecto físico, e o ambiente, como a origem dos agentes de deterioração (Rodrigues 2011).

Ainda que a degradação de um edifício seja um processo natural, há uma série de factores que influenciam este processo, tais como a qualidade da construção, as acções climáticas, a falta de manutenção, entre outros. Estes factores vão influenciar a degradação do edifício, ao mesmo tempo que aumentam as necessidades de reabilitação se não forem tomadas medidas que travem o processo de degradação (Rodrigues 2008).

O estudo das anomalias e a identificação das causas possíveis de degradação dos elementos é fundamental para conhecer aprofundadamente os fenómenos patológicos dos edifícios e actuar na resolução dos mesmos.

A partir da análise dos relatórios de peritagem de anomalias, foram organizadas as causas mais frequentes para as anomalias registadas e agrupadas em cinco grupos de causas distintas (adaptado de Silvestre 2009): causas estruturais (1), ambientais (2), temporais (3), de execução e/ou projecto (4), humana e/ou animal (5) e acidental (6). As causas são apresentadas com a letra “C” e com a identificação do número correspondente aos grupos de causas. De seguida, o código da causa apresenta uma letra minúscula que sequencia as várias causas dentro de cada grupo.

As causas estruturais estão relacionadas com os elementos que compõe a estrutura e as acções mecânicas que actuam exteriormente sobre estes, incluindo as juntas de dilatação. No Quadro 4.17, é apresentada a lista das principais causas relacionadas com o desempenho estrutural.

Quadro 4.17 - Lista de causas estruturais.

Causas de origem estrutural (C1)	
C1a	Deficiente recobrimento (C1a)
C1b	Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes) (C1b)
C1c	Reduzida resistência do betão (C1c)
C1d	Deformação excessiva dos elementos estruturais (C1d)
C1e	Sobrecarga excessiva (C1e)
C1f	Assentamentos diferenciais (C1f)
C1g	Desencaixe entre elementos (C1g)
C1h	Desligamento (C1h)

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

As causas ambientais têm origem em agentes externos de degradação e estão relacionadas com a acção física e química que resulta da exposição aos agentes atmosféricos. No Quadro 4.18, é apresentada a lista das principais causas relacionadas com a influência das condições atmosféricas exteriores.

Quadro 4.18 - Lista de causas ambientais.

Causas ambientais (C2)	
C2a	Efeitos termo-higrométricos (C2a)
C2b	Exposição ao vento, chuva e poluição (C2b)
C2c	Secagem (C2c)
C2d	Humidade (C2d)
C2e	Penetração de cloretos (C2e)
C2f	Eflorescências (C2f)

As causas temporais são uma consequência directa da acção natural do tempo e do envelhecimento expectável dos elementos da construção. O fenómeno da carbonatação, ainda que decorra da acção do ambiente exterior sobre os elementos de betão, considera-se uma causa temporal, uma vez que a sua ocorrência é inevitável, apesar de poder ser controlada pelo tipo de exposição ambiental a que o elemento de betão se encontra sujeito. Também a falta de estanqueidade pode dever-se à acção do tempo sobre os elementos de construção ou a problemas de concepção, levando a que esta causa esteja presente em dois grupos distintos. No Quadro 4.19, é apresentada a lista das principais causas relacionadas com a acção do tempo nas construções.

Quadro 4.19 - Lista de causas temporais.

Causas temporais (C3)	
C3a	Envelhecimento natural (C3a)
C3b	Carbonatação (C3b)
C3c	Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (C3c)

As causas relacionadas com a execução e/ou projecto são uma consequência directa ou indirecta das prescrições dos projectistas e corresponde à maioria das causas de anomalias construtivas, de acordo com uma investigação espanhola (Chamosa 1984) e um estudo português (Henriques 2001). Por esta razão, existe uma grande diversidade de causas neste grupo, de forma a adaptar-se à realidade da construção e às situações apresentada nos relatórios. No Quadro 4.20, é apresentada a lista das principais causas relacionadas com a execução e/ou projecto.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Quadro 4.20 - Lista de causas relacionadas com execução e/ou projecto.

Causas relacionadas com execução e/ou projecto (C4)	
C4a	Deficientes remates (C4a)
C4b	Falta de acesso (C4b)
C4c	Forma arquitectónica de elementos exteriores (C4c)
C4d	Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras (C4d)
C4e	Deficiente dimensionamento (C4e)
C4f	Termoforese (C4f)
C4g	Deficiente drenagem (4g)
C4h	Deficiente execução (C4h)
C4i	Deficiente impermeabilização (C4i)
C4j	Retracção (C4j)
C4k	Reparação deficiente (C4k)
C4l	Rigidez excessiva na ligação entre elementos (C4l)
C4m	Acabamento / protecção inexistente ou deficiente (C4m)
C4n	Deficiente pormenorização (C4n)
C4o	Salpicos de água (C4o)
C4p	Deficiente preenchimento / acabamento de junta de dilatação (C4p)
C4q	Deficiente ventilação (C4q)
C4r	Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (C4r)

As causas relacionadas com a acção humana e/ou animal estão relacionadas com a acção intencional de pessoas e com a presença de animais e microorganismos nos elementos da construção. No Quadro 4.21 é apresentada a lista das principais causas relacionadas com a acção humana e/ou animal.

Quadro 4.21 - Lista de causas relacionadas com a acção humana e/ou animal.

Causas relacionadas com a acção humana e/ou animal (C5)	
C5a	Dejectos de animais (C5a)
C5b	Falta de manutenção (C5b)
C5c	Ataque de insectos xilófagos (C5c)
C5d	Vandalismo (C5d)
C5e	Ataque de fungos (C5e)

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

As causas acidentais podem acontecer em qualquer elemento da construção e a sua ocorrência é difícil de prever, uma vez que não são intencionais. As principais causas acidentais identificadas são apresentadas no Quadro 4.22.

Quadro 4.22 - Lista de causas acidentais.

Causas acidentais (C6)	
C6a	Acção sísmica (C6a)
C6b	Rotura na canalização (C6b)
C6c	Acção humana (C6c)
C6d	Colapso (C6d)
C6e	Incêndio (C6e)

Nem sempre é possível identificar uma causa específica para a ocorrência de uma determinada anomalia porque os agentes causadores podem actuar em simultâneo (Leitão 2004). Nos relatórios de peritagem, existem situações em que a manifestação da anomalia é descrita e exemplificada por imagens mas não é apresentada a sua causa. Tendo em conta estes casos, foi criada uma causa com a descrição “Causa desconhecida (C0)”.

As causas devem ser organizadas pelos grupos de causas de uma forma sequencial, em que na primeira linha de cada tipo de causas se identifica o nome do grupo de causas a “negrito” e nas linhas seguintes as alíneas aplicáveis.

Nas fichas de anomalias da base de dados, devem ser preenchidas as causas possíveis apresentadas no relatório a negro. No entanto, caso exista uma causa possível depreendida ou estimada a partir das informações disponibilizadas nos relatórios, deve-se mudar a cor do texto de negro para azul de forma a distinguir as diferentes fontes de informações.

O preenchimento dos campos relativos às causas possíveis na base de dados proposta encontra-se exemplificado na Figura 4.27 para uma anomalia “A20 - Sem funcionamento” num capeamento em cantaria.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas


Imagem	 <p align="center">Fig. I.115 - Ausência de capeamento em platibandas.</p>
Quantidade de elementos afectados	Generalizado
Edifícios	TF1 Edifício principal
Causas possíveis	C4 Execução / projecto
	C4d Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras (C4d)
	C4n Deficiente pormenorização (C4n)
	C5 Humana / animal
	C5b Falta de manutenção (C5b)
Precedência de anomalias	-
Quadrante solar relevante	-
Espaço funcional relevante	-
Gravidade	1
Futuros desenvolvimentos / consequências	-
Recomendações de actuação	R2 Tratamento / preparação superficial ou acabamento (R2)
	R2c Pulverização de produto hidrófugo (R2c)
Observações	

Figura 4.27 - Exemplo de ficha de anomalia com a apresentação das causas possíveis em destaque (Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja).

f. Recomendações de actuação

As acções de reabilitação dos elementos têm como objectivo a definição de um conjunto de acções com vista à recuperação da habitabilidade e do desempenho por meio de uma série de actuações sobre os elementos construtivos danificados pelo uso ou pela falta de manutenção (Bragança 2001). Estas acções

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

procuram a reposição das condições iniciais de utilização, determinando os trabalhos necessários à sua realização.

As recomendações de actuação propostas têm em conta os EFM e as soluções construtivas existentes, procurando a eliminação dos sinais visíveis da anomalia e a erradicação das causas que lhe deram origem, sempre que possível.

Nos quadros seguintes, são apresentadas as recomendações de actuação organizadas pelos diversos tipos de trabalhos a realizar nos EFM.

No Quadro 4.23 são apresentados os trabalhos relativos a acções de limpeza necessários para a eliminação das anomalias.

Quadro 4.23 - Lista de recomendações de actuação relativas a acções de limpeza.

Limpeza (R1)	
R1a	Lavagem com jacto de água, incluindo escovagem e/ou aspiração (R1a)
R1b	Limpeza com jacto de ar comprimido (R1b)
R1c	Lavagem com água e detergente, incluindo escovagem (R1c)
R1d	Desinfestação com biocida (R1d)
R1e	Lavagem / escovagem (R1e)
R1f	Remoção de vegetação parasitária (R1f)
R1g	Lavagem com solvente "decapante" e posterior escovagem (R1g)
R1h	Lavagem com jacto de água de baixa pressão e passagem à escova macia ou esponja, com detergente neutro (R1h)
R1i	Limpeza geral com remoção de detritos (R1i)
R1j	Desentupimento dos tubos de queda (R1j)
R1k	Passagem com lixa e escova, limpeza e desengorduramento com diluente (R1k)

No Quadro 4.24, são apresentados os trabalhos relativos a tratamentos e/ou preparação superficial ou acabamento necessários para reparação das superfícies, facilitar os trabalhos de manutenção e proteger a integridade dos revestimentos.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Quadro 4.24 - Lista de recomendações relativas a tratamentos e/ou preparação superficial ou acabamento.

Tratamento e/ou preparação superficial ou acabamento (R2)	
R2a	Tapamento de imperfeições com mastique para metal (R2a)
R2b	Tratamento curativo e preventivo com produto insecticida / fungicida por pincelagem (R2b)
R2c	Pulverização de produto hidrófugo (R2c)
R2d	Aplicação com pincel de revestimento anticorrosivo na armadura à vista previamente decapada (R2d)
R2e	Aplicação de tinta com elasticidade (R2e)
R2f	Pintura de elementos exteriores em betão que não se encontrem pintados (R2f)
R2g	Betumagem de juntas entre tacos ou régua de madeira (R2g)
R2h	Afagamento de pavimento para regularização de superfície, incluindo posterior aspiração e limpeza (R2h)
R2i	Aplicação de duas demãos de tapa poros incluindo posterior lixagem do pavimento (R2i)
R2j	Aplicação de duas demãos de velatura de escurecimento em toda a área (R2j)
R2k	Pintura com primário anti-corrosão e camadas de tinta de protecção (R2k)
R2l	Aplicação de três demãos de tintas de água e massa Karapas (R2l)
R2m	Aplicação de duas demãos de tapa-poros com rolo de borracha em toda a superfície, incluindo posterior lixagem (R2m)
R2n	Aplicação de nova pintura com as demãos necessárias (colocação prévia de fitas nos remates) (R2n)
R2o	Aplicação de uma demão de aderente selante e duas demãos de tinta acrílica, em elementos em betão (R2o)

No Quadro 4.25, são apresentados os trabalhos relativos à substituição de elementos danificados pelas anomalias, de forma a restituir as condições iniciais de utilização. Neste grupo, inserem-se os trabalhos de remoção e de colocação, que não são considerados em separado. Neste grupo, também não são incluídos os trabalhos de melhoramento das condições, em termos de reforço e/ou de melhoria do desempenho.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

Quadro 4.25 - Lista de recomendações de actuação relativas à substituição de elementos.

Substituição (R3)	
R3a	Substituição de elementos de revestimento ou de elementos de remate (R3a)
R3b	Substituição integral do elemento (R3b)
R3c	Substituição e/ou tratamento de armaduras à vista (R3c)
R3d	Substituição por sistema de impermeabilização invertido com isolamento térmico (R3d)
R3e	Substituição de tubos dreno de secção adequada e sobressaindo suficientemente dos paramentos, com embocaduras protegidas por ralos de pinha (R3e)
R3f	Substituição da chapa de fibrocimento por um material novo (cerâmico ou metálico) (R3f)
R3g	Substituição do sistema de suporte da clarabóia (R3g)
R3h	Substituição do revestimento da cobertura em terraço por outro adequadamente concebido e executado (R3h)
R3i	Substituição de caixilharia por outra de material diferente do existente (R3i)
R3j	Substituição do material de preenchimento das juntas entre elementos construtivos (R3j)
R3k	Colocação de novo sistema de impermeabilização (R3k)
R3l	Remoção do material vedante e aplicação de um material novo (R3l)

No Quadro 4.26, são apresentadas as recomendações relativas aos trabalhos de fixação e/ou reforço, tendo em vista a satisfação das exigências de segurança estrutural e de outras exigências de desempenho expectáveis ao(s) elemento(s) da construção.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Quadro 4.26 - Lista de recomendações de actuação para fixação e/ou reforço.

Fixação e/ou reforço (R4)	
R4a	Alteração do sistema de fixação das vigas, acompanhando as juntas de dilatação e a sua própria dilatação (R4a)
R4b	Fixação dos prumos verticais dos guarda-corpos com elementos adicionais transversais (R4b)
R4c	Reforço pontual da estrutura através da substituição por novos elementos do mesmo material (R4c)
R4d	Introdução de tirantes para ligação de troços de parede actualmente desligados (R4d)
R4e	Escoramento activo ao solo de vigas e asnas, anulando assentamentos nos apoios (R4e)
R4f	Realização de furos horizontais nos pilares e inserção de varões de alta resistência pré-esforçados por aperto, preenchendo posteriormente os furos com resina epóxida (R4f)
R4g	Colocação de cantoneiras metálicas nos apoios das vigas ligadas entre si com varões de alta resistência (R4g)
R4h	Reforço das zonas onde apoiam as consolas dos beirados (R4h)
R4i	Reconstituição com argamassa não retráctil de alta resistência e reposição do novo betão através de novos chumbadores (R4i)
R4j	Colmatação de linha de cumeeira como elementos metálicos de geometria adequada (R4j)
R4k	Reparação de elementos estruturais de madeira e suas ligações introduzindo/repondo elementos metálicos (R4k)
R4l	Reforço de fundação / embasamento através de técnica adequada (R4l)

No Quadro 4.27, são apresentadas as recomendações relativas aos trabalhos de colocação e/ou execução de novos elementos ou materiais, não incluindo os trabalhos de substituição de elementos.

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

Quadro 4.27 - Lista de recomendações de actuação relativas a colocação e/ou execução.

Colocação / execução (R5)	
R5a	Colocação de sistema de sub-telha (R5a)
R5b	Execução da junta de dilatação com continuidade entre todos os elementos construtivos (R5b)
R5c	Criação de muretes nos bordos das lajes (R5c)
R5d	Execução de camada de forma para correcção da pendente (R5d)
R5e	Criação de um sistema de caleiras com uma pendente adequada (no mínimo 2%) e pontos de drenagem, ligados a tubos de queda (R5e)
R5f	Colocação de sistema de impermeabilização, garantindo o movimento e remate de juntas de dilatação existentes (duas membranas asfálticas com um cilindro de massa betuminosa pré-moldada entre as mesmas) (R5f)
R5g	Colocação de sistema de algerozes ligados a tubos de queda (R5g)
R5h	Criação de pingadeiras quando não existam e correcção quando disfuncionais (R5h)
R5i	Colocação de uma camada de isolamento térmico (R5i)
R5j	Introdução de disposições construtivas que assegurem uma adequada ventilação das coberturas (R5j)
R5k	Correcção do sistema de impermeabilização nos pontos singulares, com o devido prolongamento das telas (R5k)
R5l	Colocação de caixas de drenagem no topo dos tubos de queda (R5l)
R5m	Execução de novo sistema de impermeabilização com telas auto-protegidas (R5m)
R5n	Colocação de ralos de pinha na embocadura dos tubos de queda (R5n)
R5o	Criação de juntas nos revestimentos preenchidas com material resiliente (R5o)
R5p	Colocação de uma guarda metálica no perímetro da cobertura (R5p)
R5q	Correcção da cota de soleira (R5q)
R5r	Separação superior das paredes das vigas / lajes com um material tipo poliuretano (R5r)
R5s	Colocação de tubos de queda, incluindo ralos de pinha nas suas embocaduras (R5s)
R5t	Reparação local de infiltrações e limpeza das zonas afectadas (R5t)
R5u	Colocação de tubos-dreno de secção adequada e sobressaindo suficientemente dos paramentos, com embocaduras protegidas por ralos de pinha (R5u)

No Quadro 4.28, são apresentadas as recomendações relativas à remoção de elementos que não se adequam às necessidades da escola ou que se encontram degradados.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Quadro 4.28 - Lista de recomendações de actuação relativas à remoção de elementos.

Remoção (R6)	
R6a	Remoção/picagem do betão de recobrimento e eliminação de partículas soltas resultantes dessa operação (R6a)
R6b	Remoção dos materiais de revestimento que não respeitem as juntas de dilatação e recolocação dos mesmos com uma junta apropriada (R6b)
R6c	Eliminação das clarabóias (R6c)
R6d	Avivamento de fissuras (R6d)
R6e	Picagem de zonas que se encontrem destacadas, fissuradas, com humidade, sais solúveis ou empoladas (R6e)
R6f	Remoção das argamassas existentes como material de enchimento das juntas (R6f)
R6g	Descasque superficial do betão contaminado por cloretos (R6g)

No Quadro 4.29, são apresentadas as recomendações relativas aos trabalhos de reconstituição de elementos, tendo em vista a reposição do seu aspecto e função inicial, de forma a satisfazer as exigências de desempenho.

Quadro 4.29 - Lista de recomendações de actuação relativas à reconstituição de elementos.

Reconstituição de elementos (R7)	
R7a	Aplicação de argamassa de regularização de elevada resistência mecânica não retráctil (R7a)
R7b	Aplicação por injeção de argamassa ou resina epóxida adequada (R7b)
R7c	Aplicação de argamassa não retráctil armada com rede de fibra de vidro (R7c)
R7d	Aplicação de argamassa cimentícia de reparação pré-doseada (desumidificadora em zonas com humidade) (R7d)
R7e	Aplicação de cordão de empanque de espuma de polietileno de preenchimento, de um mastique elástico à base de poliuretano para selagem e de acabamento com argamassa elastomérica (R7e)
R7f	Aplicação de argamassa bastarda pré-doseada não retráctil (R7f)
R7g	Reparação do betão deteriorado dos bordos das juntas (quando aplicável) e preenchimento com material elástico (R7g)
R7h	Aplicação de uma camada de betão projectado com cerca de 2 a 3 cm (R7h)
R7i	Reconstituição com um elemento em betão armado pré-fabricado (R7i)
R7j	Preenchimento de fissuras com mastique e posterior aplicação de argamassa cimentícia pré-doseada (R7j)

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

No Quadro 4.30, são apresentadas as recomendações relativas aos trabalhos de revisão e/ou manutenção periódica, tendo em vista a conservação do edifício e dos elementos que o constituem.

Quadro 4.30 - Lista de recomendações de actuação relativas à revisão e/ou manutenção periódica.

Revisão e/ou manutenção periódica (R8)	
R8a	Inspecção dos EFM, com periodicidade adequada (R8a)
R8b	Manutenção frequente (R8b)
R8c	Revisão de pingadeiras nos rebordos das lajes/palas (R8c)
R8d	Garantia de fácil acesso às coberturas (R8d)
R8e	Verificação e reparação de pontos com infiltrações e eventuais perfurações (R8e)
R8f	Ventilação frequente (R8f)
R8g	Limpeza com periodicidade adequada (R8g)
R8h	Revisão (com eventual substituição) dos materiais vedantes (R8h)

Tal como no preenchimento das causas possíveis, as recomendações de actuação devem ser organizadas de uma forma sequencial, em que na primeira linha de cada tipo de recomendação se identifica o nome do grupo de recomendações a “negrito” e nas linhas seguintes as alíneas que interessarem.

Nas fichas de anomalias da base de dados, deve-se colocar as recomendações de actuação apresentadas no relatório a negro. No entanto, caso exista uma recomendação depreendida, deve-se mudar a cor do texto de negro para azul de forma a distinguir as diferentes fontes de informações.

O preenchimento dos campos relativos às recomendações de actuação na base de dados encontra-se exemplificado na Figura 4.28 para uma anomalia “A5 - Fissuração orientada” entre uma laje de betão e parede de alvenaria.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas


Imagem	
	Desligamento entre uma laje de betão e a parede de alvenaria que nela apoia, junto à entrada Norte do ginásio principal.
Quantidade de elementos afectados	Pontual
Edifícios	TF 3 Edifício do ginásio
Causas possíveis	C1 Estrutural
	C1d Deformação excessiva dos elementos estruturais (C1d)
	C1h Desligamento (C1h)
Precedência de anomalias	-
Quadrante solar relevante	-
Espaço funcional relevante	E1 Zonas de circulação
Gravidade	3
Futuros desenvolvimentos / consequências	-
Recomendações de actuação	R5 Colocação / execução (R5)
	R5r Separação superior das paredes das vigas/lajes com um material tipo poliuretano (R5r)
	R2 Tratamento / preparação superficial ou acabamento (R2)
	R2e Aplicação de tinta com elasticidade (R2e)
Observações	

Figura 4.28 - Exemplo de ficha de anomalia com a apresentação das recomendações de actuação em destaque (Escola Secundária Rainha D. Leonor, Lisboa).

4.3 SÍNTESE

O conteúdo dos relatórios é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento da investigação e a estruturação da base de dados. A metodologia proposta para a análise das anomalias construtivas dos edifícios inspeccionados procura orientar-se no sentido da organização e sistematização das informações disponibilizadas tendo em vista uma análise estatística que torne possível a caracterização das anomalias em edifícios escolares de tipologia *Liceu* em Portugal.

A base de dados de recolha e organização da informação é realizada a partir da concepção de uma estrutura de organização dos dados, constituída por um único documento para cada escola onde se

Metodologia de análise de anomalias construtivas

Capítulo 4

podem encontrar os diferentes critérios utilizados para caracterizar as anomalias e a ilustração das mesmas por registo fotográfico.

A caracterização e análise das anomalias dividem-se em duas fases fundamentais: identificação das características da construção e identificação das características da anomalia. O primeiro passo é independente da ocorrência das anomalias e pretende apresentar o edifício, incluindo as suas características construtivas e funcionais e o seu enquadramento territorial. A segunda parte implica o conhecimento técnico dos fenómenos patológicos e dos processos de degradação dos elementos da construção, nomeadamente as cadeias de desenvolvimento de anomalias, as causas prováveis e as principais recomendações de actuação, de forma a caracterizar o estado de degradação do edifício e das escolas de uma maneira geral.

O conjunto das informações disponibilizadas nos relatórios de peritagem de anomalias do ICIST apresenta alguma heterogeneidade que se procurou atenuar com a estrutura proposta, de forma a sistematizar as informações relativas aos edifícios e às anomalias apresentadas. Por esta razão, os critérios devem estar perfeitamente definidos de forma a obter um resultado coerente, ao mesmo tempo que devem permitir alguma flexibilização que permita a introdução dos diferentes dados no sistema.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A análise estatística realiza-se a partir das informações relativas às inspecções das escolas de tipologia *Liceu* introduzidas previamente na base de dados proposta. A organização dos resultados, segundo a metodologia descrita no capítulo 4 “Metodologia de análise de anomalias construtivas”, permite obter as frequências das anomalias tendo em conta os parâmetros de caracterização descritos, de forma a compreender o estado de conservação das escolas e as principais causas de degradação dos elementos da construção.

5.1 NOTAS INTRODUTÓRIAS

Os edifícios escolares abrangidos nesta análise inserem-se num grupo de 14 escolas de tipologia *Liceu*, onde foram registadas cerca de 2000 ocorrências de anomalias nos vários elementos da construção durante as inspecções, realizadas entre 2007 e 2010.

No Quadro 5.1, é apresentada a listagem das escolas ordenadas segundo o número de ordem atribuído pela equipa de técnicos do ICIST. Nesta tabela, é também apresentada a idade das escolas em 2012, o total das ocorrências registadas e os EFM afectados por anomalias para cada escola.

Quadro 5.1 - Identificação das escolas com idade, número total de ocorrências e de EFM afectados pelas anomalias identificadas nas escolas.

NÚMERO	NOME	IDADE	TOTAL OCORRÊNCIAS	TOTAL EFM
02	E. S. D. João de Castro	63	103	33
03	E. S. Pedro Nunes	101	168	34
06	E. S. Gil Vicente	63	129	36
08	E. B. Marquesa de Alorna	54	121	38
09	E. S. Filipa de Lencastre	74	100	20
10	E. S. Rainha D. Amélia	50	140	20
11	E. S. Josefa de Óbidos	60	73	17
34	E. S. Rainha D. Leonor	51	144	21
38	E. S. Sá da Bandeira	69	131	25
41	E. S. Diogo de Gouveia	76	120	24
43	E. S. Sebastião e Silva	60	181	21
48	E. S. João de Deus	64	120	17
50	E. S. Poeta António Aleixo	47	106	15
53	E. S. D. Luísa de Gusmão	44	141	25

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

A média de idade das escolas inspeccionadas da tipologia em análise é de aproximadamente de 61 anos, segundo as datas de construção apresentadas no Quadro 5.1.

Na Figura 5.1, é apresentada a distribuição das escolas pelas décadas de construção, sendo possível confirmar a média de idades das escolas com os valores mais elevados de frequência absoluta a corresponderem às décadas de 40 e 50.

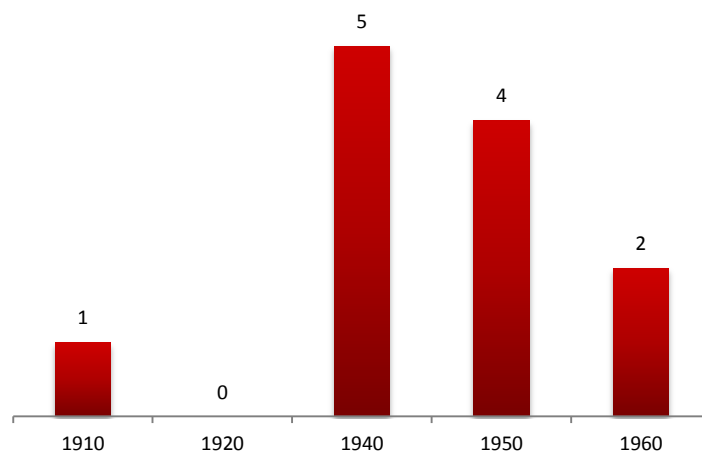


Figura 5.1 - Distribuição das escolas por década de construção.

Esta frequência deve-se à implementação do “Plano de 38”, que determinou a construção e ampliações / melhoramentos de novos *Liceus* no âmbito do *Plano de construções, ampliações e melhoramentos de edifícios liceais da Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário* (JCETS). Este plano correspondeu a uma das maiores iniciativas de construção liceal durante o século XX, o que justifica a valores mais elevados de distribuição das escolas por ano de construção.

Estes resultados indicam ainda que a maioria das escolas inspeccionadas nesta tipologia foi construída numa época de transição na construção, em que se começou a utilizar o betão armado. Este dado, associado à falta de manutenção e de ações de conservação de relevo, constitui um dado indicativo para os resultados das inspeções.

5.2 LOCALIZAÇÃO DAS ESCOLAS

Os 14 edifícios escolares inspeccionados localizam-se na zona Sul de Portugal continental, distribuindo-se por três distritos: Lisboa (11 escolas), Beja (1 escola) e Faro (2 escolas), conforme se apresenta na Figura 5.2.

Das 11 escolas construídas no distrito de Lisboa, 9 inserem-se no perímetro urbano da cidade. Na imagem aérea apresentada na Figura 5.3, observa-se a distribuição das escolas na cidade de Lisboa. Com

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

excepção da escola 06 (E. S. Gil Vicente), os edifícios inspeccionados de tipologia *Liceu* localizam-se em zonas de expansão da cidade durante o século XX, procurando dar resposta ao aumento das necessidades de ensino neste período.

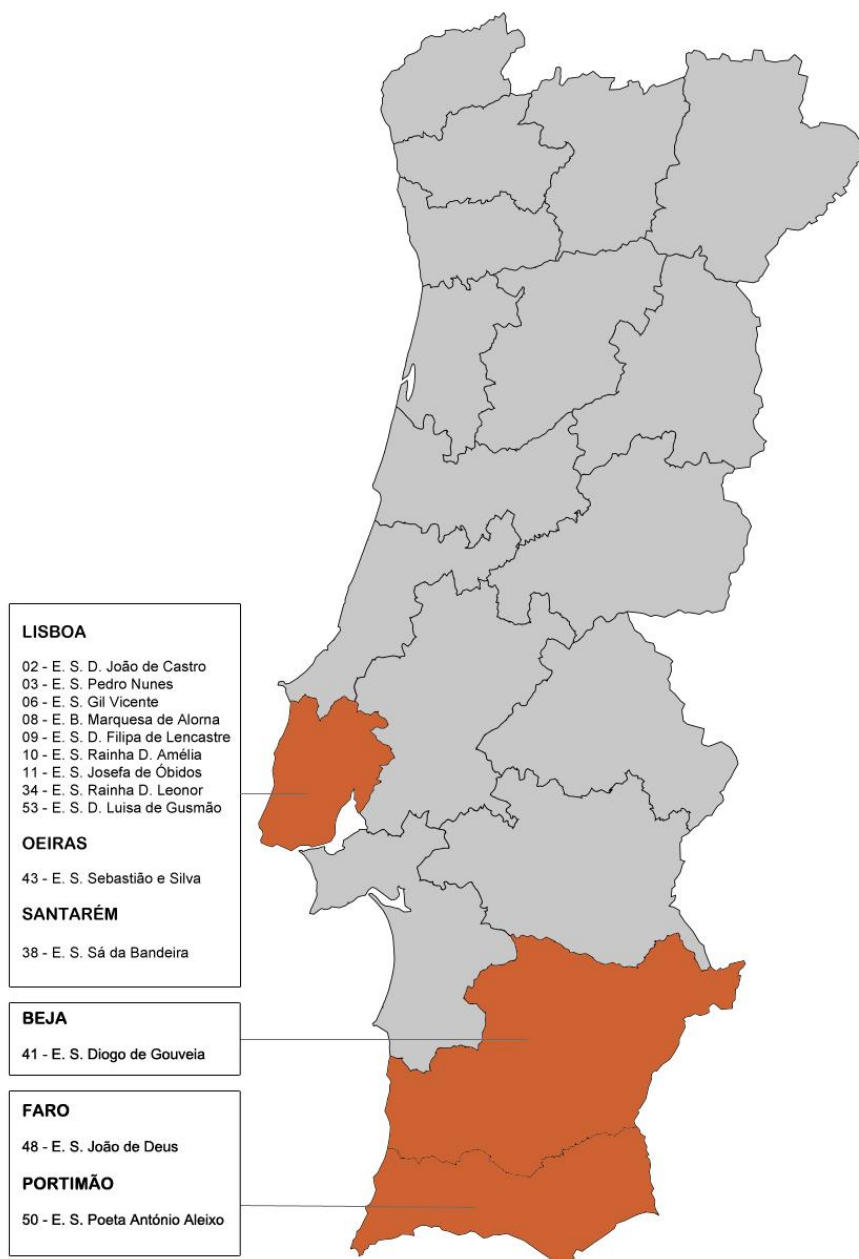
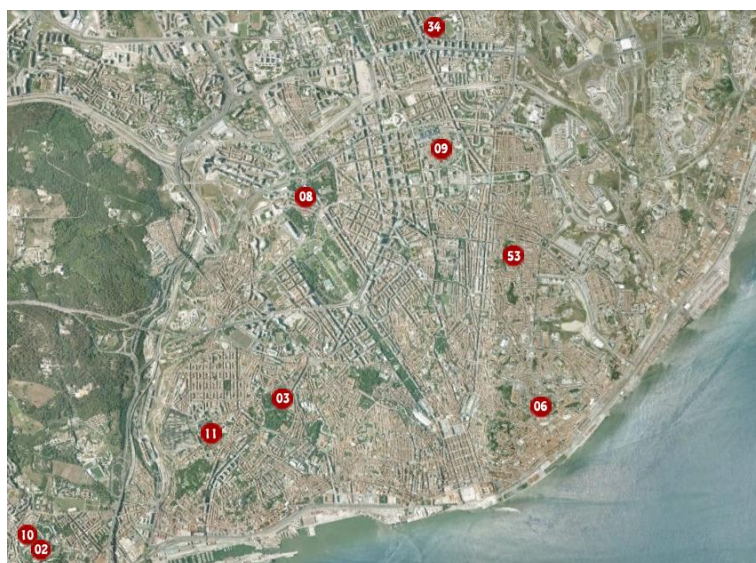


Figura 5.2 - Mapa dos distritos de Portugal com a localização das escolas inspeccionadas de tipologia *Liceu* por concelho.

A metodologia de caracterização de anomalias procura também efectuar a caracterização dos edifícios escolares onde as anomalias se encontram, em termos das suas características construtivas bem como das características do meio envolvente.



LISBOA

- 02 - E. S. D. João de Castro
- 03 - E. S. Pedro Nunes
- 06 - E. S. Gil Vicente
- 08 - E. B. Marquesa de Alorna
- 09 - E. S. D. Filipa de Lencastre
- 10 - E. S. Rainha D. Amélia
- 11 - E. S. Josefa de Óbidos
- 34 - E. S. Rainha D. Leonor
- 53 - E. S. D. Luísa de Gusmão

Figura 5.3 - Fotografia aérea com a localização das escolas inspeccionadas de tipologia *Liceu* em Lisboa.

Para a descrição do meio envolvente, a metodologia proposta apresenta três possibilidades: a opção “ME1” (meio urbano tipo 1) quando a maioria das construções tem mais de 4 pisos de altura em relação ao solo; a opção “ME2” (meio urbano tipo 2) quando a maioria das construções em torno do perímetro da escola tiver menos de 4 pisos de altura em relação ao solo; e a opção “ME3” (meio rural) quando não há praticamente edifícios na envolvente. Na Figura 5.4, são apresentados os resultados das frequências relativas dos meios envolventes das escolas da tipologia *Liceu* inspeccionadas.

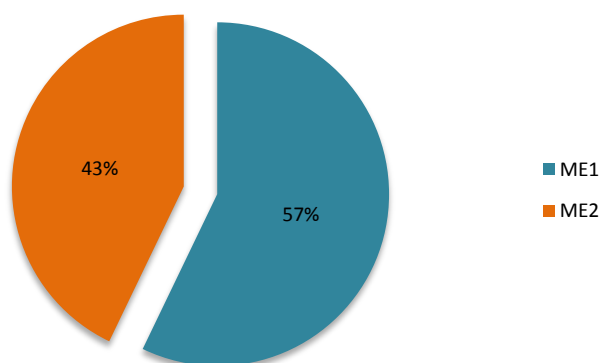


Figura 5.4 - Frequência relativa dos meios envolventes das escolas inspeccionadas.

Em termos do enquadramento urbano, estes equipamentos escolares localizam-se em pontos de referência da cidade. Tal como se referiu no capítulo 3 (“Caracterização do edifício escolar de tipologia *Liceu*”), as escolas desta tipologia transportam consigo uma importância social, que foi bastante importante durante o governo do Estado Novo. As circunstâncias históricas e políticas de Portugal durante este período de governação, que se reflectiram na construção das escolas, levaram a que os edifícios escolares deste período se localizassem em pontos importantes das cidades.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Por esta razão, os resultados obtidos pela análise da frequência dos diferentes tipos de meios envolventes das escolas (Figura 5.4) mostram que os *Liceus* inspeccionados se localizam em áreas urbanas, na sua maioria com elevada densidade de construção. O facto de 9 das 14 escolas se localizarem dentro do perímetro de Lisboa, em zonas urbanas consolidadas e com razoável densidade urbanística, justifica que cerca de 60% das escolas inspeccionadas da tipologia em estudo apresentem um meio envolvente com construções mais elevadas.

5.3 CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DAS ESCOLAS

As principais tipologias funcionais identificadas nas escolas tipo *Liceu* inspeccionadas são apresentadas no Quadro 5.2 de acordo com o preenchimento na base de dados.

Quadro 5.2 - Tipologias funcionais das escolas.

02 Escola Secundária D. João de Castro, Lisboa	34 Escola Secundária Rainha D. Leonor, Lisboa
TF1 Edifício principal	TF1 Edifício principal
TF2 Anexo de trabalhos manuais	TF2 Edifício nascente
TF3 Pavilhão gimno-desportivo	TF3 Edifício do ginásio
03 Escola Secundária Pedro Nunes, Lisboa	TF4 Espaços exteriores construídos
TF1 Edifício principal	38 Escola Secundária Sá da Bandeira, Santarém
TF2 Pavilhão gimno-desportivo	TF1 Edifício principal
06 Escola Secundária Gil Vicente, Lisboa	41 Escola Secundária Diogo de Gouveia, Beja
TF1 Edifício principal	TF1 Edifício principal
08 Escola Básica Marquesa de Alorna, Lisboa	TF2 Antiga residência do reitor
TF1 Edifício principal	43 Escola Secundária Sebastião e Silva, Oeiras
TF2 Pavilhão gimno-desportivo	TF1 Edifício principal
09 Escola Secundária D. Filipa de Lencastre, Lisboa	TF2 Edifício das ciências
TF1 Edifício principal	TF3 Passadiço térreo
10 Escola Secundária Rainha D. Amélia, Lisboa	48 Escola Secundária João de Deus, Faro
TF1 Edifício principal	TF1 Edifício principal
TF2 Edifício do ginásio	TF2 Auditório
TF3 Bloco das artes	50 Escola Secundária Poeta António Aleixo, Portimão
TF4 Espaços exteriores construídos	TF1 Edifício principal
11 Escola Secundária Josefa de Óbidos, Lisboa	TF2 Pavilhão gimno-desportivo
TF1 Edifício principal	53 Escola Secundária D. Luísa de Gusmão, Lisboa
	TF1 Edifício principal
	TF2 Galeria coberta

A evolução dos edifícios liceais parte de uma estrutura funcional e de uma forma de implantação, desde a formação dos primeiros estabelecimentos de ensino pré-universitário em edifícios conventuais, em que as escolas se localizavam num único edifício. Com a evolução construtiva e pedagógica, as escolas foram rompendo com esta estrutura fechada sobre si mesma e foram surgindo edifícios anexos ao principal.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

No entanto, nesta tipologia manteve-se o edifício principal como porta de entrada da escola, ao longo de toda a sua evolução. Por motivos funcionais, outros edifícios complementares começaram a surgir como blocos independentes do edifício principal e autonomizaram-se, tais como os edifícios desportivos e de trabalhos manuais.

Na Figura 5.5, são apresentadas as frequências absolutas das principais tipologias funcionais de edifícios que foram alvo de peritagem de anomalias construtivas nas escolas inspeccionadas.

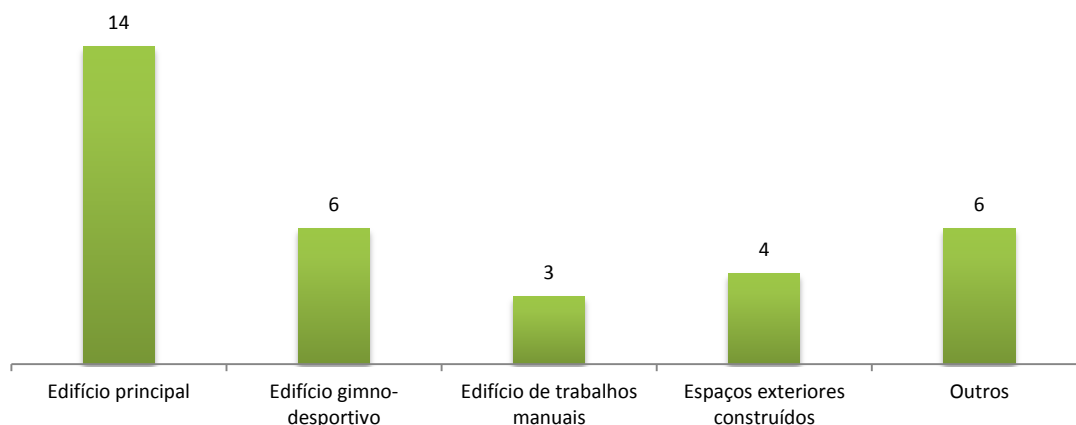


Figura 5.5 - Frequência absoluta das tipologias funcionais dos edifícios das escolas inspeccionadas.

Pela análise desta figura, observa-se que na totalidade das escolas existe um edifício principal, que serve de entrada para todo o complexo escolar. Apenas de metade das escolas apresenta um edifício dedicado às práticas desportivas, uma vez que na maior parte das escolas este espaço encontra-se inserido no edifício principal. Destaca-se ainda a existência de uma grande variedade de outros edifícios, onde se incluem antigas residências de funcionários da escola, auditórios e outros edifícios de menor relevância construídos ao longo dos anos.

5.3.1 CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS ESCOLAS

O período de construção das escolas inspeccionadas abrange uma fase de transição no tipo de estruturas utilizadas. A partir da década de 30, o betão armado começa a ser utilizado na construção, com repercussões importantes na linguagem formal e decorativa destes equipamentos. Até esta altura, predominava a utilização de paredes resistentes em alvenaria de pedra nos elementos estruturais verticais e pavimentos em madeira nos elementos estruturais horizontais. Estes elementos são progressivamente substituídos por elementos de betão, primeiro ao nível dos elementos estruturais horizontais (lajes e vigas), começando a ser inseridos pilares de betão armado pontualmente, até as paredes resistentes de alvenaria de pedra serem integralmente substituídas por elementos estruturais verticais em betão armado.

Na Figura 5.6, são apresentadas a frequência relativa dos tipos de elementos estruturais verticais (paredes e/ou pilares), incluindo os tipos de fundações, identificados nos edifícios das escolas inspeccionadas.

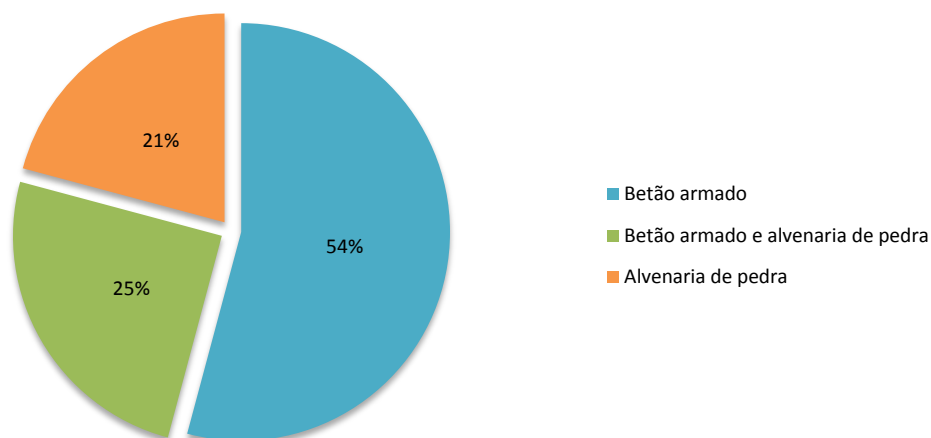


Figura 5.6 - Frequência relativa dos elementos verticais da estrutura (incluindo fundações) na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.

Pela análise da figura, torna-se evidente esta fase de transição na construção dos edifícios. A maioria dos edifícios apresenta elementos estruturais verticais exclusivamente em betão armado. No entanto, são significativos os casos em que são utilizadas paredes resistentes em alvenaria em conjunto com a utilização de pilares de betão armado nos elementos verticais. Tendo em conta que a maioria dos edifícios inspeccionados foi construída nas décadas de 40 e 50, estes resultados tornam evidente esta transição construtiva no tipo de estruturas utilizadas na construção das escolas da tipologia *Liceu* no século XX.

Em termos de elementos estruturais horizontais, na Figura 5.7 observa-se que a maioria dos edifícios apresenta lajes em betão armado (maciças, aligeiradas ou vigadas) nos elementos estruturais horizontais. Existe apenas um edifício que apresenta lajes de betão armado e pavimentos de madeira, que corresponde ao único *Liceu* inspeccionado construído antes da introdução do betão armado na construção em Portugal: o *Liceu* Pedro Nunes construído em 1911, não existindo por isso qualquer edifício inspeccionado com a utilização exclusiva de pavimentos de madeira. No liceu Pedro Nunes, a utilização do betão armado em zonas localizadas no edifício principal resulta de obras de reabilitação realizadas por volta dos anos 50, não correspondendo à construção inicial da escola.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

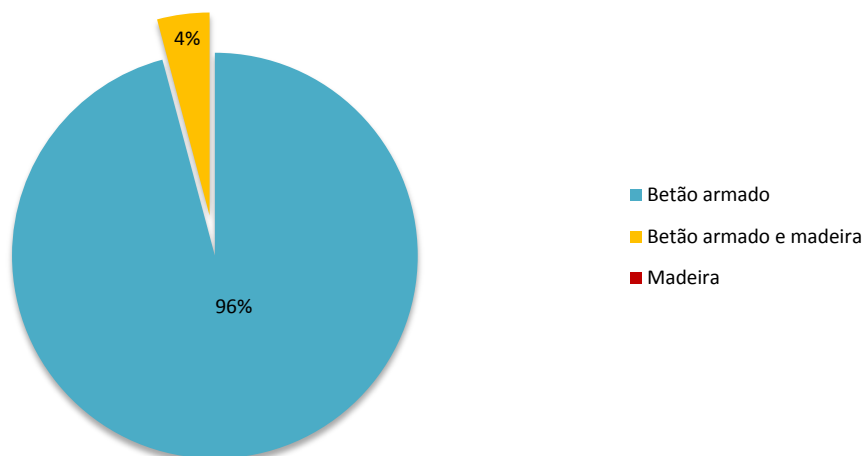


Figura 5.7 - Frequência relativa dos elementos horizontais da estrutura, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.

Relativamente ao tipo de estrutura utilizada nas escadas das escolas, os resultados são semelhantes aos anteriores, com um ligeiro aumento da utilização das escadas de madeira, conforme se observa na Figura 5.8. Estes resultados devem-se ao facto de que a utilização localizada de estruturas em madeira se deverá ter prolongado no tempo, resistindo à utilização de estruturas de betão armado.

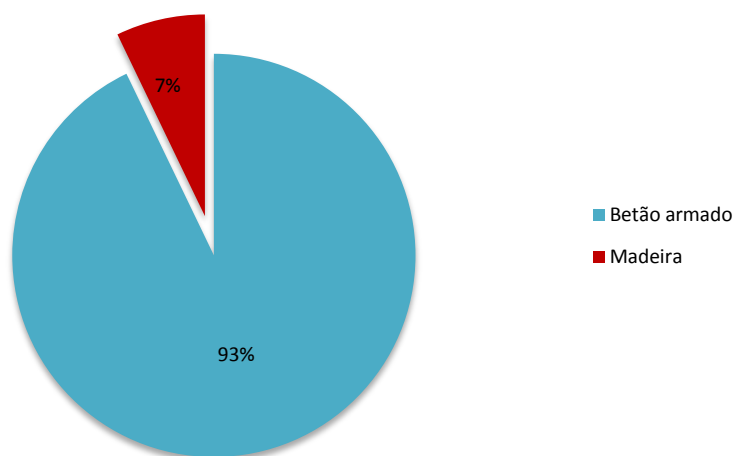


Figura 5.8 - Frequência relativa do tipo de estrutura de escadas utilizadas, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.

A existência de juntas de dilatação está directamente relacionada com edifícios construídos em betão armado. No entanto, nem todos os edifícios construídos com este tipo de estrutura apresentam este elemento que, de um modo geral, é fundamental para o correcto desempenho estrutural de todo o conjunto. Na Figura 5.9, é apresentada a frequência relativa destes elementos nos edifícios com estrutura em betão armado.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

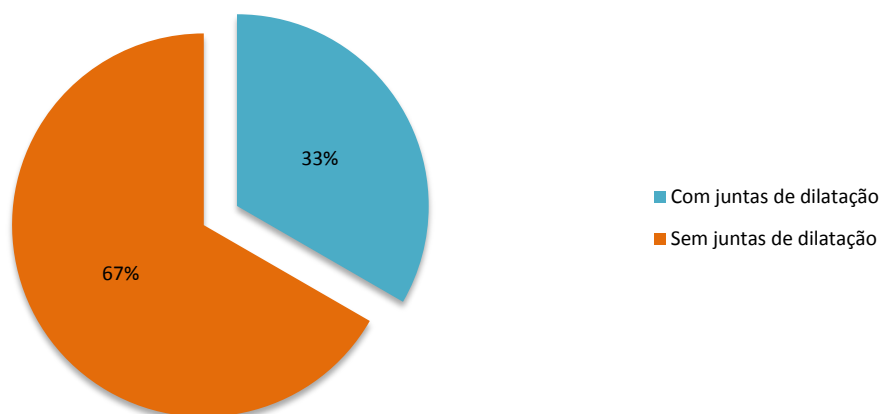


Figura 5.9 - Frequência relativa da existência de juntas de dilatação, nas escolas com edifícios em betão armado.

Estes resultados estão relacionados com a época de construção das escolas, sendo que a existência de juntas de dilatação se verifica em escolas mais recentes, construídas nas décadas de 50 e 60. Nos restantes casos, a ausência destes elementos poderá ser justificada pela falta de conhecimento técnico e de experiência de utilização do betão armado na construção de edifícios.

5.3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS DAS ESCOLAS

A Figura 5.10 representa a frequência relativa das diferentes tipologias de coberturas dos edifícios das escolas tipo *Liceu* inspeccionadas.

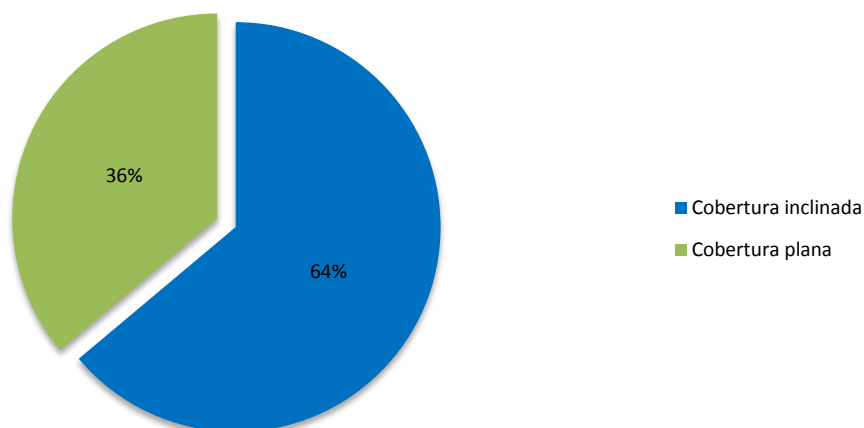


Figura 5.10 - Frequência relativa por tipologia de cobertura, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.

Na análise da figura, observa-se que a maioria dos edifícios inspeccionados apresenta coberturas inclinadas. Estes valores enquadram-se no tipo e na idade da construção dos edifícios escolares, sendo que, na principal fase de construção de escolas nos anos 40, a concepção das escolas estava bastante

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

relacionada com uma imagem de arquitectura tradicional, recorrendo na maior parte dos casos à utilização de coberturas inclinadas de forma a alcançar este objectivo.

Em termos de estrutura de suporte das coberturas, nomeadamente no caso das coberturas planas, a Figura 5.11 apresenta as frequências relativas dos diferentes tipos de estrutura utilizada nestas soluções.

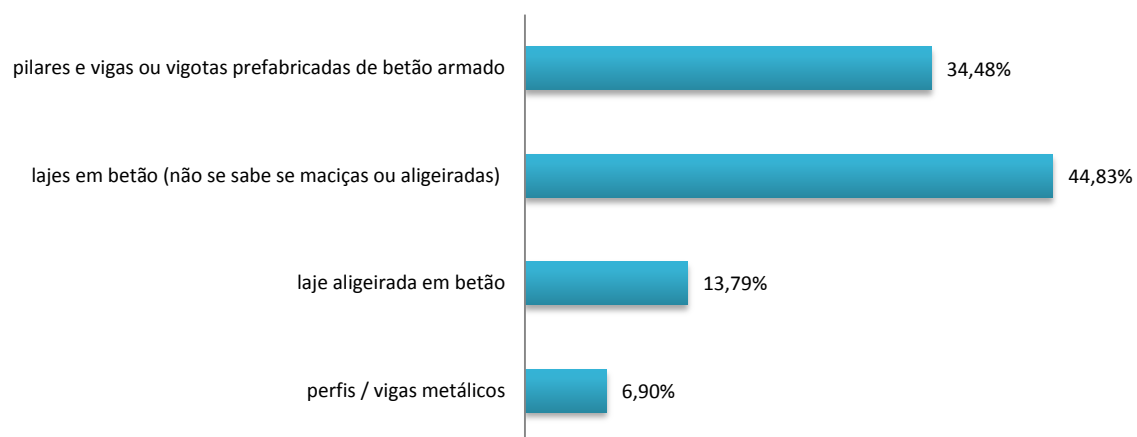


Figura 5.11 - Frequência relativa do tipo de estrutura de coberturas planas, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.

Da análise da figura, observa-se uma maior prevalência da construção de coberturas planas com lajes de betão de constituição desconhecida. Este valor resulta do facto das inspecções se terem limitado a uma observação visual do existente, sem recurso a janelas de inspecção ou outros métodos destrutivos de inspecção das estruturas. Este resultado representa, por isso, a ausência de um conhecimento rigoroso da estrutura utilizada, sendo que este valor de frequência seria necessariamente diferente no caso de ter sido possível executar janelas de inspecção.

Na Figura 5.12, são apresentadas as frequências relativas do tipo de estrutura de coberturas inclinadas nos edifícios das escolas da tipologia *Liceu* inspeccionadas.

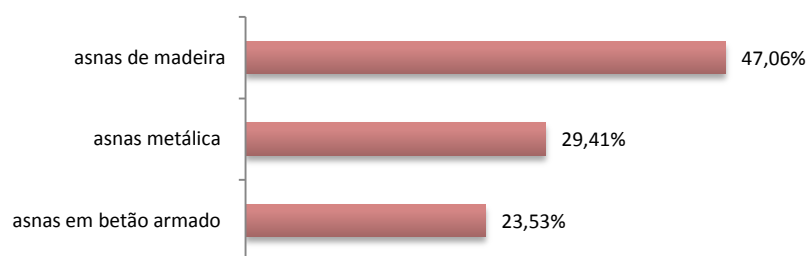


Figura 5.12 - Frequência relativa do tipo de estrutura de coberturas inclinadas, na totalidade dos edifícios das escolas inspeccionadas.

O resultado da análise desta figura indica a prevalência da construção das coberturas com estruturas de madeira, como consequência da idade dos edifícios das escolas. Analisando os relatórios, verifica-se que

a utilização de asnas de betão armado resulta maioritariamente de acções de reabilitação das coberturas, em consequência da sua degradação.

5.4 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS ESCOLAS

A caracterização construtiva das escolas é um ponto fundamental para o conhecimento aprofundado dos fenómenos patológicos identificados nas inspecções, bem como das causas prováveis do seu aparecimento, que podem estar relacionadas com inúmeros factores, nomeadamente com as condições ambientais, de utilização, construção, entre outras.

O primeiro passo para a caracterização do estado de degradação dos edifícios passa pela identificação das anomalias visíveis e dos factores que poderão estar na sua origem. De seguida, a metodologia proposta procura quantificar estes fenómenos, tendo em conta os níveis de afectação e os níveis de gravidade atribuídos.

A análise da frequência das recomendações de actuação é importante para estipular estratégias de intervenção, de acordo com o tipo de anomalias, as suas causas prováveis e os elementos da construção afectados.

5.4.1 ANOMALIAS

A identificação dos tipos de anomalias e a sua localização específica no edifício é o primeiro passo, essencial para a caracterização do estado de degradação das escolas, tendo em conta a importância das condições a que os elementos são expostos, aos factores de degradação e diferentes formas de manifestação dos fenómenos patológicos que afectam os edifícios.

Os resultados são apresentados para todos tipos de anomalias identificadas, ficando excluídas das figuras as anomalias que não apresentaram qualquer ocorrência ou que não foram referidos nos relatórios de peritagem, como é o caso das anomalias A22 (concreções), A26 (ruído incómodo), A27 (maus cheiros), A32 (deficiente conforto térmico), A33 (deficiente conforto acústico) e A34 (condições deficientes de iluminação).

Na Figura 5.13, são apresentadas as frequências absolutas das anomalias identificadas nos edifícios das escolas inspeccionadas.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

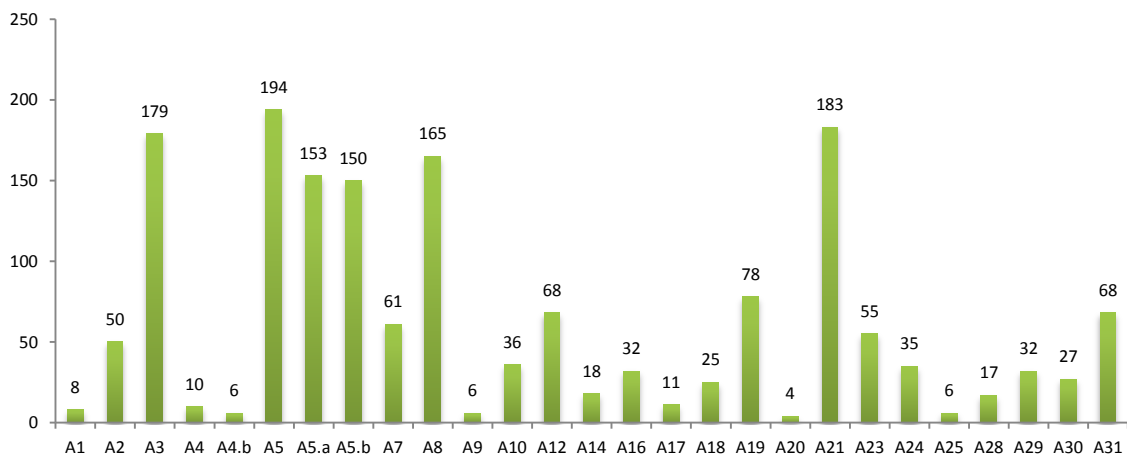


Figura 5.13 - Frequência absoluta das anomalias identificadas nas escolas inspeccionadas.

As inspeções visuais realizadas tinham como principal objectivo a identificação das anomalias relacionadas com o desempenho estrutural e funcional, bem como das anomalias que resultam de infiltrações e problemas de ascensão capilar. A análise do gráfico permite confirmar estes objectivos das inspeções, uma vez que as anomalias mais frequentes são as anomalias A3 (descoloração e/ou manchas), A5 (fissuração orientada) e A21 (infiltrações). As descolorações e/ou manchas e as infiltrações são anomalias identificadas tipicamente nos casos em que se verificam problemas de humidade, uma vez que são manifestações próprias deste tipo de fenómenos. Os casos de fissuração orientada (A5) apresentam-se como manifestações características de deficiente comportamento estrutural da construção.

Na Figura 5.14, são apresentadas as frequências absolutas das anomalias identificadas nos edifícios escolares inspeccionados tendo em conta a sua localização específica no edifício.

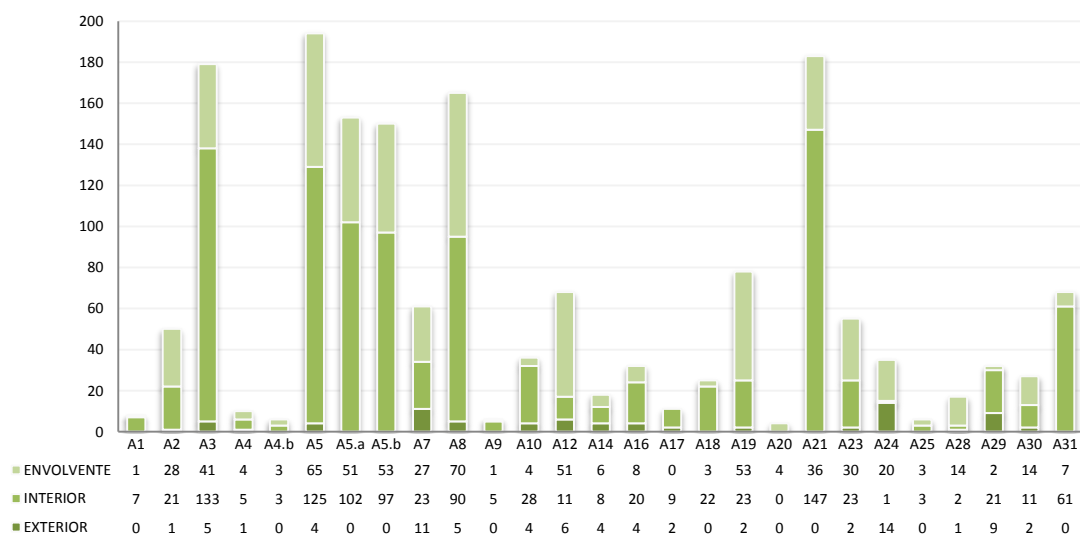


Figura 5.14 - Frequência absoluta das anomalias identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.

Segundo os resultados apresentados na figura, o aparecimento de anomalias é mais frequente no interior dos edifícios em comparação com a envolvente. Este facto deve-se à facilidade de inspecção em espaços interiores, pela maior proximidade de observação em relação aos elementos construtivos e pela diminuição evidente das condições de habitabilidade.

As anomalias mais frequentes em espaços interiores são a anomalia A3 (descoloração e/ou manchas), a A5 (fissuração orientada) e a A21 (infiltrações), uma vez que decorrem de problemas de estanqueidade dos elementos da envolvente do edifício e da idade dos edifícios as escolas, associada à falta de manutenção e de acções de conservação e de reabilitação, que faz com que os elementos construtivos tenham atingido o final da sua vida útil e não sejam capazes de cumprir as exigências funcionais esperadas.

No entanto, existem alguns tipos de anomalias que apresentam uma maior incidência noutras localizações dos edifícios, pelo facto de serem anomalias que tipicamente surgem em localizações exteriores, mais expostas aos factores de degradação exteriores dos elementos construtivos, como é o caso das anomalias A12 (corrosão), A19 (deficiente funcionamento), A23 (colonização biológica), A24 (vegetação parasitária) e A28 (acumulação de detritos), como consequência da falta de acções de manutenção periódicas.

A localização específica relativa aos espaços exteriores em redor dos edifícios é a menos frequente, uma vez que as inspecções procuraram incidir preferencialmente nos edifícios, em detrimento dos espaços exteriores construídos das escolas. Nesta localização, as anomalias mais frequentes são a anomalia A7 (fractura e/ou elementos partidos) e A24 (vegetação parasitária), o que ocorre pela exposição a acções de desgaste mais intensas, promovidas por agentes atmosféricos e assentamento dos terrenos das escolas.

5.4.2 CAUSAS PROVÁVEIS

A identificação das causas prováveis e da sua localização específica no edifício permite compreender as origens dos fenómenos de degradação, de forma a ser possível actuar na sua resolução e a prevenir futuras ocorrências das anomalias.

Na Figura 5.15, são apresentadas as frequências absolutas das causas gerais identificadas nos edifícios escolares inspeccionados.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

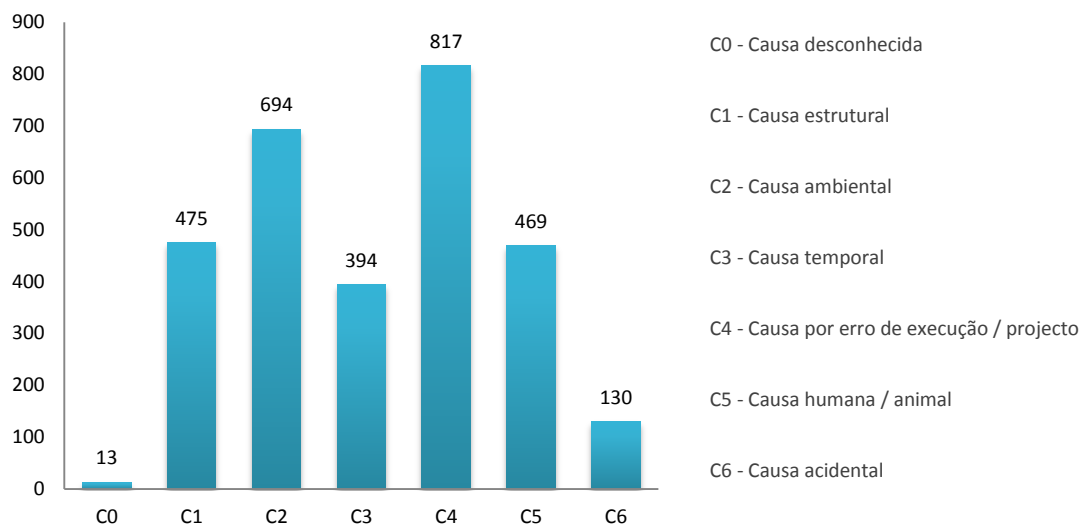


Figura 5.15 - Frequência absoluta dos grupos de causas gerais das anomalias identificadas nas escolas.

Pela análise da figura observa-se uma maior frequência das causas relacionadas com os factores ambientais e com erros de execução e/ou projecto dos elementos da construção.

Na Figura 5.16, são apresentadas as frequências absolutas das causas gerais identificadas nos edifícios escolares inspeccionados, tendo em conta a sua localização específica no edifício.

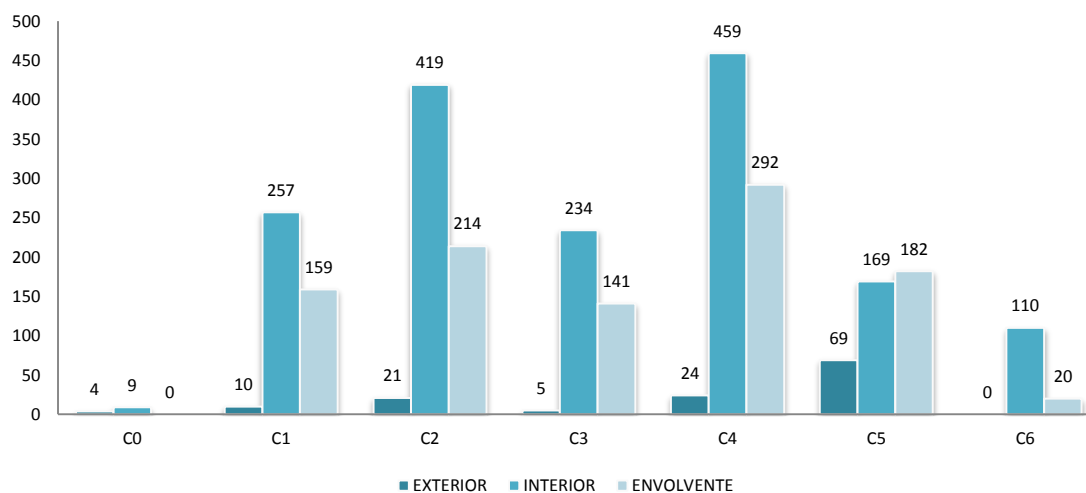


Figura 5.16 - Frequência absoluta dos grupos de causas gerais das anomalias identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.

Analisando os resultados das figuras anteriores, as causas ambientais e as causas relacionadas com problemas de concepção e/ou execução têm uma maior incidência em espaços interiores da construção, sendo globalmente mais frequentes em qualquer das localizações. No entanto, destacam-se as causas gerais do grupo 5, relacionadas com acções humanas e animais que apresentam uma prevalência

significativa em espaços exteriores e da envolvente dos edifícios. Estes resultados estão relacionados com a falta de manutenção das escolas, que se verifica de forma mais persistente em zonas exteriores.

Em relação às causas específicas do grupo 2, relacionadas com os factores ambientais de degradação, observa-se uma maior incidência das causas C2a (efeitos termo-higrométricos) e C2d (humidade), principalmente em zonas interiores, conforme se apresenta na Figura 5.17.

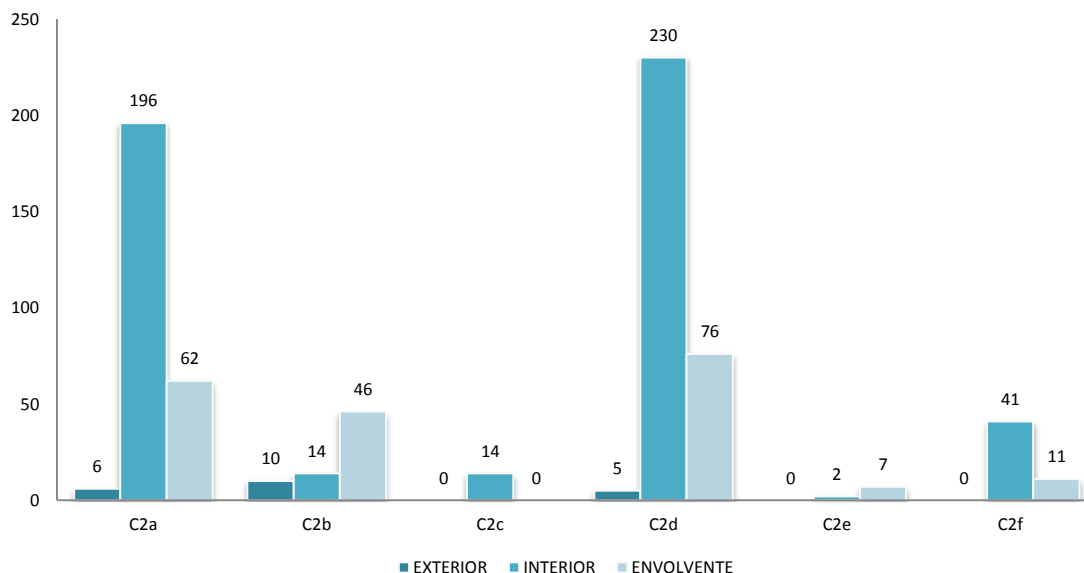


Figura 5.17 - Frequência absoluta das causas específicas do grupo 2 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.

Estes resultados estão relacionados com fenómenos de condensação, principalmente em espaços interiores, devido ao deficiente desempenho térmico destes edifícios e com infiltrações pela cobertura e pelas paredes, decorrentes da ascensão capilar. Estas causas estão também relacionadas com as anomalias mais frequentes em espaços interiores, nomeadamente manchas e infiltrações, e que correspondem ao objecto das inspecções das escolas, no que diz respeito aos problemas relacionados com a presença de água.

Os casos com as causas específicas C2b (exposição ao vento, chuva e poluição) ocorrem com maior frequência nas zonas exteriores e na envolvente dos edifícios. Este factor de degradação, pela sua natureza e identidade, tem maior incidência em zonas expostas a estes agentes, sendo por isso natural verificar-se um resultado distinto das restantes causas específicas.

Na Figura 5.18, são apresentadas as causas específicas relativas ao grupo 4, relacionadas com erros de execução e/ou concepção das escolas.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

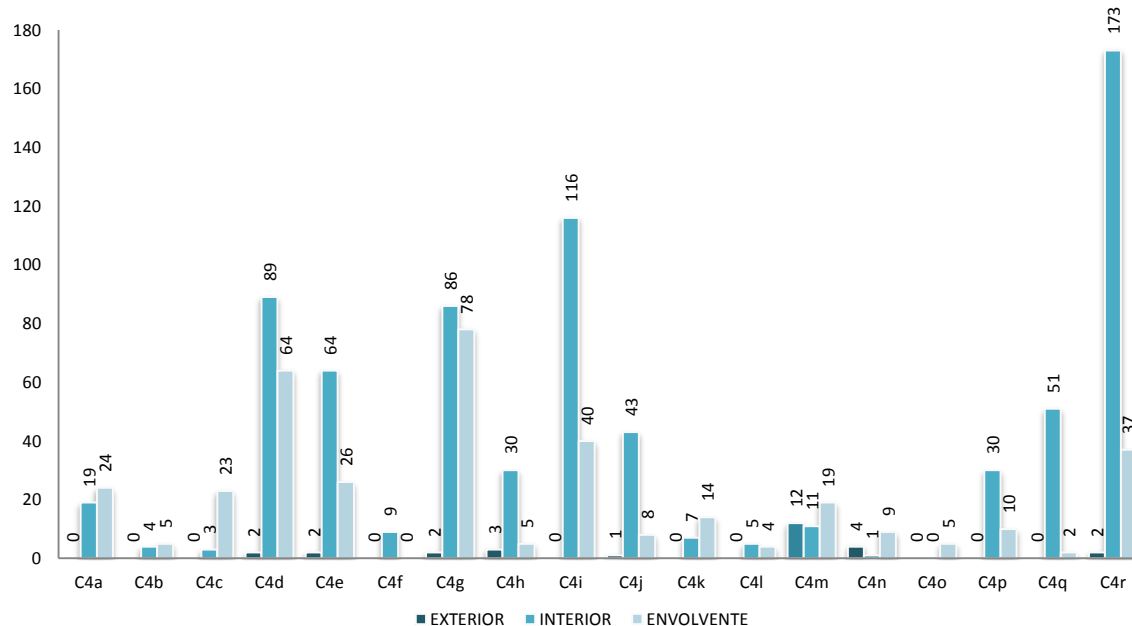


Figura 5.18 - Frequência absoluta das causas específicas do grupo 4 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.

Em termos dos elementos de construção localizados em zonas exteriores ao edifício, destacam-se os resultados mais frequentes das causas específicas C4m (acabamento / protecção inexistente ou deficiente) e C4n (deficiente pormenorização). O facto de as anomalias identificadas nesta localização terem como origem provável este tipo de causas decorre de falta de cuidado na construção e execução dos elementos construtivos em zonas exteriores, considerados espaços menos nobres das escolas, dedicados ao recreio dos alunos.

Pela análise dos resultados da figura, destacam-se ainda os resultados apresentados para as causas específicas C4i (deficiente impermeabilização) e C4r (falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores), com uma maior frequência nas anomalias que ocorrem em espaços interiores. Estas anomalias estão relacionadas com a degradação dos elementos da construção por factores externos e com o seu deficiente desempenho. O envelhecimento natural das construções e o fim da vida útil dos elementos justificam os processos de degradação identificados, bem como as causas prováveis que justificam as anomalias.

Nos elementos que constituem a envolvente dos edifícios, destacam-se as causas específicas C4d (escorrimento de água associado a deficiências da drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras) e C4g (deficiente drenagem). Em ambos os casos, as causas das anomalias provêm dos problemas de drenagem e escoamento de águas pluviais, que têm como consequência o aparecimento de anomalias que aceleram os processos de degradação dos elementos da construção. Este tipo de causas está relacionado com a deficiente pormenorização e ausência de concepção do sistema de drenagem no seu conjunto.

As causas prováveis apresentadas indicam que a principal causa de anomalias nos edifícios escolares inspeccionados estão relacionadas com problemas de concepção e/ou execução das escolas, que permitem uma maior exposição dos elementos da construção aos agentes de degradação exteriores. A idade das construções e a falta de acções importantes de manutenção e de conservação, aliadas a estes erros de concepção que existem desde a construção do edifício, resultam nas anomalias observadas.

5.4.3 QUANTIDADE DE ELEMENTOS AFECTADOS PELAS ANOMALIAS NOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

A quantificação dos elementos afectados por anomalias apresenta-se como um dado fundamental no processo de avaliação do estado de conservação das escolas, ao mesmo tempo que se reduzem as repetições de casos de anomalias semelhantes em termos de causas, localização no edifício e nos elementos afectados, impedindo assim a adulteração dos resultados estatísticos.

Na Figura 5.19, são apresentadas as frequências relativas da quantidade de elementos afectados pelas anomalias, tendo em conta os elementos construtivos.

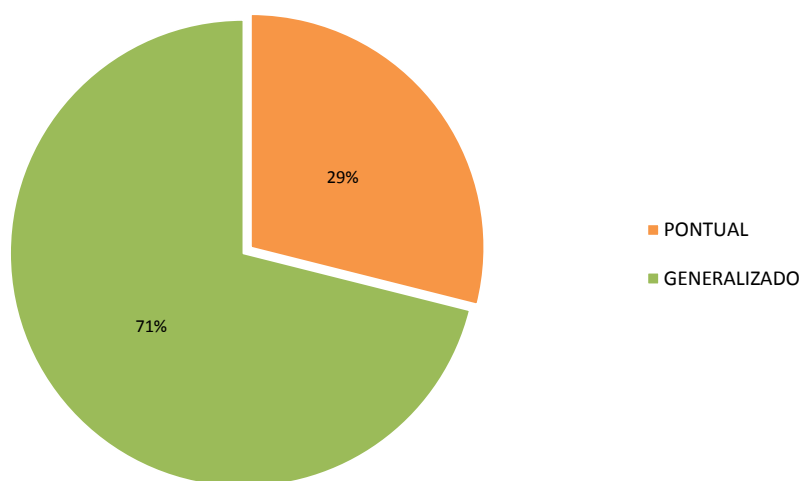


Figura 5.19 - Frequência relativa do nível de afectação das anomalias identificadas nos elementos construtivos na totalidade das escolas inspeccionadas.

Os resultados apresentados nesta figura indicam a ocorrência de anomalias semelhantes em todas as escolas, apresentando-se como fenómenos generalizados nos edifícios inspeccionados. As peritagens realizadas e apresentadas nos relatórios são também um importante factor a considerar na análise destes dados, uma vez que os resultados estatísticos estão condicionados pelas informações disponibilizadas.

Na Figura 5.20, são apresentadas as frequências absolutas do nível de afectação das anomalias identificadas, de acordo com a localização específica nos edifícios.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

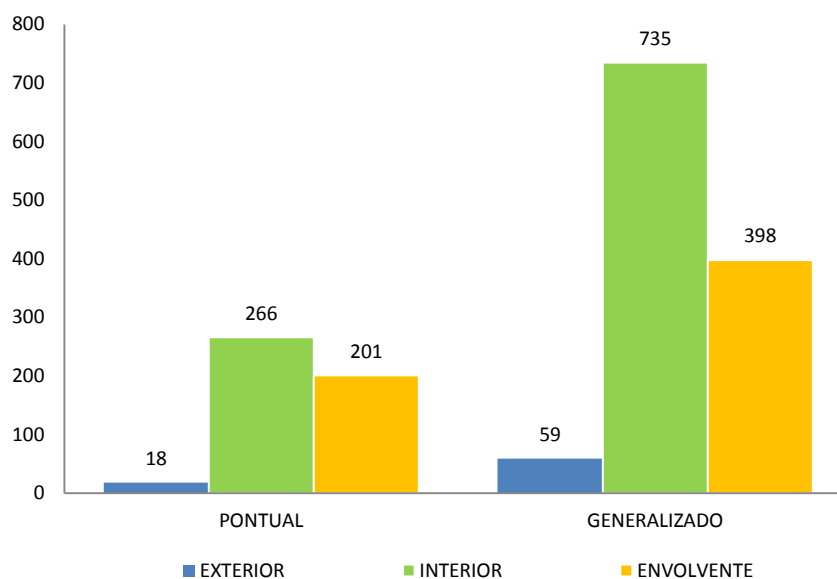


Figura 5.20 - Frequência absoluta do nível de afectação das anomalias identificadas nos elementos construtivos, de acordo com a sua localização específica.

Esta figura indica que a maioria das anomalias identificadas se apresenta de forma generalizada no interior dos edifícios escolares, uma vez que a inspecção se realiza de uma forma mais clara, sendo possível identificar a maior ou menor incidência das anomalias.

As anomalias identificadas pontualmente nos elementos construtivos apresentam resultados mais equilibrados para as localizações interior e na envolvente, comparativamente ao nível de afectação mais generalizado. Tendo em conta a contabilização de cada um dos casos (pontual e generalizado), a principal diferença reside no aumento da atribuição no nível de afectação mais pontual nos elementos da envolvente, o que se poderá justificar com factores de degradação associados a anomalias pontuais que se sobrepõem à degradação generalizada.

5.4.4 NÍVEL DE GRAVIDADE DAS ANOMALIAS

A atribuição de níveis de gravidade das anomalias identificadas, a sua ponderação de acordo com o tipo de anomalias e os elementos construtivos afectado constitui um dado importante para a análise de degradação dos elementos construtivos afectados e para a avaliação do estado de conservação das escolas.

Na Figura 5.21 são apresentadas as frequências relativas dos níveis de gravidade atribuídos às anomalias identificadas nos edifícios das escolas inspeccionadas.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

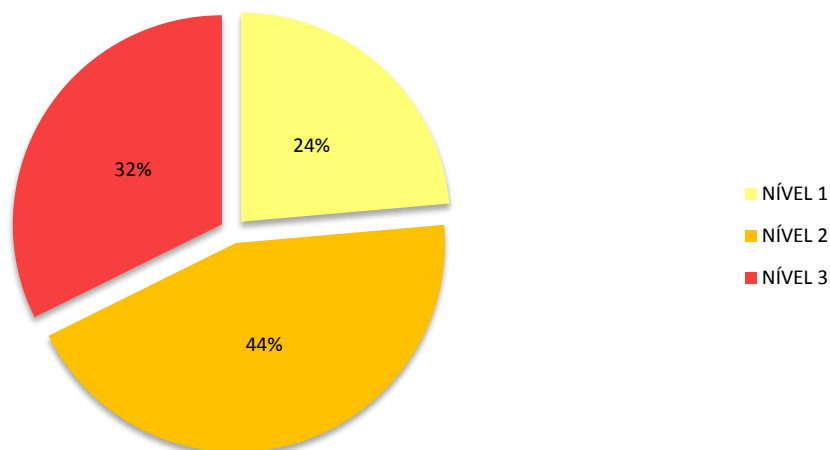


Figura 5.21 - Frequência relativa dos níveis de gravidade das anomalias identificadas nas escolas inspeccionadas.

Pela análise da figura, observa-se uma maior frequência dos casos a que foi atribuído o nível 2. A atribuição dos níveis realiza-se por meio da comparação visual e de alguns parâmetros de atribuição de níveis, na tentativa de retirar subjectividade a esta avaliação.

A atribuição de níveis extremos é feita em casos limite, ficando no nível intermédio um alargado número de casos que poderiam ser divididos, caso fosse possível recorrer ao mesmo tipo de captação de imagens para todos os casos, em termos de distância ao elemento, condições de iluminação de quantificação dos parâmetros considerados.

Apesar desta limitação, deve-se salientar uma ocorrência significativa de anomalias com o nível máximo de gravidade, o que indica um avançado estado de degradação dos elementos construtivos e, consequentemente, dos edifícios.

Na Figura 5.22, são apresentados os resultados das frequências dos níveis de gravidade de acordo com a localização específica das anomalias identificadas.

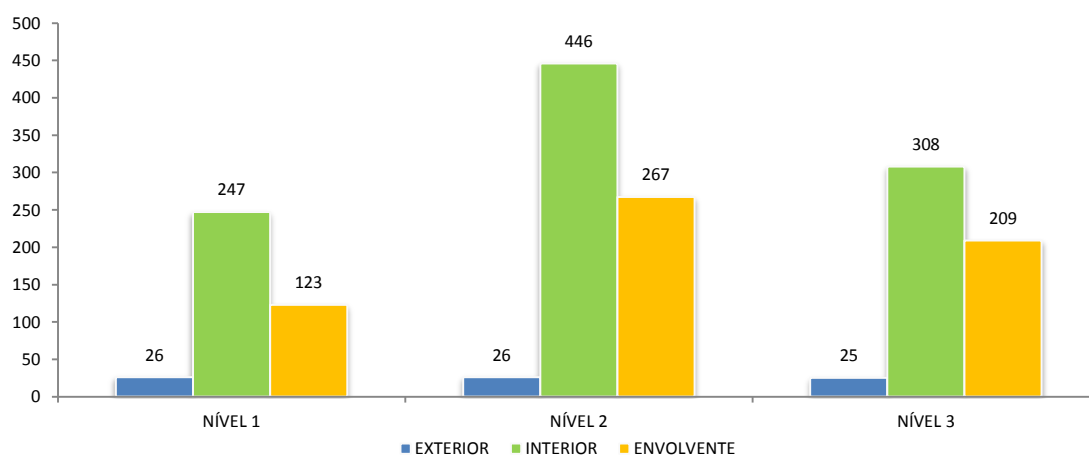


Figura 5.22 - Frequência relativa dos níveis de gravidade das anomalias identificadas nas escolas inspeccionadas, de acordo com a sua localização específica.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

Esta figura apresenta resultados equivalentes das frequências das anomalias verificadas em zonas exteriores aos edifícios para todos os níveis, o que poderá dever-se ao facto de ser uma amostra reduzida e com bastante variedade de ocorrências.

Para as anomalias localizadas nos edifícios, quer nos seus espaços interiores quer na envolvente, destaca-se um ligeiro aumento comparativo das anomalias com gravidade nível 3 na envolvente. Este resultado justifica-se pela maior exposição dos elementos da construção aos agentes exteriores de degradação, que conduz a uma maior severidade das anomalias.

5.4.5 RECOMENDAÇÕES DE ACTUAÇÃO

A identificação das recomendações de actuação e da sua localização específica no edifício permite a adopção de estratégias de intervenção, tendo em conta as anomalias, as origens dos fenómenos de degradação, actuando na sua resolução e prevenindo futuras ocorrências das anomalias.

Na Figura 5.23, são apresentadas as frequências absolutas das recomendações de actuação gerais identificadas nos relatórios de peritagens das inspecções.

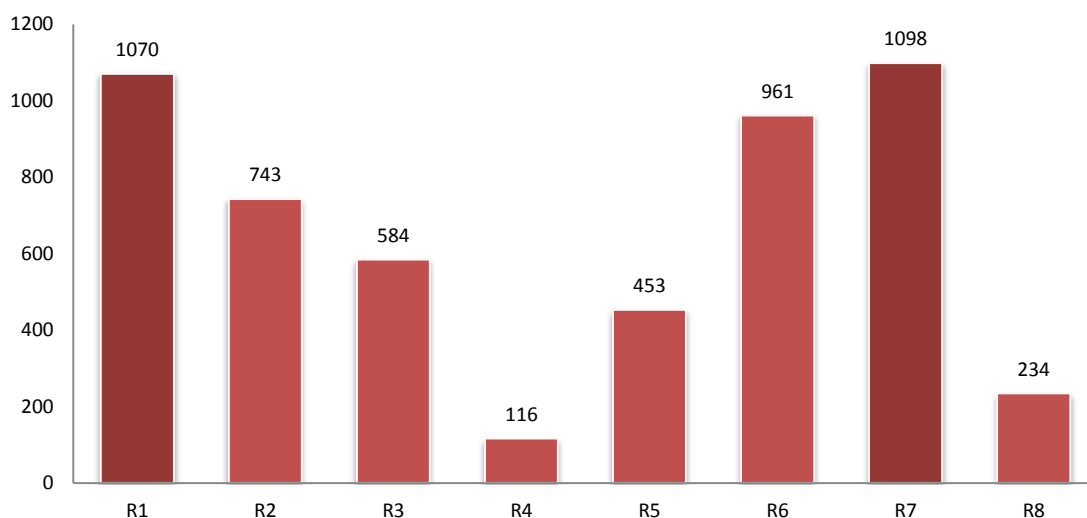


Figura 5.23 - Frequência absoluta dos grupos de recomendações de actuação gerais das anomalias identificadas nas escolas.

Esta figura indica que as principais recomendações de actuação determinadas nos relatórios de peritagens são relativas a limpezas (R1) e à reconstituição de elementos (R7). Nestes casos, as recomendações são atribuídas essencialmente a anomalias localizadas na envolvente dos edifícios, conforme se observa na Figura 5.24.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

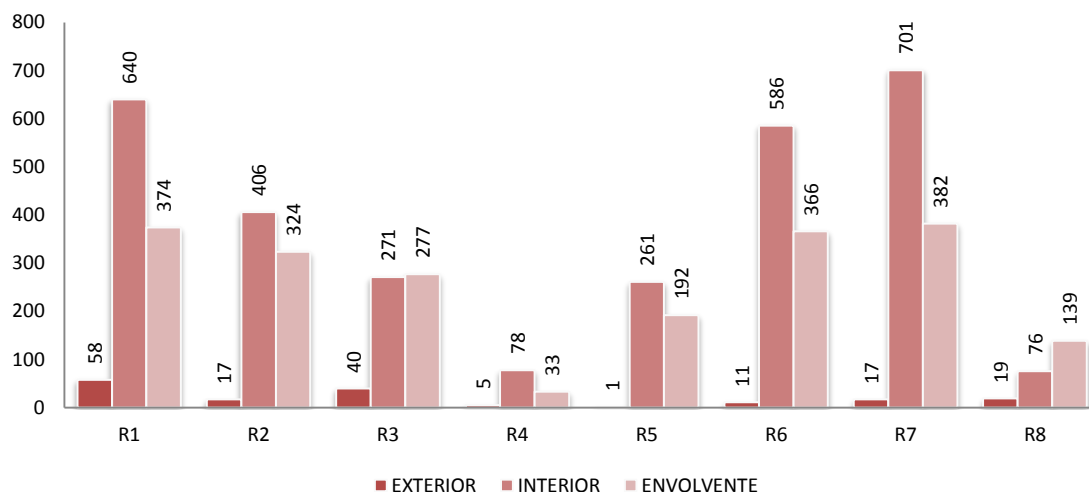


Figura 5.24 - Frequência absoluta dos grupos de recomendações de actuação gerais das anomalias identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.

Para as anomalias localizadas em zonas exteriores da escola, as principais recomendações de actuação atribuídas são limpeza (R1) e substituição de elementos (R3). Estas recomendações justificam-se nestes casos, uma vez que são relativas a áreas exteriores dedicadas ao recreio dos alunos, com maiores necessidades de acções de limpeza e manutenção. Por motivos económicos e por facilidade de execução, são recomendadas acções de substituição, em detrimento de outras intervenções mais complexas.

Nas anomalias localizadas em espaços interiores dos edifícios, destacam-se as recomendações R1 (limpeza), R6 (remoção) e R7 (reconstituição de elementos), de modo a se proceder à eliminação dos elementos degradados em ambientes interiores e à reposição dos mesmos. Tendo em conta que as principais anomalias em espaços interiores são infiltrações e manchas, com origem em factores ambientais de degradação e em erros de concepção, as recomendações de actuação incidem na eliminação das origens dos problemas de forma a prevenir a recorrência das anomalias.

Nos casos das recomendações de actuação para anomalias localizadas na envolvente dos edifícios, são determinados os mesmo tipos de recomendações do que nos espaços interiores. No entanto, para esta localização, verifica-se um aumento das recomendações relativas a tratamento e/ou preparação superficial ou acabamento (R2), comparativamente às outras localizações. Este resultado estará relacionado com a necessidade de reforçar exteriormente os elementos construtivos dos edifícios a acções exteriores de degradação.

Na Figura 5.25, são apresentadas as frequências absolutas das recomendações de actuação específicas do grupo 1 relativas a acções de limpeza, identificadas nos relatórios de peritagens das inspecções, de forma a compreender que tipos de recomendações foram atribuídos, tendo em conta a localização específica das anomalias nas escolas.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

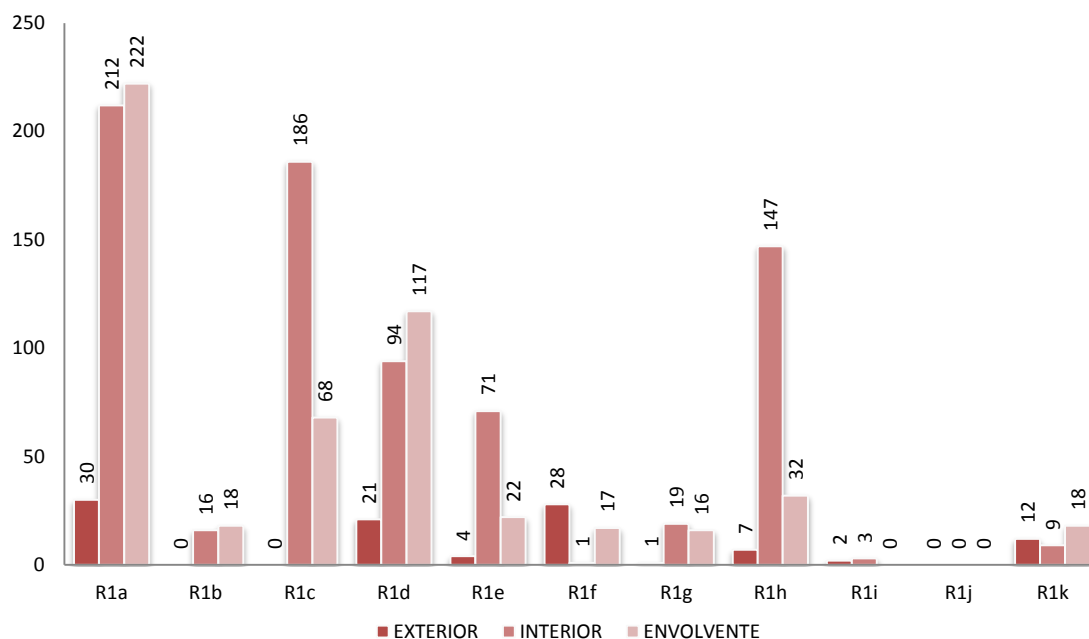


Figura 5.25 - Frequência absoluta das recomendações de actuação específicas do grupo 1 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.

Em termos de recomendações de actuação para as anomalias localizadas em zonas exteriores das escolas, destacam-se as recomendações R1a (lavagem com jacto de água, incluindo escovagem e/ou aspiração) e R1f (remoção de vegetação parasitária). A recomendação R1a é a mais frequente das recomendações de actuação no grupo 1 em qualquer uma das localizações, uma vez que se trata da acção de limpeza mais comum e de fácil utilização numa primeira fase de reparação de anomalias. A recomendação R1f predomina essencialmente em espaços exteriores, uma vez que são as áreas mais susceptíveis de apresentarem este tipo de anomalias pela exposição aos agentes ambientais.

Para as anomalias localizadas em espaços interiores, as recomendações de actuação mais frequentes são a recomendação R1a, a R1c (lavagem com água e detergente, incluindo escovagem) e a R1h (lavagem com jacto de água de baixa pressão e passagem à escova macia ou esponja, com detergente neutro). Estas recomendações são pouco agressivas para os suportes e normalmente indicadas para a maioria das anomalias identificadas no interior (manchas, descasques e fissuração).

Em termos das recomendações de actuação para as anomalias verificadas na envolvente dos edifícios, destacam-se as recomendações R1a e R1d (desinfestação com biocida), utilizadas em situações de colonização biológica e na remoção de dejectos, sendo anomalias que se localizam preferencialmente em elementos da construção exteriores, em contacto com estes tipos de factores de degradação.

Na Figura 5.26, são apresentadas as frequências absolutas das recomendações de actuação específicas do grupo 7 relativas à reconstituição de elementos, identificadas nos relatórios de peritagens das inspecções.

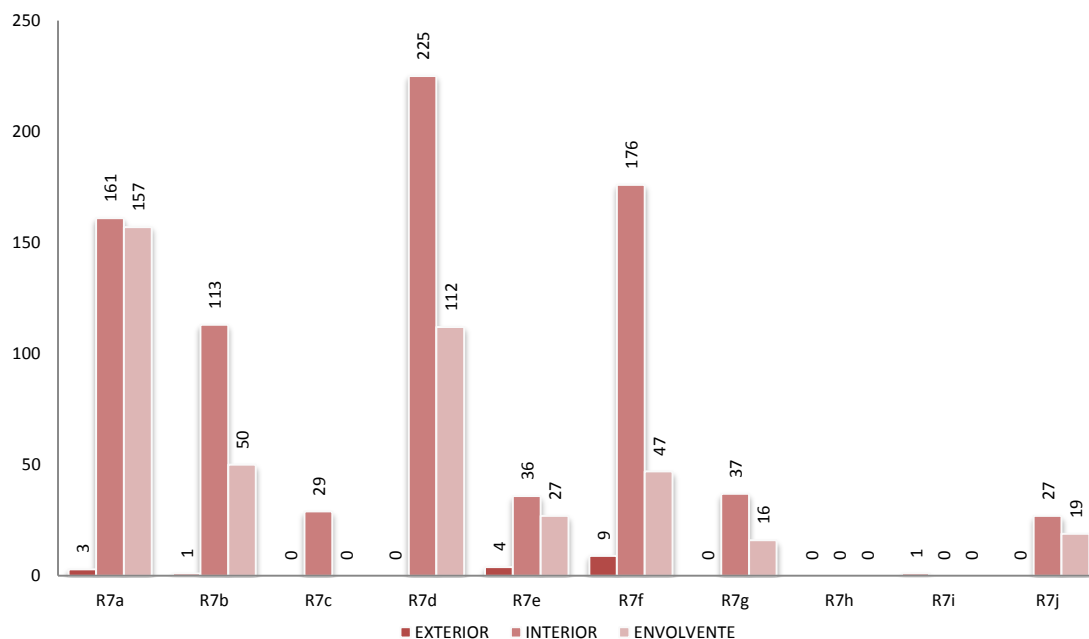


Figura 5.26 - Frequência absoluta das recomendações de actuação específicas do grupo 7 identificadas nas escolas, de acordo com a respectiva localização específica.

Em termos de recomendações de actuação para as anomalias localizadas em zonas exteriores das escolas, destaca-se a recomendação R7f (aplicação de argamassa bastarda pré-doseada não retráctil). Esta recomendação do grupo 7 predomina essencialmente em espaços exteriores, uma vez que uma das anomalias mais frequentes nestes locais são as fracturas e/ou elementos partidos e este tipo de recomendação tem aplicação indicada em reparações nos revestimentos.

Para as anomalias localizadas em espaços interiores, a recomendação de actuação mais frequente é a R7d (aplicação de argamassa cimentícia de reparação pré-doseada, desumidificadora em zonas com humidade). Esta recomendação é normalmente indicada para a maioria das anomalias identificadas no interior (manchas, descasques e fissuração), quando a origem do fenómeno de degradação reside na presença de água e humidade nas paredes.

Em termos das recomendações de actuação para as anomalias verificadas na envolvente dos edifícios, destaca-se a recomendação R7a (aplicação de argamassa de regularização de elevada resistência mecânica não retráctil). Esta recomendação é utilizada em elementos da envolvente opaca dos edifícios por ser indicada na prevenção de fenómenos de retracção de argamassas e colaborar com o suporte, em termos de resistência das paredes.

5.4.6 ESPAÇOS FUNCIONAIS

A identificação dos espaços funcionais afectados e das anomalias que afectam os principais espaços interiores do edifício permite a análise dos fenómenos de degradação, tendo em conta os diferentes tipos de utilização dos espaços.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

Na Figura 5.27, são apresentadas as frequências absolutas dos espaços funcionais onde se registaram anomalias, segundo os relatórios de peritagens.

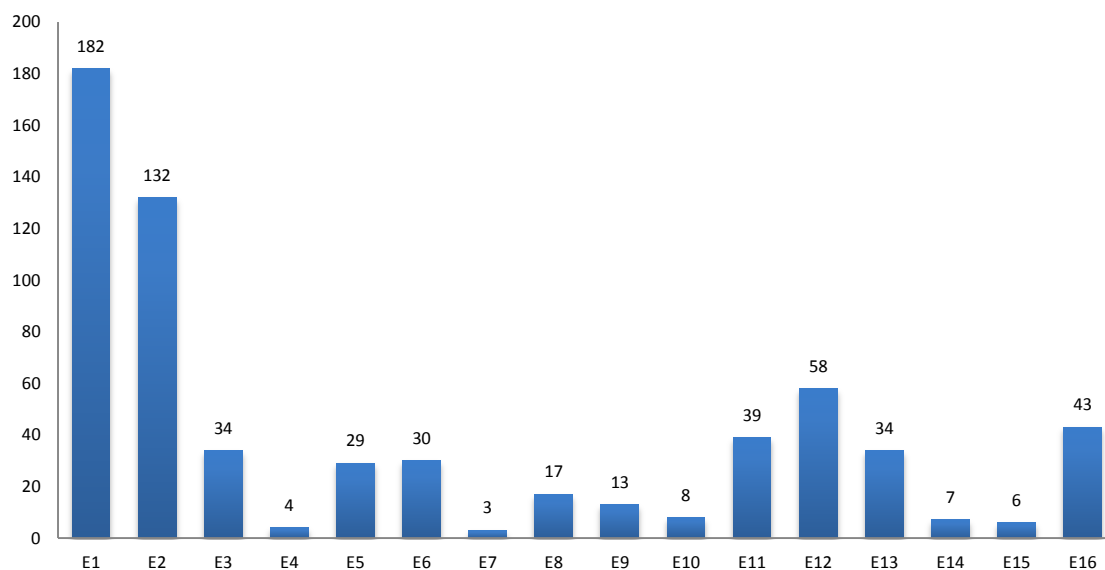


Figura 5.27 - Frequência absoluta dos espaços funcionais onde ocorrem as anomalias identificadas nas escolas.

Pela análise da figura, observa-se uma maior incidência de anomalias em espaços funcionais do tipo E1 (zonas de circulação) e E2 (salas de aula), uma vez que correspondem aos principais espaços interiores das escolas e ocupam uma grande parte da sua área útil.

Na Figura 5.28, são apresentados os resultados das frequências absolutas das anomalias identificadas no espaço funcional E1 (zonas de circulação), de forma a ser possível analisar o tipo de anomalias verificadas nestes espaços.

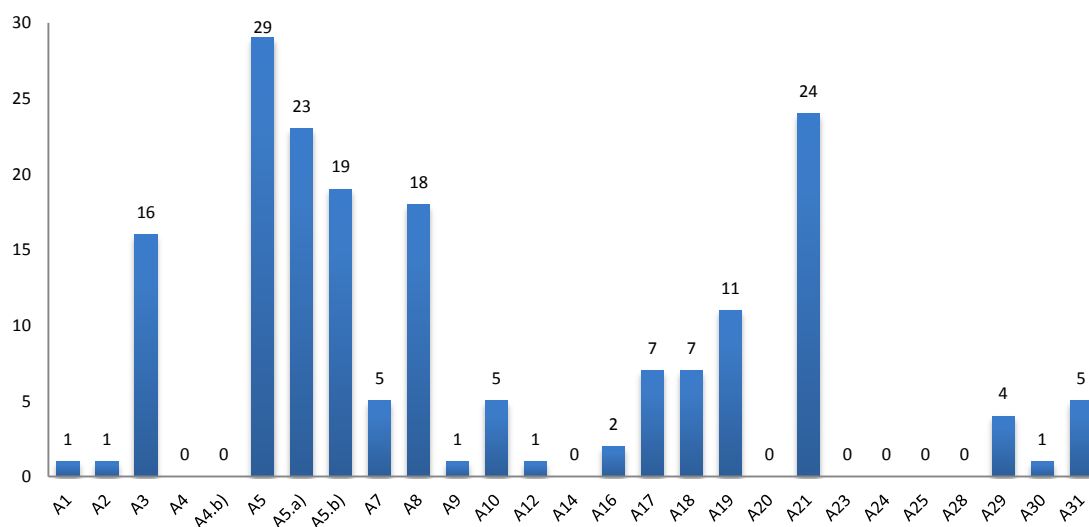


Figura 5.28 - Frequência absoluta das anomalias identificadas no espaço funcional do tipo E1 (zonas de circulação).

Pela análise da figura, observa-se uma maior incidência das anomalias A5 (fissuração orientada) e A21 (infiltrações), sendo estas ocorrências justificadas pela falta de estanqueidade e por se ter atingido o final de vida útil da maior parte dos elementos da construção que deveriam cumprir esta função.

Na Figura 5.29, são apresentados os resultados das frequências absolutas das anomalias identificadas no espaço funcional do tipo E2 (salas de aula) nas escolas.

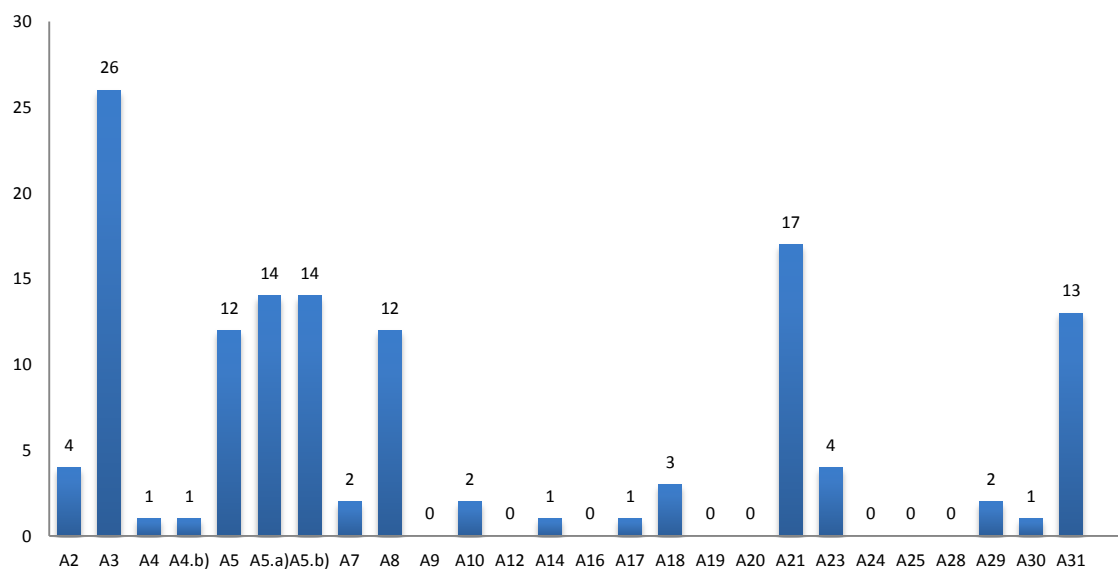


Figura 5.29 - Frequência absoluta das anomalias identificadas no espaço funcional do tipo E2 (salas de aula).

Nesta figura, observa-se uma maior frequência das anomalias A3 (descolorações e/ou manchas) e A21 (infiltrações) neste tipo de espaços funcionais. Tal como referido no capítulo 5.4.1 relativo à análise estatística das anomalias, estes são os tipos de ocorrências mais frequentes em espaços interiores. Estas anomalias decorrem de problemas de estanqueidade dos elementos da envolvente do edifício e podem justificar-se com o final de vida útil dos elementos construtivos dos edifícios das escolas, associado à falta de manutenção e de acções de conservação, que faz com que não sejam capazes de cumprir as exigências funcionais esperadas.

5.5 RELAÇÃO ESTATÍSTICA DOS ELEMENTOS AFECTADOS COM ANOMALIAS, CAUSAS E RECOMENDAÇÕES

5.5.1 ELEMENTOS FONTE DE MANUTENÇÃO - EFM

A identificação dos EFM permite compreender e analisar tendências de degradação, considerando também os materiais constituintes. No entanto, esta análise está limitada aos elementos inspeccionados e referidos nos relatórios de peritagem de anomalias, que incidiram em anomalias estruturais e nas relacionadas com a presença de água e humidade nos edifícios escolares.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

Na Figura 5.30, são apresentadas as frequências absolutas dos EFM gerais afectados por anomalias nas escolas inspeccionadas.

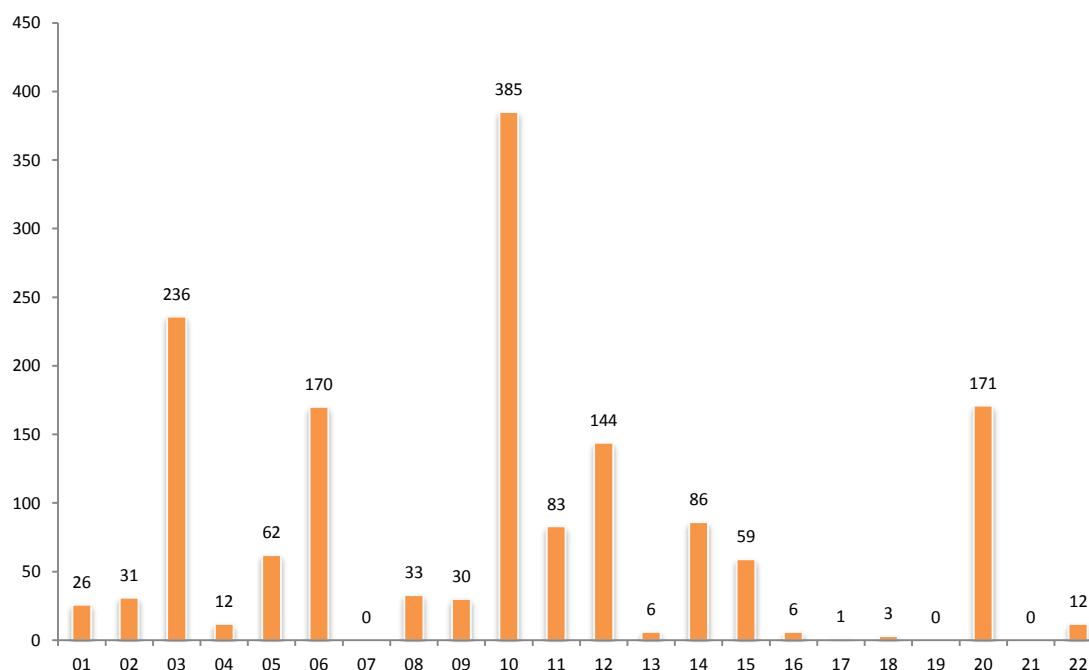


Figura 5.30 - Frequências absolutas das anomalias identificadas pelos EFM gerais nas escolas inspeccionadas.

Pela análise da figura, conclui-se que os EFM gerais com maior frequência de registo de anomalias são os EFM 03 (elementos em betão), EFM 06 (alvenarias) e EFM 10 (revestimento de paramentos). Estes resultados devem-se à presença destes elementos na construção que, pelo seu volume e importância no desempenho funcional do conjunto, são os que sofrem as anomalias estruturais e de humidade ascensional.

Adicionalmente, a metodologia de registo de anomalias relacionadas com fissuração seguiu a repetição das ocorrências nas várias camadas de suporte. Por esta razão, o EFM 10 regista o maior número de ocorrência, uma vez que abrange estes casos de repetição e outras anomalias que incidiam sobre este elemento.

Na Figura 5.31, são apresentadas as frequências absolutas dos EFM gerais afectados por anomalias nas escolas inspeccionadas, tendo em conta a localização específica das ocorrências registadas.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

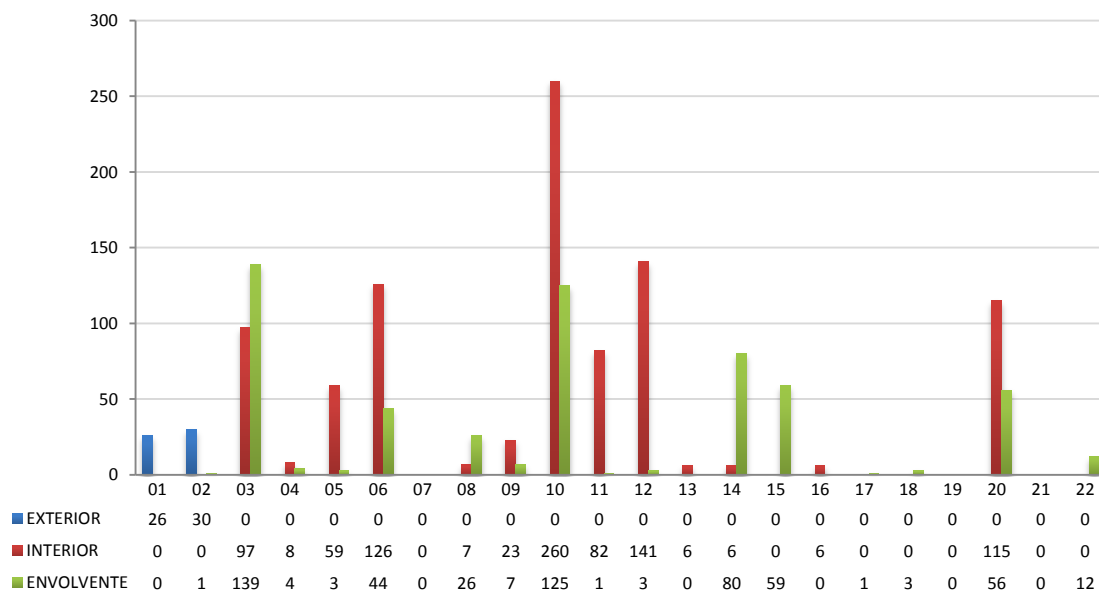


Figura 5.31 - Frequências absolutas das anomalias identificadas pelos EFM gerais nas escolas inspeccionadas, de acordo com a sua localização específica.

Nesta figura, observa-se que os elementos exteriores mais afectados por anomalias são os EFM 01 (pavimentos e drenagens exteriores) e EFM 02 (elementos construtivos exteriores). Estes elementos têm como característica terem exclusivamente este tipo de localização, pelo que a maioria das ocorrências se encontra nos mesmos.

Nos elementos localizados em zonas interiores das escolas, destacam-se como elementos mais afectados por anomalias os EFM 06, EFM 10 e EFM 12 (revestimento de tectos). Estes dados resultam do facto de estes elementos serem a constituição principal dos espaços, sendo também os mais susceptíveis de sofrerem anomalias.

Nos elementos localizados em zonas da envolvente das escolas, destacam-se como elementos mais afectados por anomalias os EFM 03, EFM 10 e EFM 14 (revestimentos de coberturas inclinadas), que constituem a camada exterior dos edifícios e mais susceptível à degradação pelos agentes atmosféricos e outros factores externos à construção.

5.5.2 ANOMALIAS

Considerando os principais EFM gerais afectados, são analisados os EFM específicos dos EFM 03 (elementos em betão), EFM 06 (alvenarias) e EFM 10 (revestimentos de paramentos).

Na Figura 5.32, são apresentados os resultados para as frequências absolutas das anomalias identificadas nos EFM específico do grupo 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

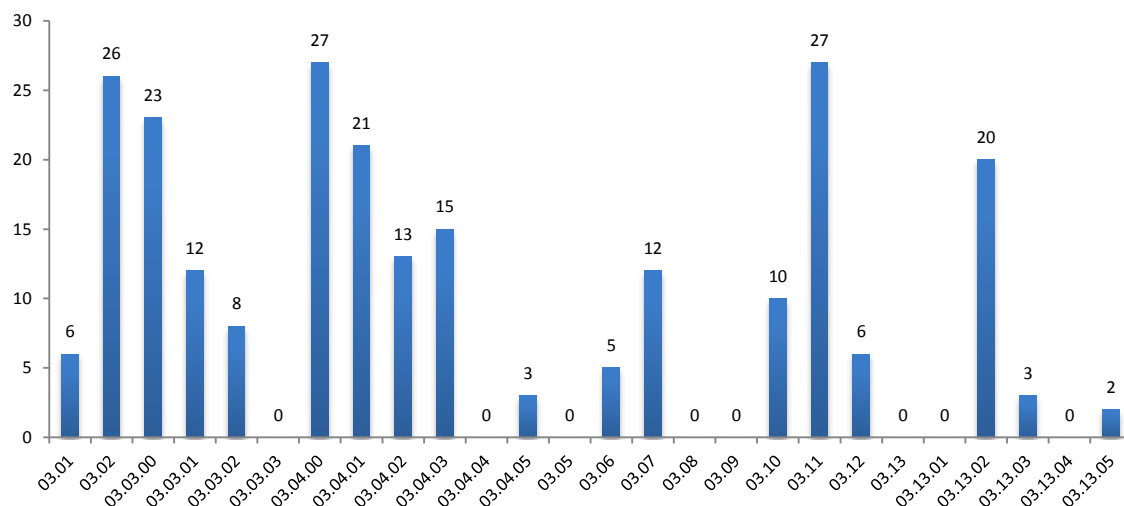


Figura 5.32 - Frequência absoluta das anomalias identificadas nos EFM específico do grupo 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.

Nesta figura, observa-se uma maior frequência de anomalias nos EFM 03.02 (pilares de betão), EFM 03.04.00 (lajes de betão não especificadas), EFM 03.03.00 (vigas de betão não especificadas) e EFM 03.11 (beirados em betão), uma vez que são os elementos que estão sujeitos a mais factores de degradação, tendo em conta as exigências estruturais e de estanqueidade à água. Destaca-se ainda a frequência de anomalias no EFM 03.11 (beirados de betão) que, sendo elementos secundários e pontuais da construção, apresentam uma elevada quantidade de ocorrências de anomalias, devido à deficiente drenagem das águas pluviais das coberturas e à deficiente pormenorização destes elementos.

Na Figura 5.33, são apresentadas as frequências dos vários tipos de anomalias em EFM 03 (elementos em betão). Confirma-se a ocorrência de anomalias relacionadas com o desempenho estrutural e com a estanqueidade à água, como é o caso das anomalias A5 (fissuração orientada), A8 (descasque e/ou escamação), A12 (corrosão) e A21 (infiltrações).

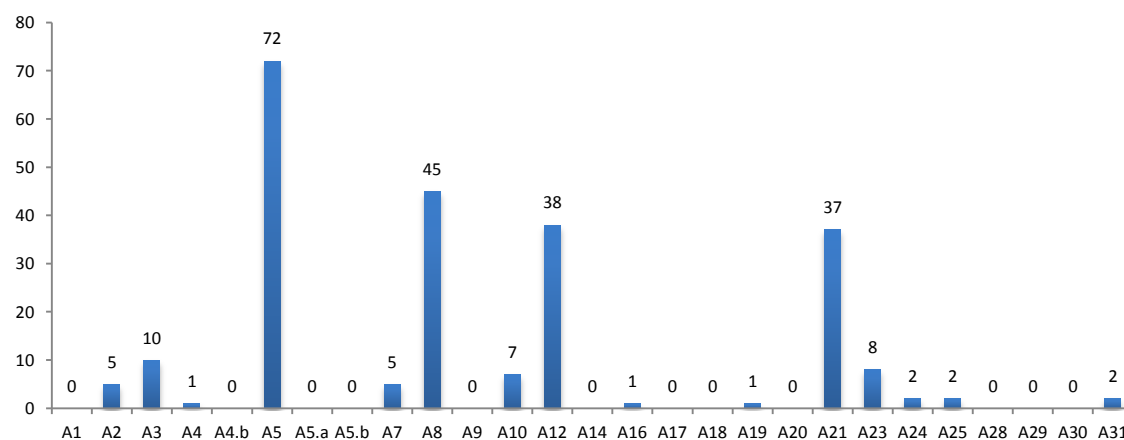


Figura 5.33 - Frequência absoluta dos vários tipos de anomalias nos EFM do grupo 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Na Figura 5.34, são apresentados os resultados para as frequências absolutas das anomalias identificadas nos EFM específico do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.

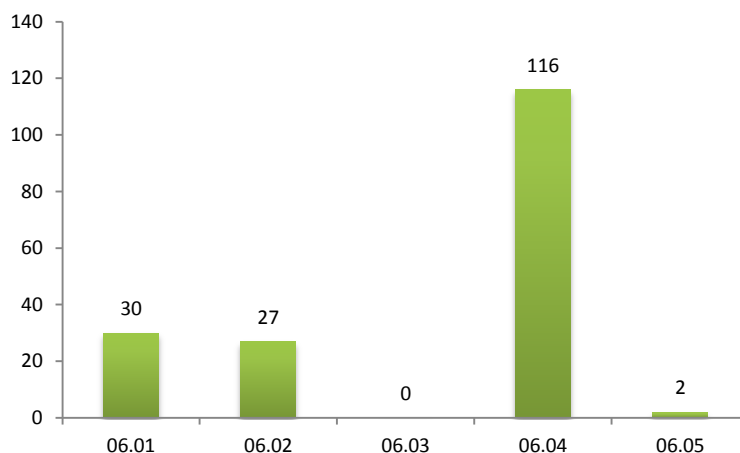


Figura 5.34 - Frequência absoluta das anomalias identificadas pelos EFM específico do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.

Pela análise da figura, observa-se uma maior frequência de anomalias no EFM 06.04 (parede simples de alvenaria ordinária de pedra), uma vez que se trata de um elemento com funções resistentes. Observando a Figura 5.35, verifica-se que os EFM do grupo 06 apresentam essencialmente anomalias relacionadas com o desempenho estrutural (A5 - fissuração orientada) e com a falta de estanqueidade destes elementos à acção de factores de degradação externos, como é o caso da água (anomalia A21 - infiltrações).

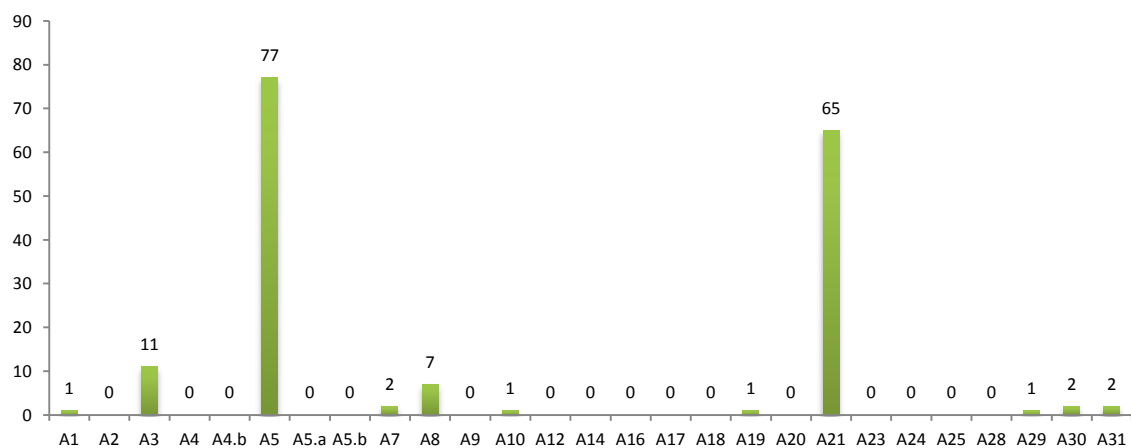


Figura 5.35 - Frequência absoluta dos vários tipos de anomalias nos EFM do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.

Na Figura 3.1, são apresentados os resultados para as frequências absolutas das anomalias identificadas nos EFM específico do grupo 10 (revestimentos de paramentos) nas escolas inspeccionadas.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

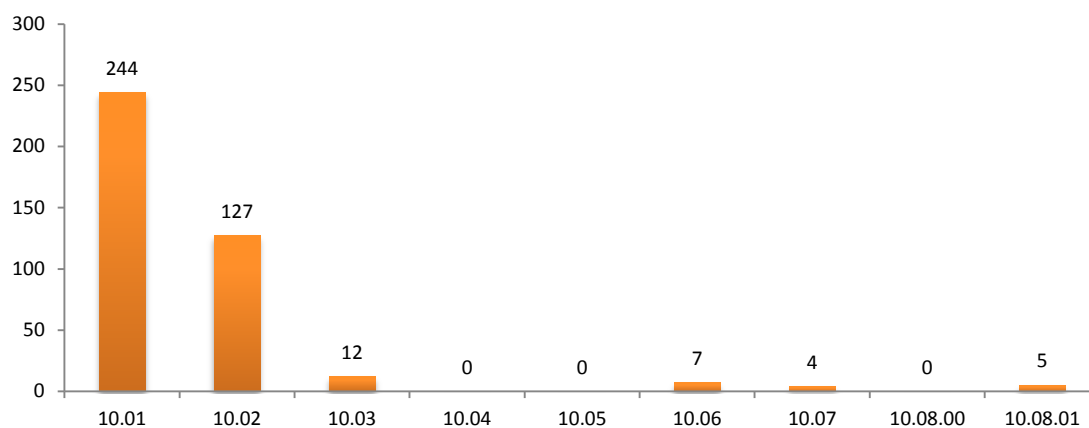


Figura 5.36 - Frequência absoluta das anomalias identificadas pelos EFM específico do grupo 10 (revestimento de paramentos) nas escolas inspeccionadas.

Nesta figura, observa-se uma maior frequência de anomalias nos EFM 10.01 (rebocos interiores) e EFM 10.02 (rebocos exteriores), por serem os tipos de revestimento de paredes mais frequentes nos edifícios inspeccionados e por serem elementos da construção bastante susceptíveis de degradação por factores externos, constituindo a camada de protecção e de revestimento do suporte aos agentes agressivos exteriores.

Na Figura 5.37, observa-se que as anomalias mais frequentes nos revestimentos de paramentos estão relacionadas com a presença de água e de humidade (A3 - descoloração e/ou manchas; A8 - descasque e/ou escamação; A21 - infiltração; A31 - empolamento) e com a repercussão de anomalias estruturais dos suportes nos revestimentos (A5 - fissuração orientada).

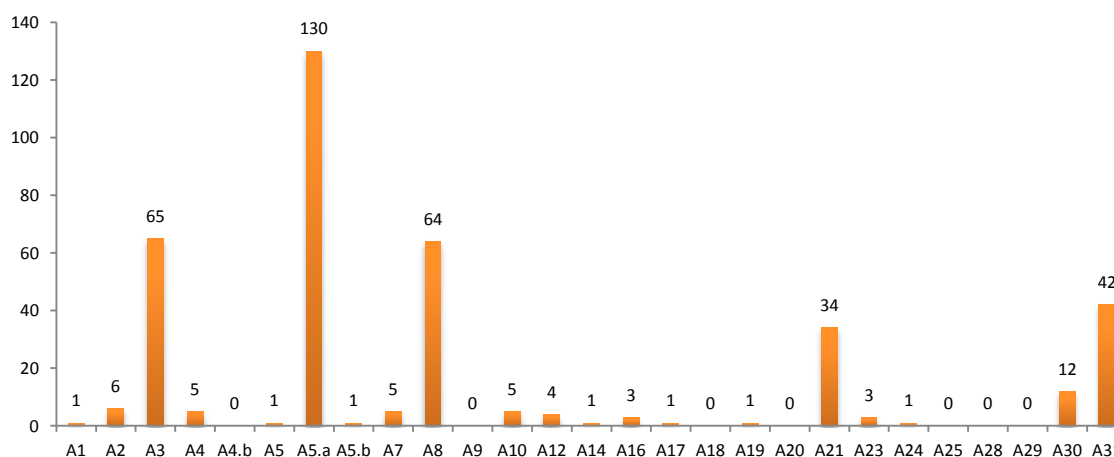


Figura 5.37 - Frequência absoluta dos vários tipos de anomalias nos EFM do grupo 10 (revestimentos de paramentos) nas escolas inspeccionadas.

5.5.3 CAUSAS PROVÁVEIS

A identificação das causas gerais das anomalias verificadas nos EFM afectados permite compreender os factores de degradação que estão na origem dos fenómenos patológicos registados, tendo em conta os materiais constituintes.

Na Figura 5.38, são apresentadas as frequências absolutas das causas gerais identificadas nos EFM relativos aos elementos em betão.

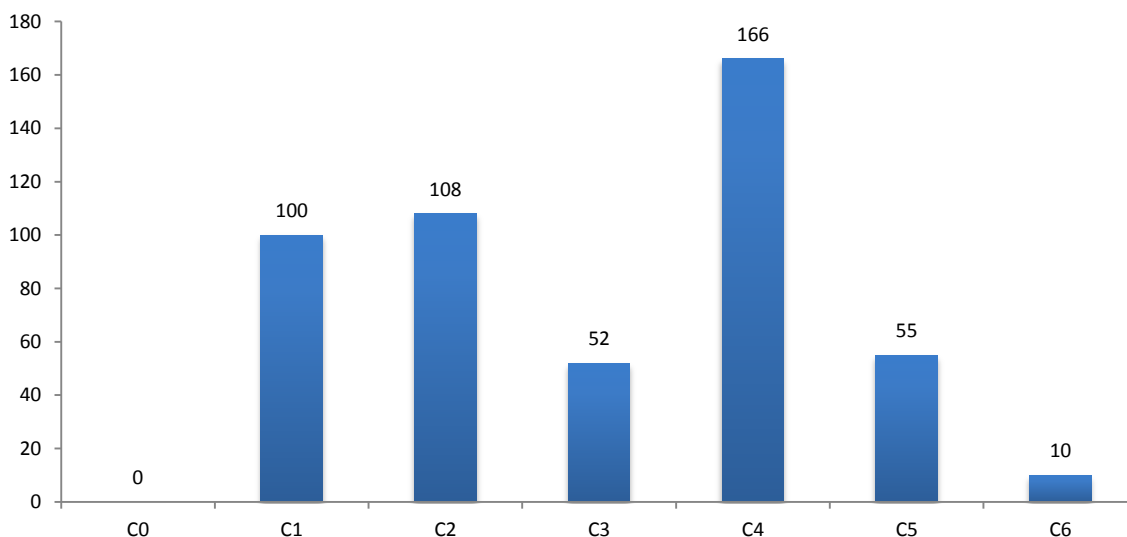


Figura 5.38 - Frequência absoluta das causas gerais identificadas nos EFM 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.

Pela análise da figura, observa-se que as causas principais das anomalias registadas em elementos de betão estão relacionadas com problemas de concepção e execução dos elementos, seguido de factores ambientais de degradação e de problemas estruturais. Estas causas devem-se à natureza dos elementos de construção afectados e à idade dos edifícios, principalmente às anomalias que têm como causas gerais o grupo 4 (execução e/ou projecto), uma vez que os projectos de concepção de estruturas de meados do século XX representavam o pouco conhecimento teórico e a limitada experiência de utilização deste tipo de estruturas, que condicionam actualmente o desempenho dos elementos de betão armado.

Na Figura 5.39, são apresentadas as frequências absolutas das causas gerais identificadas nos EFM relativos às alvenarias, que desempenham um papel importante no comportamento estrutural dos edifícios.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

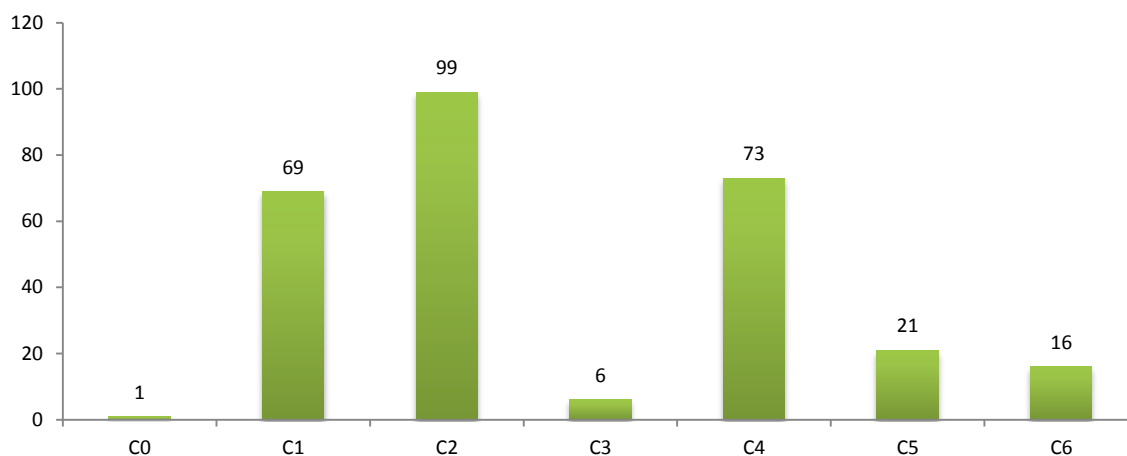


Figura 5.39 - Frequência absoluta das causas gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.

Nesta figura, são apresentados resultados semelhantes aos das frequências das causas gerais verificadas nos EFM relativos a elementos de betão. Dado que os principais tipos de alvenaria afectados por anomalias são as alvenarias ordinárias de pedra, que desempenham funções resistentes, é natural que uma das principais causas de anomalias nestes elementos esteja relacionada com problemas estruturais.

Realçam-se ainda as anomalias causadas por factores ambientais de degradação em alvenarias, que se verificam com a maior frequência deste grupo de análise. As paredes de alvenaria ordinária de pedra constituem as paredes de fachada na maioria dos casos, sendo por isso elementos que apresentam uma maior exposição aos agentes atmosféricos.

Na Figura 5.40, são apresentadas as frequências absolutas das causas gerais identificadas nos EFM relativos aos revestimentos de paramentos, que desempenham um papel importante na estanqueidade dos elementos de suporte da construção.

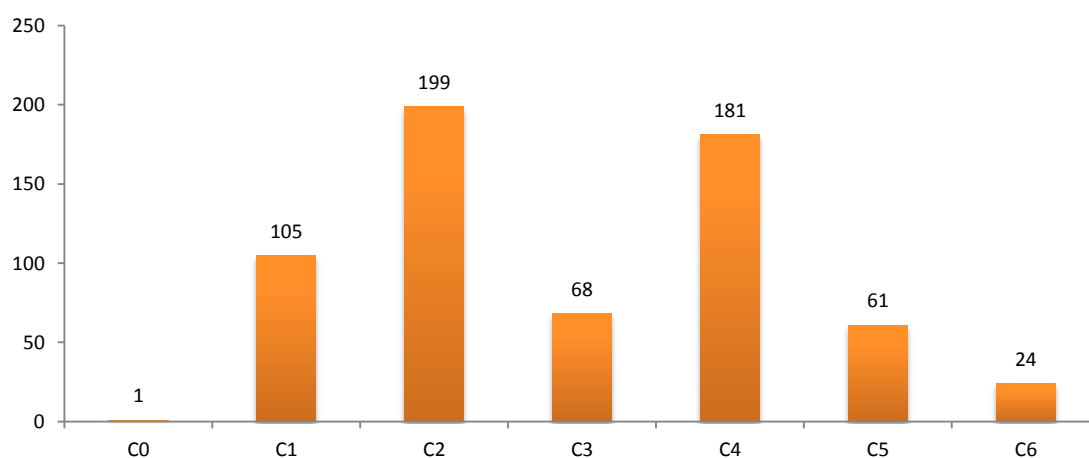


Figura 5.40 - Frequência absoluta das causas gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 10 (revestimentos de paramentos) nas escolas inspeccionadas.

Na análise desta figura, destaca-se uma maior frequência de anomalias que têm como causas gerais os factores ambientais de degradação e os problemas de execução e/ou projecto dos elementos. Uma vez que estes elementos têm como principal função a protecção dos elementos de suporte aos agentes exteriores, as anomalias apresentadas nos revestimentos de paredes representam o final da sua vida útil, surgindo anomalias que comprometem o seu desempenho.

À semelhança dos EFM analisados anteriormente, uma das causas importantes para o aparecimento de anomalias nos revestimentos de paramentos são os problemas de execução e/ou projecto, acentuados pelos factores ambientais de deterioração dos elementos mais expostos.

5.5.4 RECOMENDAÇÕES DE ACTUAÇÃO

A identificação das recomendações de actuação para a resolução das anomalias verificadas nos EFM afectados permite o estudo de estratégias de intervenção, tendo em conta as anomalias e as origens dos fenómenos de degradação.

Na Figura 5.41, são apresentadas as frequências absolutas das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM relativos aos elementos em betão.

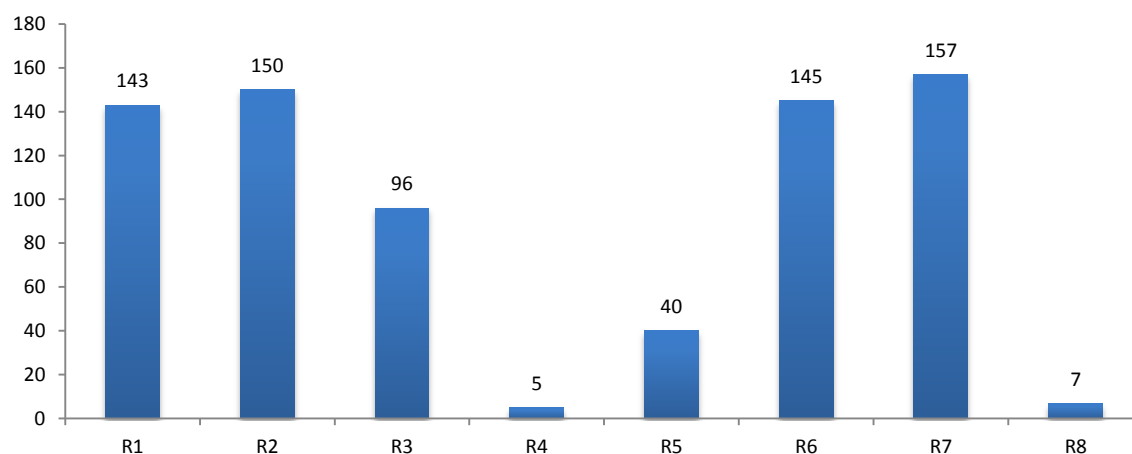


Figura 5.41 - Frequência absoluta das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 03 (elementos em betão) nas escolas inspeccionadas.

A figura apresenta uma maior frequência das recomendações de actuação dos grupos R2 (tratamento e/ou preparação superficial ou acabamento) e R7 (restituição de elementos) para os elementos da construção em betão. Estas recomendações estão relacionadas com os trabalhos de reparação e tratamento de armaduras à vista e com a reconstituição dos elementos em betão após o tratamento dos sintomas de corrosão e descasque.

Na Figura 5.42, são apresentadas as frequências absolutas das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM relativos às alvenarias.

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

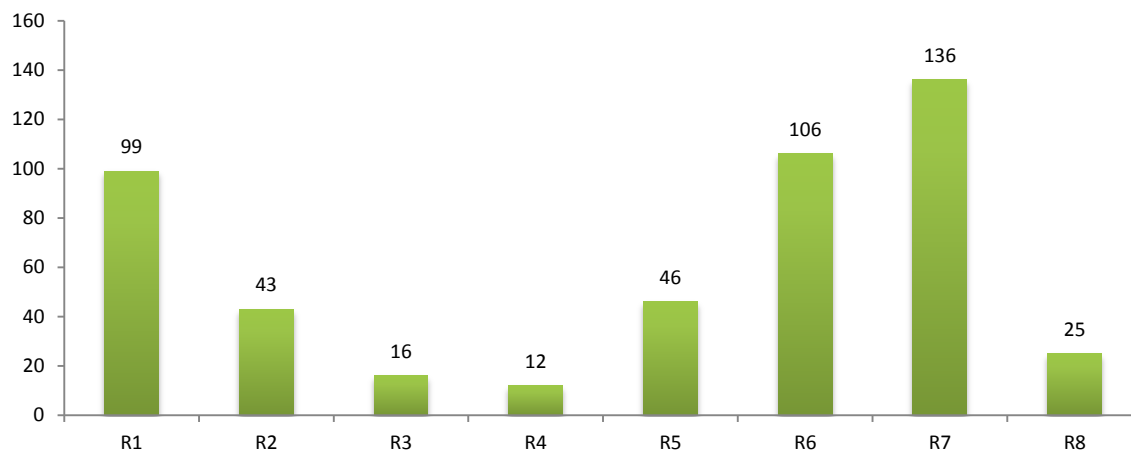


Figura 5.42 - Frequência absoluta das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 06 (alvenarias) nas escolas inspeccionadas.

Pela análise da figura, verifica-se uma maior frequência das recomendações R1 (limpeza), R6 (remoção) e R7 (reconstituição de elementos). Estas recomendações estão relacionadas com o tipo de anomalias que afectam estes elementos (manchas, fissuração orientada e infiltrações) e procuram resolver as suas manifestações nas paredes, que passa pela limpeza das superfícies, a remoção das áreas de parede degradadas pela anomalias e reconstrução dos elementos de forma a recuperar a sua aparência original.

Na Figura 5.43, são apresentadas as frequências absolutas das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM relativos aos revestimentos de paramentos.

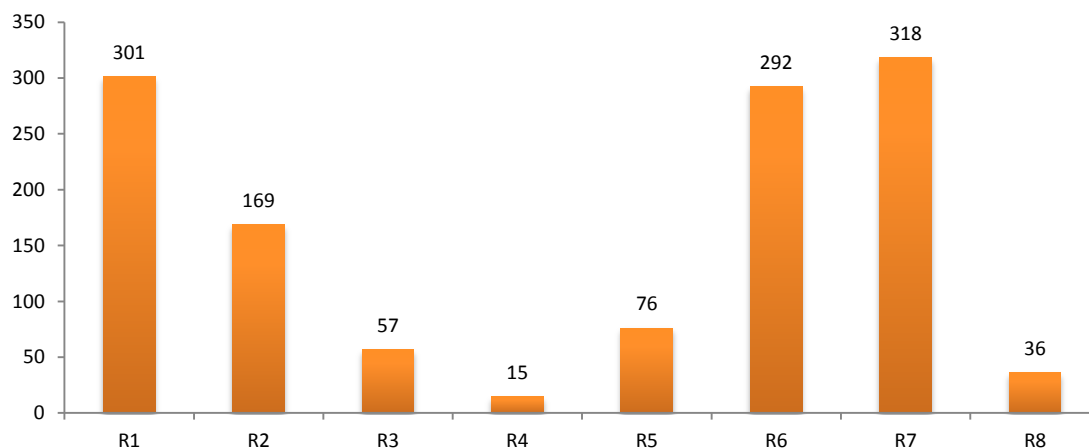


Figura 5.43 - Frequência absoluta das recomendações de actuação gerais identificadas nos EFM específicos do grupo 10 (revestimentos de paramentos) nas escolas inspeccionadas.

Nesta figura, observa-se que as recomendações mais frequentes são a R1 (limpeza), a R6 (remoção) e a R7 (reconstituição de elementos). Estes resultados decorrem da análise das anomalias mais frequentes nos revestimentos de paramentos, que estão relacionadas com a presença de água e de humidade (A3 - descoloração e/ou manchas; A8 - descasque e/ou escamação; A21 - infiltração; A31 - empolamento) e

com a repercussão de anomalias estruturais dos suportes nos revestimentos (A5 - fissuração orientada). Estas recomendações de actuação actuam directamente na resolução deste tipo de problemas e constituem os passos necessários para a reposição dos elementos da construção.

5.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os edifícios inspeccionados apresentam uma idade média de cerca de 60 anos, o que se reflecte nos fenómenos patológicos apresentados. O envelhecimento natural e o facto de se ter alcançado o final da vida útil de alguns elementos da construção conduziram à diminuição das condições de durabilidade que, em conjunto com a acção de factores de degradação externos que afectam os elementos da construção, estabelecem o nível de degradação geral dos edifícios.

A localização das escolas em meio urbano é um factor de agravamento para os agentes externos de degradação dos edifícios, acelerando os mecanismos de degradação visível das anomalias.

A constituição das escolas em termos estruturais com elementos de betão e de alvenaria ordinária de pedra, com estruturas de madeira ao nível das coberturas, define o âmbito das anomalias identificadas, localizando-se preferencialmente em elementos em betão, paredes resistentes de alvenaria ordinária e nos seus revestimentos e nas coberturas dos edifícios. A inexistência de juntas de dilatação em elementos de betão armado constitui um dado fundamental para justificar o aparecimento de anomalias de origem estrutural, sob a forma de fissuração orientada.

Tendo em conta as inspecções realizadas e os relatórios de peritagens disponibilizados, conclui-se que as principais anomalias registadas estão relacionadas com a presença de água e de humidade nos elementos da construção, pela presença de manchas, descasques e infiltrações pela falta de estanqueidade aos agentes atmosféricos, e com manifestações de problemas estruturais, evidenciadas pela manifestação de fissuras com orientação preferencial.

Dentro dos elementos da construção que apresentaram uma maior ocorrência de anomalias, destacam-se os elementos em betão e as paredes de alvenaria, com manifestações de anomalias próprias da natureza dos elementos. Os elementos de betão armado apresentam anomalias associadas à exposição das armaduras e delaminação do betão, como são os fenómenos de corrosão e de descasque de recobrimentos. Nas paredes de alvenaria, são frequentes as anomalias decorrentes de infiltrações e de ascensão capilar.

Da análise das anomalias mais frequentes, resulta a observação de uma maior frequência de anomalias relacionadas com os efeitos da humidade, em detrimento das anomalias resultantes do comportamento estrutural dos edifícios. Este facto acontece devido a uma maior variedade de manifestações patológicas para os casos de infiltrações: uma infiltração de uma parede pode ser registada como “infiltração” ou pode já ter evoluído para o aparecimento de manchas, descasques e até mesmo empolamentos. No

Análise estatística e discussão de resultados

Capítulo 5

caso dos problemas estruturais, os elementos de construção apresentam praticamente apenas um tipo de manifestação (fissuração orientada), o que poderá condicionar a análise das causas das anomalias e dos fenómenos de degradação das escolas.

A análise estatística revela ainda uma maior prevalência de anomalias com uma distribuição generalizada nos elementos de construção, com níveis de gravidade elevados, o que se pode dever à idade da construção e à falta de acções de conservação e manutenção regulares.

A localização preferencial das ocorrências de anomalias em salas de aula e zonas de circulação (escadas e corredores) justifica-se com uma maior ocupação deste tipo de espaços em área de escola e com a utilização intensiva destes locais.

6 CONCLUSÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir este trabalho, considera-se que foram atingidos os objectivos inicialmente propostos, apesar da diversidade dos elementos de apoio e da complexidade de análise das informações disponíveis, tendo em vista a construção de uma base de dados que agregasse todas as informações relativas às anomalias construtivas identificadas nos relatórios de peritagem.

Nesta dissertação, foi proposta uma metodologia para a caracterização de anomalias, aplicada aos edifícios da tipologia *Liceu* em Portugal, com o objectivo de analisar as frequências estatísticas das anomalias, tendo em conta os parâmetros de caracterização de anomalias definidos. Em função desta análise, foram definidas listas para os diversos parâmetros de forma a garantir uma homogeneidade das informações.

Os relatórios das inspecções realizadas às 56 escolas secundárias constituíram o ponto de partida para a estruturação das informações, tendo em vista o preenchimento da base de dados. A metodologia proposta procura servir como um instrumento de apoio à manutenção e reabilitação de edifícios, no sentido de disponibilizar as informações relativas ao estudo de anomalias construtivas e das relações das anomalias com as suas causas, tendo em conta a idade das construções, os materiais utilizados, a localização das anomalias, a orientação solar dos elementos, as suas exigências funcionais, entre outros factores.

De seguida, são apresentadas as principais conclusões das várias fases de estudo, destacando-se os principais resultados obtidos e as orientações de trabalho a desenvolver futuramente.

6.2 CONCLUSÕES

O parque escolar português apresenta-se actualmente como um conjunto heterogéneo e diversificado, em termos de idade e tipo de construção, de organização formal e tipos de implantação dos edifícios. A sua evolução foi marcada por várias fases de construção escolar, que se reflectiram nestes equipamentos e que influenciaram a sua evolução ao longo do século XX.

Os primeiros liceus portugueses foram instalados em edifícios conventuais, tendo em conta a falta de recursos económicos para a construção de novas escolas e a disponibilidade destes espaços, após a extinção das ordens religiosas em Portugal no século XIX. Estes factos, aliados à idade destas construções, conduziram à instalação de escolas com poucas condições de salubridade e de adequabilidade dos espaços, considerando as necessidades de ensino.

Conclusão

Capítulo 6

Foi neste contexto que surgiram as primeiras iniciativas de construção de novos edifícios destinados ao ensino liceal, impulsionadas pelas reformas educativas deste período. Estes novos edifícios procuravam responder às exigências pedagógicas preconizadas pelas reformas, nomeadamente pela introdução de espaços dedicados à prática de exercício físico e ao ensino científico, por influência dos modelos de liceus franceses. Em termos construtivos, as soluções adoptadas procuraram ir ao encontro destas novas exigências, adoptando materiais de acabamento e de revestimento adequados aos princípios higienistas, ao mesmo tempos que continuam a ser utilizadas soluções estruturais tradicionais (alvenaria de pedra ordinária e estrutura de pavimentos em madeira).

Na década de 30, no âmbito de um concurso para a construção de liceus pela JAEES, teve início um segundo momento de concepção de escolas secundárias, sob a influência do Movimento Moderno e marcados pela introdução de elementos em betão armado. Esta opção construtiva teve consequências na linguagem formal e estética dos edifícios, correspondendo a um momento de abertura do regime ao exterior.

Nas décadas seguintes, a política de construção de liceus em Portugal foi alterada. Os concursos dos anos 30, que abriram os projectos das escolas a uma nova linguagem moderna e à liberdade de concepção e de experimentação, deram lugar uma maior rigidez do programa, em termos construtivos, funcionais e formais. No âmbito do “Plano de 38”, a importância social das escolas foi utilizada como ferramenta do regime para marcar as ideologias políticas e pedagógicas do Estado Novo, ficando a concepção dos *Liceus* marcada pelo cumprimento rigoroso do plano e pela ausência de influências internacionais que marcassem a produção nacional.

Só a partir da segunda metade do século XX, num período que correspondeu a uma abertura de Portugal em relação à Europa no período do pós Segunda Guerra Mundial, é que a concepção de edifícios da tipologia *Liceu* volta a receber influências internacionais, que contribuíram para o desenvolvimento de uma nova metodologia de projecto de escolas. A investigação de soluções inovadoras, no sentido da redução de custos e de rapidez de construção, aliadas à evolução das exigências educativas, marcam uma nova fase na construção de liceus.

Esta evolução dos liceus resultou em características específicas para esta tipologia de escolas. A ocupação de edifícios conventuais com vista à instalação de escolas secundárias foi progredindo para a construção de novos *Liceus*, com capacidade de responder às exigências sanitárias e funcionais. Inicialmente, a implantação destes equipamentos procurava organizar os espaços funcionais num único edifício, em torno de um espaço exterior comum - o pátio. A abertura dos pátios, com o objectivo de tirar partido dos espaços exteriores de recreio, conduz a uma nova relação das escolas com a envolvente, sublinhando o seu papel de elemento estruturador da cidade e de referência social e cultural das populações. Esta alteração foi fundamental para a diferenciação dos blocos funcionais autónomos, como é o caso dos edifícios destinados ao desporto e dos blocos destinados aos trabalhos

manuais. Esta autonomização funcional e formal resultou em diferentes características construtivas e estruturais, derivadas das exigências funcionais distintas. No entanto, o edifício principal mantém-se como a referência da escola, marcando a identidade dos *Liceus*, e como a tipologia funcional principal de localização da maioria dos espaços administrativos e lectivos.

A evolução destes edifícios ao longo do século XX, o envelhecimento natural dos materiais e dos elementos de construção e a falta de acções de conservação, manutenção e reabilitação, resultou num património escolar bastante degradado e desadequado às novas formas de ensino, sem capacidade de responder às necessidades educativas dos alunos. Este facto, associado a uma falta de espaço nos meios urbanos para a construção de novas escolas e ao valor patrimonial e histórico atribuído a estes edifícios, justifica a adopção de intervenções de reabilitação das escolas existentes no âmbito do programa de modernização de escolas secundárias da empresa “Parque Escolar EPE”, adaptando-as às novas exigências educativas.

Tendo em vista as intervenções necessárias para a reabilitação das escolas, tornou-se imperativa a avaliação do seu estado de conservação, de forma a minimizar as intervenções nas construções existentes e promover a valorização do património escolar. Para isso, foram realizadas inspecções visuais, das quais resultaram relatórios de peritagem de anomalias, que tinham como objectivo a caracterização construtiva a partir dos elementos de apoio disponibilizados e a identificação das anomalias estruturais e relacionadas com a presença de água e humidade nos elementos estruturais, através da observação visual dos fenómenos.

A partir dos relatórios de peritagem, foi desenvolvida uma metodologia de caracterização de anomalias aplicada a este tipo de equipamentos, no sentido de estudar e aprofundar as cadeias de degradação que estão na origem das anomalias, considerando os diversos factores de degradação que afectam os elementos da construção.

Dada a heterogeneidade dos edifícios em termos construtivos e formais, foi necessário proceder a uma estruturação e sistematização da informação disponível nos relatórios, de forma a garantir alguma coerência e a ser possível analisar o conjunto das informações relativas às escolas inspeccionadas. A organização da informação é feita a partir da concepção de uma estrutura de organização dos dados, constituída por um único documento para cada escola, onde se podem encontrar os diferentes critérios utilizados para caracterizar as anomalias e a ilustração das mesmas por registo fotográfico, e por uma série de listas e critérios de apoio ao preenchimento.

Esta metodologia teve como principal objectivo o estudo dos fenómenos de degradação mais frequentes, a partir da identificação e caracterização dos edifícios escolares, a localização das escolas com a caracterização do meio envolvente, a caracterização das anomalias identificadas nos relatórios, considerando a sua localização no edifício e nos elementos da construção, o tipo de fenómeno patológico, as suas causas prováveis e as recomendações de actuação.

Conclusão

Capítulo 6

A avaliação da degradação dos elementos foi feita a partir da criação de um sistema de atribuição de ponderações de gravidade das anomalias, a partir de três critérios considerados essenciais para a definição de um nível de severidade, baseados na ponderação e hierarquização dos vários elementos: o tipo de EFM afectado, o tipo de anomalia verificada e a atribuição de um nível de gravidade para a anomalia.

A ponderação dos EFM foi considerada como um passo fundamental, uma vez que os diferentes elementos da construção apresentam importâncias distintas para o conjunto. As anomalias em elementos estruturais e em coberturas têm uma maior relevância comparativamente a anomalias que se limitam aos elementos de revestimento, uma vez que a sua evolução e os fenómenos em si têm consequências mais graves para a durabilidade do edifício e segurança dos utilizadores.

Os tipos de anomalias apresentam também diferentes indícios de degradação dos elementos. As anomalias que possam mais rapidamente comprometer a durabilidade dos edifícios e o desempenho dos elementos da construção apresentam uma ponderação mais grave, uma vez que são ocorrências mais relevantes para a avaliação do estado de degradação.

Para a atribuição dos níveis de gravidade atribuídos a cada ocorrência dentro de cada tipo de anomalia, esta metodologia propõe uma avaliação visual comparativa com o objectivo de atribuir um nível de gravidade. Esta análise tem como base a utilização de imagens de ocorrências da mesma anomalia, a partir das quais é feita uma análise comparativa, e a definição de critérios de atribuição de níveis de gravidade.

Estes três parâmetros permitem caracterizar o nível de degradação dos elementos e em que fase de degradação a anomalia se encontra, reduzindo simultaneamente o nível de subjectividade da análise e da classificação da severidade das anomalias e, conseqüentemente, do estado de conservação dos edifícios.

Nesta dissertação, foi aplicada esta metodologia para os edifícios escolares inspeccionados da tipologia *Liceu*. A construção destes edifícios de ensino secundário pré-universitário localiza-se temporalmente entre o início do século XX e o final do regime do Estado Novo nos anos 70. A maioria das escolas foi construída nas décadas de 40 e 50, como resultado das iniciativas de construção de liceus pela JAEES e pela JCETS. De facto, o *Plano de 38* destaca-se neste período como sendo a maior iniciativa de construção de liceus em Portugal, resultando num vasto conjunto de edifícios construídos neste período.

Os edifícios inspeccionados apresentam por isso uma idade média de cerca de 60 anos, o que se reflecte nos fenómenos patológicos apresentados. O envelhecimento natural e o facto de se ter alcançado o final da vida útil de alguns elementos da construção, combinados com a falta de acções e de condições

de manutenção, conduziram à diminuição das condições de durabilidade e de habitabilidade das escolas.

A evolução dos edifícios da tipologia *Liceu* é marcada por fases distintas, o que se traduziu numa grande diversidade de soluções construtivas, que percorreram importantes momentos de transição e de experimentação de novos materiais. A caracterização construtiva das escolas da tipologia *Liceu*, principalmente em termos estruturais, é fundamental para a caracterização das principais anomalias verificadas.

A maioria das escolas foi construída num período importante de construção, quando se assistiu à introdução do betão armado nas construções. A falta de manutenção destes elementos, a falta de conhecimento dos fenómenos de degradação destas estruturas na fase de concepção e a idade dos edifícios comprometem a durabilidade destes elementos de construção.

Pela análise caracterização construtiva das escolas, conclui-se que a maioria das escolas apresenta elementos estruturais em betão armado e sem juntas de dilatação. Esta observação resulta da falta de conhecimento na utilização prática deste elemento de construção, uma vez que nos anos 40 e 50 assistia-se ainda a um período de experimentação, sem que fossem cumpridas as regras de “boa arte” actualmente conhecidas.

Tendo em conta as inspeções realizadas e os relatórios de peritagens disponibilizados, conclui-se que as principais anomalias registadas estão relacionadas com a presença de água e de humidade nos elementos da construção, que resultam na existência de manchas, descasques e infiltrações, e manifestações de problemas estruturais, evidenciadas pelo desenvolvimento de fissuras com orientação preferencial.

Este facto resulta da observação de uma maior frequência de anomalias relacionadas com os efeitos da humidade, em detrimento das anomalias resultantes do comportamento estrutural dos edifícios, tendo em conta uma maior variedade de manifestações patológicas para os casos de infiltrações.

No caso dos problemas estruturais, os elementos de construção em betão apresentam praticamente apenas um tipo de manifestação (fissuração orientada), o que poderá condicionar a análise das causas das anomalias e dos fenómenos de degradação das escolas. Os elementos de betão armado apresentam anomalias associadas à exposição das armaduras e delaminação do betão, como são os fenómenos de corrosão e de descasque de recobrimentos. Nas paredes resistentes de alvenaria ordinária, são frequentes as anomalias decorrentes de infiltrações e de ascensão capilar, causadas por fenómenos de degradação de origem ambiental. A falta de estanqueidade destes elementos à acção da água e da humidade, a sua idade avançada e a exposição aos agentes atmosféricos de degradação justificam as anomalias identificadas.

Conclusão

Capítulo 6

No envolvente dos edifícios as anomalias mais frequentes são a corrosão dos elementos estruturais em betão e diversos tipos de sujidade associadas à falta de manutenção de coberturas. As principais causas apontadas para as anomalias verificadas em elementos de betão estão relacionadas com erros de concepção e/ou execução. Tendo em conta que a utilização do betão armado na construção das escolas coincidiu com o início da introdução deste material na construção, estes resultados indicam a falta de conhecimento e experiência prática de utilização do betão armado que, aliados à idade de construção e à falta de acções de conservação regulares, resultam em anomalias que comprometem a durabilidade e as exigências de desempenho dos elementos de construção das escolas, principalmente ao nível das estruturas de betão armado e das coberturas.

Estes elementos funcionais referidos localizam-se em espaços onde as acções de conservação e manutenção são mais difíceis e mais caras de concretizar. No período de construção destes edifícios, as preocupações com as acções de manutenção e conservação dos edifícios na fase de projecto eram reduzidas, o que justifica a frequência deste tipo de anomalias.

As principais causas prováveis indicadas para as anomalias localizadas na envolvente são a acção ambiental e os erros de concepção e/ou execução. As acções ambientais estão relacionadas com a falta de acções de manutenção regulares e com a exposição aos agentes ambientais de degradação ao longo dos anos. A exposição aos agentes atmosféricos torna a envolvente dos edifícios mais vulnerável a anomalias interiores relacionadas com problemas de estanquidade, para as quais a parte interior dos edifícios não estão preparados nem concebidos para desempenhar.

No interior, as anomalias mais frequentes são as manchas, fissuração orientada e infiltrações, que resultam da falta ou perda de estanquidade dos elementos da envolvente e com a deficiente impermeabilização dos elementos, comprometendo o desempenho e durabilidade dos elementos interiores.

Tal como no caso das anomalias da envolvente, as principais causas prováveis indicadas estão relacionadas com a acção dos agentes ambientais de degradação, decorrentes da falta de estanquidade e outros erros de concepção e/ou execução. No entanto, para esta localização, existe uma maior frequência das anomalias com causas humanas ou animais, comparativamente com as outras localizações, principalmente ao nível da falta de manutenção. De facto, as principais anomalias identificadas em espaços interiores são, na sua maioria, uma consequência directa das anomalias apresentadas nos elementos da envolvente, destacando-se o papel destes elementos para garantir a durabilidade e a qualidade do desempenho de todo o conjunto.

A partir da identificação e caracterização das anomalias e das causas prováveis, é possível analisar as recomendações de actuação mais frequentemente prescritas. Como consequência da falta de acções e de condições de manutenção, as recomendações mais frequentes são relativas à limpeza e de

reconstituição de elementos, que poderiam estar incluídas em acções periódicas de manutenção, caso existisse um planeamento deste tipo de trabalhos.

O elevado valor histórico, arquitectónico e patrimonial dos edifícios escolares de tipologia *Liceu*, com a enorme variedade de soluções construtivas e funcionais, justificam a necessidade de intervenções profundas no existente. No entanto, estas acções de manutenção, conservação e/ou reabilitação devem ser planeadas e estruturadas de forma a garantir a qualidade dos espaços e a durabilidade das construções. As anomalias identificadas, das quais resultam importantes problemas funcionais e um deficiente estado de conservação, incidem essencialmente em problemas de estanqueidade à água e na falta de condições de manutenção, afectando a durabilidade dos elementos. Os problemas estruturais, principalmente dos elementos de betão armado, estão relacionados com a sua concepção num período de maior desconhecimento dos principais fenómenos de degradação e das características destes materiais.

Os edifícios deste período não foram concebidos de forma a facilitar e a promover a manutenção e reparação dos elementos, promovendo a acção dos principais agentes de degradação, alcançando mais rapidamente o final da vida útil dos elementos. Para além da falta de planeamento das acções de manutenção, estes edifícios apresentam alguns erros de concepção e/ou execução, associados ao incorrecto desempenho de elementos nos pontos singulares e na pormenorização, que pode estar associado a erros de aplicação de materiais e à falta de conhecimento e experiência de utilização dos materiais inovadores pelos projectistas e pela mão-de-obra, nomeadamente do betão armado.

6.3 PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO NO FUTURO

No seguimento deste trabalho, sugere-se que seja dada continuidade à aplicação da metodologia desenvolvida a outros conjuntos de edifícios, de modo a construir uma base de dados de informações relativas a anomalias mais completa, tendo em vista o estudo dos fenómenos patológicos e as escolhas de estratégias de intervenção adequadas.

O estudo aprofundado das anomalias construtivas, com recurso a uma vasta base de dados de informações, poderá tornar-se uma ferramenta essencial para a concepção, execução e utilização dos edifícios, de forma a prevenir a recorrência do mesmo tipo de problemas.

Esta metodologia de análise e caracterização de anomalias poderá conduzir ao desenvolvimento de procedimentos de inspecção mais completos, a partir das listas que constituem a base de dados. Uma das principais limitações da aplicação desta metodologia para o estudo realizado prendeu-se com a heterogeneidade de informações dos relatórios e com os objectivos com que foram realizados, uma vez que se limitavam à inspecção de anomalias estruturais e relacionadas com a presença de água e humidade nos elementos da construção. A realização de trabalhos de inspecção tendo em vista a

Conclusão

Capítulo 6

utilização desta metodologia poderá contribuir para o aperfeiçoamento da base de dados e do sistema de organização e estruturação das informações.

A avaliação dos níveis de gravidade atribuídos a cada anomalia poderá ser aperfeiçoada com recurso a uma observação visual sistematizada e complementada com ensaios de caracterização mais aprofundados. O registo de anomalias a uma distância normalizada, a redução da subjectividade do diagnóstico com a utilização de listas e tabelas e uma observação sistematizada do existente poderá conduzir o estudo de procedimentos de inspecção que suportem a metodologia apresentada nesta dissertação.

BIBLIOGRAFIA

Alegre, A. - "Arquitectura para o edifício secundário em Portugal: princípios e evolução ao longo do século XX." *Escolas Secundárias Reabilitação*, de AA. VV. Lisboa: Caleidoscópio, 2009a.

Alegre, A. - *Arquitectura escolar. O edifício liceu em Portugal (1882-1978)*. Tese de Doutoramento em Arquitectura. Lisboa: UTL/IST, 2009b.

Appleton, J. - *Reabilitação de edifícios antigos: Patologias e tecnologias de intervenção*. 1ª Edição. Lisboa: Edições Orion, 2003.

Azzalin, M. - "Building pathology database and maintenance approach in a well-defined context: Calabrian historical centers." *10th DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components*. Lyon, France, 2005: pp. 988-994.

Bing maps - <http://www.bing.com>, acedido em Maio de 2012.

Bragança, L.; Almeida, M.; Mateus, R.; Lopes, S. - "Algumas causas de patologias em fachadas - Caso de estudo". *Construção 2001: Congresso Nacional de Construção*. Lisboa: 2001: pp. 709-806.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Diogo de Gouveia*. Relatório ICIST, EP 58/08. Lisboa: Outubro de 2008.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Sá da Bandeira*. Relatório ICIST, EP 54/08. Lisboa: Outubro de 2008.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Rainha D. Leonor*. Relatório ICIST, EP 49/08. Lisboa: Outubro de 2008.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Sebastião e Silva*. Relatório ICIST, EP 60/08. Lisboa: Outubro de 2008.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. ; Flores, I.; Paulo, P. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária D. Luísa de Gusmão*. Relatório ICIST, EP 25/10. Lisboa: Junho de 2010.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. ; Flores, I.; Paulo, P. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Poeta António Aleixo*. Relatório ICIST, EP 27/10. Lisboa: Junho de 2010.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. ; Flores, I.; Paulo, P. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da*

BIBLIOGRAFIA

Escola Secundária João de Deus. Relatório ICIST, EP 29/10. Lisboa: Junho de 2010.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Rainha D. Amélia*. Relatório ICIST, EP 36/07. Lisboa: Setembro de 2007.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Josefa de Óbidos*. Relatório ICIST, EP 37/07. Lisboa: Setembro de 2007.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Eça de Queirós*. Relatório ICIST, EP 45/07. Lisboa: Outubro de 2007.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Roriz, L.; Correia, J.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Pedro Nunes*. Relatório ICIST, EP 27/07. Lisboa: Julho de 2007.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Roriz, L.; Correia, J.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária Gil Vicente*. Relatório ICIST, EP 32/07. Lisboa: Setembro de 2007.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Roriz, L.; Correia, J.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Básica Marquesa de Alorna*. Relatório ICIST, EP 34/07. Lisboa: Setembro de 2007.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Roriz, L.; Correia, J.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária D. Filipa de Lencastre*. Relatório ICIST, EP 35/07. Lisboa: Setembro de 2007.

Branco, F. A.; Brito, J. de; Ferreira, J.; Roriz, L.; Paulo, P.; Flores, I. - *Peritagem às Anomalias Construtivas da Escola Secundária D. João de Castro*. Relatório ICIST, EP 20/07. Lisboa: Junho de 2007.

Branco, F., Brito, J. de; Ferreira, J.; Correia, J. R.; Flores-Colen, I.; Paulo, P. V. - "Escolas industriais em Portugal: Caracterização construtiva e principais anomalias estruturais e de desempenho em serviço". *Encontro Nacional de Conservação e Reabilitação de Estruturas REABILITAR 2010*. Lisboa, 2010.

Branco, F.; Brito, J. de; Ferreira, J. G.; Correia, J. R.; Paulo, P. V.; Flores-Colen, I. - "Construções escolares em Portugal: Tipologias construtivas e principais anomalias estruturais e de desempenho em serviço". *PATORREB 2009: 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios*. Porto, 2009: pp. 917-922

Brito, J. de; Branco, F. - "Structural assessment of ancient bullfighting arenas." *Journal of Building Appraisal, Volume 5, number 1, Palgrave Macmillan Ltd, UK, Summer of 2009*: pp. 7-28.

Calejo, R. - *Manutenção de Edifícios: Análise e Exploração de um Banco de Dados sobre um Parque Habitacional*. Dissertação para obtenção do grau de mestre. Porto: FEUP, 1989.

Chamosa, J.V; Ortiz, J.R. - "Patología de la construcción en España: aproximación estadística". *Informes de la Construcción*, 36 nº1. Madrid, 1984.

Chew, M. Y. L. - "Defect analysis in wet areas of buildings". *Construction and Building Materials*, Volume 19, Issue 3, 2005: pp. 165-173.

CIB - W086 - *Building Pathology. A State-of-the-art Report*. Rotterdam: International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), 1993.

Cóias, V. - *Inspecções e ensaios na reabilitação de edifícios*. 2ª Edição. Lisboa: IST PRESS, 2009.

Collège François Mauriac, Paris - <http://www.clg-mauriac-louvres.ac-versailles.fr>, acedido em Maio de 2012.

Decreto - Lei n.º 41/2007 de 21 de Fevereiro - Criação da empresa "Parque Escolar E.P.E."

Decreto n.º 16279, de 18 de Dezembro de 1928 - Criação da Junta Administrativa do Empréstimo do Ensino Secundário (JAEES), dependente do Ministério da Instrução Pública.

Decreto n.º 24337, de 10 de Agosto de 1933 - Criação da Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário (JCETS) em substituição da JAEES, dependente do Ministério das Obras Públicas e Comunicações.

Decreto n.º 28604, de 21 de Abril de 1938 - Plano de construções, ampliações e melhoramentos de edifícios liceais da JCETS - "Plano de 38".

Dicionário da língua portuguesa *online* - <http://www.priberam.pt>, acedido em Maio de 2012.

Flores-Colen, I.; Brito, J. de - "A systematic approach for maintenance budgeting of building façades based on predictive and preventive strategies." *Construction and Building Materials*, Volume 24, Issue 9, 2010: pp. 1718-1729.

Flores-Colen, I.; Brito, J. de; Freitas, V. P. de - "Stains in facades' rendering - Diagnosis and maintenance techniques' classification". *Construction and Building Materials*, Volume 22, Issue 3, 2008: pp. 211-221.

Freitas, V. P. de; Alves, S.; Sousa, M. - "Um contributo para a sistematização do conhecimento da patologia da construção em Portugal - www.patorreb.com." *2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção APFAC*. Lisboa, 2007.

Garcez, N.; Lopes, N.; Brito, J. de; Sá, G. - "Pathology, diagnosis and repair of pitched roofs with ceramic tiles: Statistical characterisation and lessons learned from inspections". *Construction and Building Materials*, Volume

BIBLIOGRAFIA

36, 2012: pp: 807-819.

Gaspar, P.; Brito, J. de - "Mapping defect sensitivity in external mortar renders." *Construction and Building Materials, Volume 19, Issue 8, 2005*: pp. 571-578.

Google maps - <http://maps.google.com>, acedido em Maio de 2012.

Grupo de estudos da patologia da construção FEUP - <http://www.patorreb.com>, acedido em Março de 2011.

Heitor, T. V. - "Modernizar as Escolas do Ensino Secundário". *Escolas Secundárias - Reabilitação*. Lisboa: Caleidoscópio, 2009.

Henriques, F. M. A. - "A noção de qualidade em edifícios". *Construção 2001: Congresso Nacional de Construção*. Lisboa: 2001: pp. 65-72.

JCETS-MOPC - "Programa geral para a elaboração dos projectos dos Liceus". *Relatório da Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário - 1943*. Lisboa: JCETS-MOPC, 1943.

Lanzinha, J. C.; Freitas, V. P.; Gomes, J. C. - "Metodologia de diagnóstico e intervenção na reabilitação de edifícios". *Construção 2001: Congresso Nacional de Construção*. Lisboa: 2001: pp. 753-760.

Leitão, D.; Almeida, M. - "Metodologia para a implementação de check-lists em intervenções de reabilitação". *Engenharia Civil - Universidade do Minho, n.º 21, 2004*: pp. 59-70.

Lycée et Collège Lakanal, Paris - <http://www.lyc-lakanal-sceaux.ac-versailles.fr>, acedido em Maio de 2012.

Marteinsson; Jónsson - "Overall survey of buildings - performance and maintenance". *8th International Conference on DBMC. Canada, Vancouver, 1999*: pp. 425-36.

Moniz, G. C. - "A construção do programa liceal: Arquitectura, política e ensino". *Arquitectura 21, volume 4*. Lisboa: 2009: pp. 28-35.

Moniz, G. C. - "O Liceu Moderno. Do Programa-tipo ao Liceu-máquina". In *Arquitectura Moderna Portuguesa 1920-1970* - Lisboa: IPPAR/Ministério da Cultura, 2004: pp. 67-81.

Moniz, G. C. - *Arquitectura e Instrução: o projecto moderno do liceu 1836-1936*. Coimbra: Editorial do Departamento de Arquitectura FCTUC, 2007.

Neto, N.; Brito, J. de - "Validation of an inspection and diagnosis system for anomalies in natural stone cladding (NSC)". *Construction and Building Materials, Volume 30, 2012*: pp. 224-236.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

Nóvoa, A.; Barroso, J.; Ramos do Ó, J. - "O todo poderoso império do meio". *Liceus de Portugal: história, arquivo, memórias*. Porto: Edições ASA, 2003: pp. 17-74.

Nóvoa, A.; Santa-Clara, A.T. (coordenação) - *Liceus de Portugal: história, arquivo, memórias*. Porto: Edições ASA, 2003.

Parque Escolar EPE - <http://www.parque-escolar.pt>, acedido em Maio de 2012.

Parque Escolar EPE (ed.) - *Liceus, Escolas Técnicas e Secundárias*. Lisboa: Parque Escolar / Argumentum, 2010.

Pedro, J. B.; Vilhena, A.; Paiva, J. V. - "Método de avaliação do estado de conservação de imóveis. Desenvolvimento e aplicação". *Engenharia Civil - Universidade do Minho, n.º 35*, 2009: pp. 57-74.

Pereira, A.; Palha, F.; Brito, J. de; Silvestre, J. D. - "Inspection and diagnosis system for gypsum plasters in partition walls and ceilings". *Construction and Building Materials, Volume 25, Issue 4, 2011*: pp. 2146-2156.

Programa Prof2000 Portugal - <http://www.prof2000.pt>, acedido em Junho de 2012.

Raposo, S.; Fonseca, M.; Brito, J. de - "Survey of the state of degradation of the school buildings of the Lisbon region". *11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components*. Istanbul, Turkey, 2008.

Rodrigues, M. F. S. - *Estado de Conservação de Edifícios de Habitação a Custos Controlados. Índice de Avaliação e Metodologia para a sua Obtenção*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008.

Rodrigues, M. F. S.; Teixeira, J. M. C.; Cardoso, J. C. P. - "Building envelope anomalies: A visual survey methodology". *Construction and Building Materials, Volume 25, Issue 5, 2011*: pp. 2741-2750.

Santos, J. R. (Ed.) - "Liceu de Sá da Bandeira em Santarém". *A arquitectura portuguesa e cerâmica e edificação (reunidas)*, 3ª série, nº 116, 1944: pp. 10-14.

Silva, A. V. da - "Planta n.º 10". In *Plantas Topográficas da Lisboa*. Lisboa: CML, 1950.

Silvestre, J. D.; Brito, J. de - "Ceramic tiling inspection system". *Construction and Building Materials, Volume 23, Issue 2, Issue 2, 2009*: pp. 653-668.

UNESCO / Commission des Constructions Scolaires - *L'école et ses problèmes*. Lausanne: Union Internationale des Architectes, 1955.

BIBLIOGRAFIA

Vaz, D. R. C. O. - *Avaliação de desempenho de edifícios complexos: o edifício escolar dos anos 40 e 50 do século XX em Portugal*. Dissertação de Mestrado em Construção. Lisboa: UTL/IST, 2008.

Walter, A.; Brito, J. de; Lopes, J. G. - "Current flat roof bituminous membranes waterproofing systems - inspection, diagnosis and pathology classification". *Construction and Building Materials, Volume 19, Issue 3, 2005*: pp.233-242.

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

ANEXOS

ANEXO A - LISTA DE MATERIAIS CONSTITUINTES

Estrutura	Elementos verticais	Paredes resistentes de alvenaria ordinária de pedra ou mista com tijolo (CC 01.01.a)
		Paredes resistentes de alvenaria de tijolo maciço ou perfurado (CC 01.01.b)
		Pilares em betão armado (CC 01.01.c)
		Pilares em betão armado com cofragem perdida em tubos de fibrocimento pintados (CC 01.01.d)
		Pilares pré-fabricados em betão armado (CC 01.01.e)
	Elementos horizontais	Lajes aligeiradas em betão (CC 01.02.a)
		Lajes maciças em betão armado (CC 01.02.b)
		Lajes em betão (não se sabe se maciças ou aligeiradas) (CC 01.02.c)
		Vigas em betão armado (CC 01.02.d)
		Vigas pré-fabricadas em betão armado (CC 01.02.e)
		Longarinas pré-fabricadas em betão armado (CC 01.02.f)
		Vergas em betão armado (CC 01.02.g)
		Perfis / vigas metálicos (CC 01.02.h)
		Pavimentos em madeira (CC 01.02.i)
	Escadas	Betão armado pré-fabricado (CC 01.03.a)
		Betão armado (CC 01.03.b)
		Pedra (CC 01.03.c)
		Madeira (CC 01.03.d)
		Metálicas (CC 01.03.e)
Fundações	Embasamento em alvenaria de pedra (CC 01.04.a)	
	Directas (sapatas independentes ou ligadas por lintéis de fundação) (CC 01.04.b)	
	Embasamento em betão armado (CC 01.04.c)	
Paredes divisórias	Suporte	Alvenaria simples de tijolo furado (CC 02.01.a)
		Alvenaria de tijolo maciço (CC 02.01.b)
		Blocos de betão celular autoclavado (Ytong) (CC 02.01.c)
		Divisórias leves em alumínio (CC 02.01.d)
		Divisórias leves metálicas e em vidro, contraplacado ou painéis plásticos (CC 02.01.e)
		Divisórias leves em estrutura de alumínio ou aço galvanizado e contraplacado ou gesso cartonado (CC 02.01.f)
		Divisórias leves em derivados de madeira (CC 02.01.g)
	Revestimentos	Reboco pintado (CC 02.02.a)

ANEXOS

Anexo A - Lista de materiais constituintes

		Estuque pintado (CC 02.02.b)
		Pintura (CC 02.02.c)
		Karapas (CC 02.02.d)
		Marmorite (CC 02.02.e)
		Pedra (CC 02.02.f)
		Mosaicos hidráulicos (CC 02.02.g)
		Azulejos cerâmicos (CC 02.02.h)
		Pastilha cerâmica (CC 02.02.i)
		Corticite (CC 02.02.j)
		Tábuas de contraplacado (CC 02.02.k)
Paredes de fachada	Suporte	Alvenaria ordinária de pedra ou mista com tijolo (CC 03.01.a)
		Alvenaria dupla de tijolo furado (CC 03.01.b)
		Grelhas pré-fabricadas decorativas em betão (CC 03.01.c)
		Betão armado (CC 03.01.d)
		Alvenaria de tijolo maciço com face à vista (CC 03.01.e)
		Blocos de betão (CC 03.01.f)
	Revestimentos	Reboco pintado (CC 03.02.a)
		Pintura (CC 03.02.b)
		Marmorite (CC 03.02.c)
		Pedra (CC 03.02.d)
		Chapa zincada (CC 03.02.e)
		Ladrilhos cerâmicos (CC 03.02.f)
		Azulejos cerâmicos (CC 03.02.g)
		Tijoleira / ladrilhos de barro vermelho (CC 03.02.h)
Mosaicos hidráulicos (CC 03.02.i)		
Sem acabamento (CC 03.02.j)		
Pavimentos	Revestimentos	Mosaicos cerâmicos (CC 04.01.a)
		Mosaicos hidráulicos (CC 04.01.b)
		Tijoleira / ladrilhos de barro vermelho (CC 04.01.c)
		Pedra (CC 04.01.d)
		Calçada portuguesa (CC 04.01.e)
		Grés cerâmico (CC 04.01.f)
		Piso flutuante (CC 04.01.g)
		Tacos de madeira (CC 04.01.h)

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

		Parquet-mosaico (CC 04.01.i)
		Soalho de madeira (CC 04.01.j)
		Soalho de madeira com revestimento sintético (CC 04.01.k)
		Sintético (CC 04.01.l)
		Vinílico (CC 04.01.m)
		Linóleo (CC 04.01.n)
		Corticite (CC 04.01.o)
		Betonilha (CC 04.01.p)
		Marmorite (CC 04.01.q)
		Ladrilhos cerâmicos pitonados (CC 04.01.r)
Cobertura	Tipologia	Inclinada (CC 05.01.a)
		Shed (CC 05.01.b)
		Plana (CC 05.01.c)
	Estrutura	Pilares e vigas ou vigotas prefabricadas de betão armado (CC 05.02.a)
		Asnas pré-fabricadas em betão armado (CC 05.02.b)
		Vigas em betão armado (CC 05.02.c)
		Vigotas prefabricadas em betão armado (CC 05.02.d)
		Muretes de alvenaria (CC 05.02.e)
		Lajes em betão (não se sabe se maciças ou aligeiradas) (CC 05.02.f)
		Laje aligeirada em betão (CC 05.02.g)
		Laje de esteira (CC 05.02.h)
		Laje maciça em betão armado (CC 05.02.i)
		Lajetas pré-fabricadas em betão armado (CC 05.02.j)
		Metálica (CC 05.02.k)
		Perfis / vigas metálicos (CC 05.02.l)
		Asnas metálicas (CC 05.02.m)
		Asnas (CC 05.02.n)
		Madeira (CC 05.02.o)
	Asnas em madeira (possível reforço com ligadores metálicos) (CC 05.02.p)	
	Madres, varas e ripas de madeira (CC 05.02.q)	
Revestimentos	Telha cerâmica (CC 05.03.a)	
	Telha de vidro (CC 05.03.b)	
	Chapa metálica (CC 05.03.c)	
	Painel tipo sanduíche (CC 05.03.d)	

ANEXOS

Anexo A - Lista de materiais constituintes

		Chapa ondulada de fibrocimento (CC 05.03.e)
		Canaletes de fibrocimento fixados com grampos metálicos (CC 05.03.f)
		Forro em madeira pelo interior (CC 05.03.g)
		Tela (CC 05.03.h)
		Tela de betume asfáltico auto-protegida (CC 05.03.i)
		Tela de betume asfáltico modificado auto-protegida (CC 05.03.j)
		Tela de betume asfáltico protegida com alumínio gofrado (CC 05.03.k)
		Tela de betume asfáltico (CC 05.03.l)
		Tela betuminosa (CC 05.03.m)
		Asfalto betuminoso (CC 05.03.n)
		Gravilha (sobre emulsão betuminosa) (CC 05.03.o)
		Emulsão betuminosa (CC 05.03.p)
		Chapa ondulada em policarbonato simples ou alveolar (CC 05.03.q)
		Chapa lisa em policarbonato simples ou alveolar (CC 05.03.r)
		Chapa ondulada em poliéster reforçado com fibras de vidro (CC 05.03.s)
		Vidro ou outros elementos translúcidos (CC 05.03.t)
		Mosaico hidráulico ou cerâmico (CC 05.03.u)
		Lajetas pré-fabricadas em betão com apoios pontuais ou lineares (CC 05.03.v)
		Brita (sobre manta geotêxtil e placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido) (CC 05.03.x)
		Godó (CC 05.03.y)
		Impermeabilização
	Tela de betume asfáltico auto-protegida (CC 05.04.b)	
	Tela de betume asfáltico (CC 05.04.c)	
	Tela betuminosa (CC 05.04.d)	
	Tela de betume asfáltico protegida com alumínio gofrado (CC 05.04.e)	
	Emulsão betuminosa (CC 05.04.f)	
	Drenagem	Queda directa pelos bordos da cobertura (CC 05.05.a)
		Caleiras longitudinais, transversais e/ou periféricas (CC 05.05.b)
		Tubos de queda interiores (CC 05.05.c)
		Tubos de queda exteriores (CC 05.05.d)
		Tubo de queda único (CC 05.05.e)
		Tubos-ladrão / gárgulas (CC 05.05.f)
	Vãos	Caixilhos
Alumínio (anodizado à cor natural ou lacado) (CC 06.01.a)		

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

		Aço (CC 06.01.b)
		Ferro forjado (CC 06.01.c)
		Metálicos (CC 06.01.d)
		Metálicos e em madeira (CC 06.01.e)
		Betão armado (CC 06.01.f)
	Vidros	Simples (CC 06.02.a)
		Duplos (CC 06.02.b)
		Aramados (CC 06.02.c)
		Martelados (CC 06.02.d)
		Blocos de vidro (CC 06.02.e)
	Protecção	Gradeamento metálico ou rede metálica (CC 06.03.a)
		Grelhas de betão pré-fabricadas (CC 06.03.b)
		Estores de lâminas interiores (CC 06.03.c)
		Estores plásticos de rolo exteriores (CC 06.03.d)
	Guarnição	Peitoris e/ou outros elementos prefabricados em betão (CC 06.04.a)
		Peitoris e/ou outros elementos em pedra ou cantaria (CC 06.04.b)
Outros	Tectos	Reboco pintado (CC 07.01.a)
		Estuque pintado (CC 07.01.b)
		Fasquiado estucado (CC 07.01.c)
		Tecto falso (CC 07.01.d)
		Tecto falso com ou sem estrutura em alumínio e em gesso cartonado pintado ou gesso com fibras (CC 07.01.e)
		Tecto falso com ou sem estrutura e em cartão prensado (CC 07.01.f)
		Tecto falso em chapa metálica (CC 07.01.g)
		Tecto falso em madeira (CC 07.01.h)
		Tecto falso em grade de madeira (CC 07.01.i)
		Tecto falso com estrutura em madeira a suportar placas de corticite (CC 07.01.j)
		Tecto falso em placas de esferovite (CC 07.01.k)
		Placas de aglomerado de cortiça (CC 07.01.l)
		Placas de aglomerado de cortiça pintadas (CC 07.01.m)
		Placas de aglomerado de partículas de madeira (CC 07.01.n)
		Betão pintado (CC 07.01.o)
	Betão à vista (CC 07.01.p)	
	Rodapés	Madeira (CC 07.02.a)
		Mosaico hidráulico (CC 07.02.b)

ANEXOS

Anexo A - Lista de materiais constituintes

	Mosaico cerâmico (CC 07.02.c)
	Tijoleira / ladrilhos de barro vermelho (CC 07.02.d)
	Pedra (CC 07.02.e)
	Corticite (CC 07.02.f)
	Roda-cadeiras em madeira (CC 07.02.g)
Guardas	Corrimãos / guardas metálicos e em madeira (CC 07.03.a)
	Corrimãos / guardas metálicos (CC 07.03.b)
	Corrimãos / guardas em madeira (CC 07.03.c)
	Guarda-corpos em alvenaria rebocada e pintada capeada a pedra (CC 07.03.d)
	Guarda-corpos em alvenaria revestida a marmorite capeada a pedra (CC 07.03.e)
Beirados	Pré-fabricados em betão armado (CC 07.04.a)
	Betão armado (CC 07.04.b)
Platibandas	Betão pintado (CC 07.05.a)
	Betão rebocado pintado (CC 07.05.b)
	Capeamento em tela asfáltica auto-protegida (CC 07.05.c)
	Capeamento em tela asfáltica protegida com alumínio gofrado (CC 07.05.d)
	Capeamento metálico (CC 07.05.e)
	Capeamento em pedra (CC 07.05.f)
	Betão sem acabamento (CC 07.05.g)
	Madeira (CC 07.05.h)
Palas	Betão armado, assentes sobre cachorros, ambos sem acabamento (CC 07.06.a)
	Betão armado, assentes sobre cachorros, ambos pintados (CC 07.06.b)
Juntas de dilatação	Com juntas de dilatação (CC 07.07.a)
	Sem juntas de dilatação (CC 07.07.b)

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

ANEXO B - LISTA DE ELEMENTOS FONTE DE MANUTENÇÃO (EFM)

01 Pavimentos e drenagens exteriores		
01.01	Lajetas de betão pré-fabricado em pavimentos	0,3
01.02	Pavimentos em betume asfáltico	0,3
01.03	Caleiras superficiais e drenagem	0,3
01.04	Muretes dos caminhos	0,3
01.05	Escadas exteriores	1
01.06	Calçada em vidraço	0,3
01.07	Grelhas metálicas de pavimento	0,3
01.08	Vala de drenagem periférica	0,3
01.09.00	Outros elementos	
01.09.01	Tijoleira / ladrilhos cerâmicos de barro vermelho	0,3
01.09.02	Tubagens enterradas	0,3
01.09.03	Caixas de visita	0,3
01.09.04	Pavimentos em pedra natural	0,3
02 Elementos construtivos exteriores		
02.01	Muros e muretes de betão armado	1
02.02	Muros e muretes de alvenaria de tijolo furado	0,7
02.03	Bancadas do campo de jogos	0,3
02.04	Placas de fibrocimento em coberturas exteriores	0,7
02.05	Vedações metálicas	0,3
02.06	Fixações metálicas	0,7
02.07	Mobiliário exterior	-
02.08	Lajetas	0,3
02.09	Equipamento desportivo	-
02.10	Guardas metálicas exteriores	0,3
02.11	Gradeamentos metálicos	0,3
02.12	Arranjos exteriores	-
02.13.00	Outros elementos	-
02.13.01	Painéis metálicos em coberturas exteriores	0,7
02.13.02	Elementos decorativos	0,3
03 Elementos em betão		
03.01	Platibandas de betão	0,7
03.02	Pilares de betão	1
03.03.00	Vigas de betão não especificadas	1
03.03.01	Vigas de betão da cobertura	1

ANEXOS

Anexo B - Lista de Elementos Fonte de Manutenção (EFM)

03.03.02	Vigas de betão entre pisos	1
03.03.03	Vigas de betão de pérgula	1
03.04.00	Lajes de betão não especificada	1
03.04.01	Laje de cobertura	1
03.04.02	Laje de esteira	1
03.04.03	Laje entre pisos	1
03.04.04	Laje de piso térreo	1
03.04.05	Laje de alpendre exterior	1
03.05	Embasamento em betão	1
03.06	Peitoris e soleiras de betão	0,3
03.07	Ombreiras e vergas em betão	0,7
03.08	Bancadas de trabalho pré-fabricadas	0,3
03.09	Bancadas do gimno-desportivo	0,7
03.10	Caixilharias de betão	0,3
03.11	Beirados de betão	0,3
03.12	Escadas exteriores em betão	1
03.13.00	Outros elementos	
03.13.01	Grelhas pré-fabricadas	0,7
03.13.02	Palas exteriores	1
03.13.03	Varandas	1
03.13.04	Cachorros	1
03.13.05	Lâminas verticais	0,7
03.13.06	Escadas interiores em betão	1
04	Estruturas metálicas	
04.01	Estrutura em aço para suporte de coberturas de grande vão	1
04.02	Estrutura em aço para suporte das clarabóias	1
04.03	Pórticos metálicos	1
04.04.00	Outras estruturas metálicas	1
04.04.01	Vigas	1
04.04.02	Escadas	1
05	Estruturas de madeira	
05.01	Suporte de coberturas inclinadas	1
05.02.00	Outras estruturas de madeira	
05.02.01	Suporte de tectos falsos	1
05.02.02	Escadas	1
05.02.03	Platibandas	0,7
06	Alvenarias	

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

06.01	Paredes exteriores duplas de tijolo furado	0,7
06.02	Paredes simples de tijolo furado	0,3
06.03	Paredes simples de tijolo face-à-vista	0,3
06.04	Paredes simples de alvenaria ordinária de pedra	1
06.05	Paredes simples em blocos de vidro	0,3
06.06.00	Outros elementos	
06.06.01	Muretes de cobertura	0,7
06.06.02	Paredes em alvenaria de pedra ou mista com tijolo	1
06.06.03	Paredes de blocos de betão celular autoclavado	0,3
07	Divisórias leves	
07.01	Paredes interiores de derivados de madeira	0,3
07.02	Paredes interiores plásticas	0,3
07.03	Paredes interiores de painéis em gesso cartonado com estrutura metálica	0,3
08	Cantarias	
08.01	Peitoris e soleiras	0,3
08.02	Ombreiras e vergas	0,7
08.03	Soco	0,3
08.04	Forras de elementos	0,3
08.05.00	Outros elementos	
08.05.01	Capeamentos	0,7
09	Juntas de dilatação	
09.01	Juntas de dilatação	1
09.02	Capeamentos em chapa de zinco	0,7
10	Revestimentos de paramentos	
10.01	Rebocos interiores	0,3
10.02	Rebocos exteriores	0,7
10.03	Azulejos cerâmicos	0,3
10.04	Painéis em gesso cartonado	0,3
10.05	Chapas onduladas de poliéster reforçado com fibra de vidro	0,3
10.06	Placas de pedra natural	0,7
10.07	Ladrilhos cerâmicos	0,3
10.08.00	Outros elementos	
10.08.01	Marmorite	0,3
10.08.02	Marmorite	0,3
11	Revestimentos de pisos	
11.01	Betonilhas afagadas e esquarteladas	0,3
11.02	Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho	0,3

ANEXOS

Anexo B - Lista de Elementos Fonte de Manutenção (EFM)

11.03	Mosaico hidráulico	0,3
11.04	Pedra natural	0,3
11.05	Tacos de madeira	0,3
11.06	Soalho de madeira	0,3
11.07	Mosaico de aglomerado de cortiça prensada	0,3
11.08	Lajetas de betão pré-fabricado em pavimentos	0,3
11.09	Revestimento sintético	0,3
11.10	Resina epóxida	0,3
11.11	Revestimento de PVC em gimno-desportivos	0,3
11.12	Material de preenchimento de juntas	0,3
12	Revestimentos de tectos	
12.01	Rebocos interiores	0,7
12.02	Aglomerado de cortiça	0,3
12.03.00	Outros elementos	
12.03.01	Elementos de madeira	0,7
12.03.02	Rebocos exteriores	0,7
12.03.03	Painéis em gesso cartonado	0,7
13	Revestimentos de escadas	
13.01	Betonilhas afagadas	0,3
13.02	Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho	0,3
13.03	Mosaico hidráulico	0,3
13.05	Soalho de madeira	0,3
13.06	Pedra natural	0,3
13.07	Outros elementos	
14	Revestimentos de coberturas inclinadas	
14.01	Policarbonato e vedantes	0,7
14.02	Poliéster reforçado com fibra de vidro	0,7
14.03	Placas de fibrocimento	0,7
14.04	Placas metálicas	0,7
14.05	Placas metálicas sandwich (espuma rígida de poliuretano)	0,7
14.06	Fixações metálicas	0,7
14.07	Telhas cerâmicas	0,7
14.08	Telhas de micro-betão	0,7
14.09	Forros em madeira	0,7
14.10.00	Outros elementos	
14.10.01	Tela / membrana de impermeabilização	0,7
14.10.02	Clarabóia	1

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia Liceu
Métodos analíticos de estudo de anomalias construtivas

14.10.03	Perfil metálico de remate	0,7
14.10.04	Chapas plásticas	0,7
15	Coberturas em terraço	
15.01	Sistema de cobertura em terraço não acessível	0,7
15.02	Sistema de cobertura em terraço acessível	0,7
15.03.00	Outros elementos	
15.03.01	Tela / membrana de impermeabilização	0,7
16	Tectos falsos	
16.01	Chapa de alumínio	0,7
16.02	Placas de estafe	0,7
16.03	Placas de aglomerado de partículas de madeira	0,7
17	Carpintarias	
17.01	Portas exteriores e bandeiras	0,3
17.02	Portas interiores e bandeiras	0,3
17.03	Janelas exteriores e bandeiras	0,3
17.04	Janelas interiores e bandeiras	0,3
17.05	Roda-cadeiras	0,3
17.06	Rodapés	0,3
17.07	Sancas	0,3
17.08	Ferragens e acessórios para carpintarias	0,3
18	Serralharias	
18.01	Guarda-corpos / corrimãos metálicos	0,7
18.02	Caixilharia de alumínio de vidro simples	0,7
18.03	Caixilharia de alumínio de vidro duplo	0,7
18.04	Caixilharia em perfis de aço	0,7
18.05	Rodapé metálico	0,3
18.06	Portas metálicas	0,3
18.07	Pavimento em chapa de metal distendido	0,3
18.08	Gradeamentos metálicos, em vãos exteriores	0,3
18.09	Ferragens e acessórios para serralharias	0,3
18.10	Vedantes entre a caixilharia e outros elementos	0,7
18.11.00	Outros elementos metálicos	
18.11.01	Ligadores metálicos em estruturas de madeira	0,7
18.11.02	Chapas para protecção de tubos de queda	0,3
19	Vidros e espelhos	
19.01	Vidro simples em janelas e portas	0,7
19.02	Vidro martelado simples em janelas e portas	0,7

ANEXOS

Anexo B - Lista de Elementos Fonte de Manutenção (EFM)

19.03	Vidro duplo em janelas e portas	0,7
19.04	Vidro aramado em janelas e portas	0,7
19.05	Portas de vidro temperado	0,7
19.06	Espelhos	0,3
20	Pinturas / marcações / acabamentos	
20.00	Pinturas	0,3
21	Equipamento fixo e móvel	
21.01	Estores exteriores	-
21.02	Estores interiores	-
21.03	Acessórios dos estores (manípulos,...)	-
21.04	Vedantes em móvel de cozinha (lava-loiças)	-
22	Instalações de canalização e equipamentos	
22.01	Aparelhos sanitários	0,7
22.02	Torneiras e acessórios	0,3
22.03	Tubos de queda	0,7
22.04	Caleiras	0,7
22.05	Algerozes	0,7
22.06	Ralos ou grelhas de drenagem	0,7
22.07	Fonte no espaço central	0,3
22.08	Tubagens	0,7
22.09	Vedantes em louças sanitárias	0,3
22.10	Contadores	0,3
22.11	Caldeiras	0,3

Caracterização de anomalias em edifícios escolares portugueses de tipologia *Liceu*
Métodos analíticos de estudo de patologia construtiva

ANEXO C - LISTA DE ANOMALIAS

Código	Anomalia	Ponderação
A1	Sujidade diferencial (A1)	0,3
A2	Sujidade uniforme (A2)	0,3
A3	Descoloração ou mancha (A3)	0,3
A4	Fissuração mapeada (A4)	0,3
A5	Fissuração orientada (A5)	0,7
A7	Fractura / elemento(s) partido(s) (A7)	1
A8	Descasque ou escamação (A8)	1
A9	Alveolização ou picadura (A9)	0,3
A10	Lacuna em profundidade (A10)	1
A12	Corrosão (A12)	1
A14	Elemento(s) solto(s) (A14)	0,7
A16	Elemento(s) em falta (A16)	0,7
A17	Desgaste localizado (A17)	0,3
A18	Desgaste uniforme (A18)	0,3
A19	Deficiente funcionamento (A19)	0,7
A20	Sem funcionamento (A20)	1
A21	Infiltrações (A21)	1
A22	Concreções (A22)	0,3
A23	Colonização / ataque biológico (A23)	0,3
A24	Vegetação parasitária (A24)	0,7
A25	Dejectos de aves (A25)	0,3
A28	Detritos (A28)	0,3
A29	Deformação excessiva / assentamentos (A29)	1
A30	<i>Graffiti</i> (A30)	0,3
A31	Empolamento (A31)	0,3