



**TÉCNICO LISBOA**

**Caracterização construtiva e do estado de degradação  
das escolas do ensino secundário**

Caso de estudo: Escolas Industriais e Comerciais

**Clara Isabel Fernandes Pereira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Construção e Reabilitação**

**Júri**

Presidente: Professor Doutor Pedro Manuel Gameiro Henriques

Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Calicho Lopes de Brito

Co-orientador: Professor Doutor João Pedro Ramôa Ribeiro Correia

Vogais: Professor Doutor João Paulo Janeiro Gomes Ferreira

Professor Doutor Pedro Miguel Dias Vaz Paulo

**Novembro de 2012**



## RESUMO

Em 2007, o Governo Português definiu um programa de modernização da rede pública de escolas secundárias, nalguns casos infraestruturas do século XIX. Neste contexto, o Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção inspecionou 56 escolas do ensino secundário, identificando anomalias construtivas a considerar nos projetos de reabilitação. Da amostra, 15 escolas eram de tipologia industrial e comercial. A partir dos resultados destas peritagens, a presente dissertação caracteriza construtivamente e analisa o estado de degradação das escolas secundárias de tipologia industrial e comercial.

Nos estudos consultados, é reconhecida a utilidade das bases de dados de anomalias construtivas. Assim, foi registado, de forma sistemática, um conjunto de informações sobre cada escola industrial e comercial, conjugando a identificação da anomalia e do Elemento Fonte de Manutenção afetado com a sua localização relativa no edifício, idade, causas possíveis, recomendações de atuação, anomalias precedentes e subsequentes, quantificação, definição da gravidade e identificação da orientação solar ou do espaço funcional.

Fez-se, então, uma análise global ao estado de degradação destas escolas, baseada na comparação entre os níveis de degradação da envolvente construída e do interior do edifício, na compreensão de como são afetados os Elementos Fonte de Manutenção (com destaque para os mais lesados), na análise da influência que as anomalias principais têm sobre a construção e na comparação da degradação dos edifícios mais importantes (do tipo corpo principal, bloco oficial e ginásio).

Deste modo, retiraram-se lições sobre as boas práticas a seguir na construção, especificamente sobre a forma de evitar fissurações associadas a questões estruturais e ambientais e sobre a forma de salvaguardar os interiores de humidades e de minimizar os seus efeitos sobre o exterior. Finalmente, sugere-se que uma ferramenta informática avançada baseada no modelo de base de dados desenvolvido pode ser muito útil para a gestão e manutenção de edifícios.

**Palavras-chave:** degradação, anomalia, escola industrial, base de dados, causas, gravidade.



## ABSTRACT

In 2007, the Portuguese government created a modernization program for the public network of secondary schools, which, in some cases, had been built in the 19<sup>th</sup> century. In this context, the *Instituto de Estruturas, Território e Construção* surveyed 56 secondary schools, identifying the main building anomalies to be considered in the rehabilitation projects. Of the 56, fifteen were industrial secondary schools. Based on the surveys' results, this dissertation presents a constructive characterization of the schools and analyzes the degradation patterns of industrial secondary schools.

Various studies have recognized the usefulness of databases on the study of building anomalies. So, a set of information about each industrial school was systematically introduced into a database, combining the identification of the anomaly and the affected building element with its relative position within the building, age, probable causes, repair solutions, previous and future anomalies, quantification, severity level and solar orientation or functional space.

From the resulting database, a global analysis of the degradation of these schools was then made, based on the comparison between degradation levels from the building envelope and from its interior, on understanding how the building elements are affected (mainly the most damaged), on the analysis of the major anomalies' influence on the building and on the comparison between the main building types (such as main building, workshop and gym).

Thus, some lessons were learned regarding good construction practices, namely on how to avoid structural and environmental related cracking and on how to preserve the building interior from humidity and minimizing its effects on external claddings. Finally, it is suggested that an advanced software solution based upon a similar database could be a very useful tool for building management and maintenance.

**Keywords:** degradation, anomaly, industrial school, database, causes, severity.



## **AGRADECIMENTOS**

Após ver completa mais uma etapa da minha formação, que contou com alguns percalços, o primeiro agradecimento é dirigido à minha família e aos meus amigos mais próximos, por toda a força de vontade que me inculcaram e pelo apoio prático de que necessitei. Ao Ruben, à minha irmã, Ana Teresa, e aos meus pais, José Manuel e Maria Lucília.

Agradeço ao Professor Jorge de Brito e ao Professor João Ramôa Correia, pelo privilégio concedido em ser sua orientanda, por terem partilhado os seus conhecimentos e disponibilizado prontamente o seu tempo, sempre com uma palavra de apoio. Do mesmo modo, agradeço as críticas construtivas precisas que só beneficiaram esta dissertação e me ajudaram neste contínuo crescimento.

Agradeço à Joana Barreiras e à Beatriz Abreu Marques, sem as quais esta dissertação teria sido muito mais difícil. Com elas foram partilhados os momentos de maior preocupação, mas também os de maior entusiasmo pelo sucesso da evolução do trabalho. Nunca faltou o encorajamento mútuo, construindo-se a base de uma boa amizade.

Finalmente, agradeço a todos os professores e a todos os colegas com quem contactei ao longo deste mestrado e que, de alguma forma, contribuíram para a chegada a esta meta.





# ÍNDICE

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xxiii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xxv
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1. Considerações preliminares.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Organização do documento.....	4
<b>2. Estado da Arte.....</b>	<b>7</b>
2.1. Introdução.....	7
2.2. Estudos realizados até ao ano 2000.....	7
2.3. Estudos realizados a partir de 2001.....	13
<b>3. Enquadramento: escolas para o ensino técnico secundário.....</b>	<b>19</b>
3.1. Das primeiras experiências no ensino à <i>Parque Escolar, EPE</i> .....	19
3.2. As escolas industriais e comerciais.....	26
3.3. Referências e influências internacionais.....	33
3.4. Conclusões.....	44
<b>4. Base de dados.....</b>	<b>45</b>
4.1. Introdução.....	45
4.2. Relatórios de peritagens.....	45
4.3. Elaboração de uma base de dados de anomalias construtivas.....	51

4.3.1.	Introdução.....	51
4.3.2.	Definição do modelo de recolha de dados .....	52
4.3.3.	Parâmetros específicos de caracterização construtiva.....	53
4.3.4.	Parâmetros específicos de caracterização da localização .....	60
4.3.5.	Parâmetros específicos de caracterização das anomalias.....	62
4.3.5.1.	Introdução.....	62
4.3.5.2.	Identificação da anomalia.....	63
4.3.5.3.	Sequenciação – anomalias precedentes e consequentes.....	71
4.3.5.4.	Quantificação e gravidade.....	72
4.3.5.5.	Orientação solar e enquadramento espacial.....	81
4.3.5.6.	Causas possíveis.....	86
4.3.5.7.	Recomendações de atuação .....	88
4.4.	Limitações ao desenvolvimento do estudo.....	91
<b>5.</b>	<b>Análise e discussão de resultados.....</b>	<b>93</b>
5.1.	Introdução.....	93
5.2.	Caracterização construtiva e da localização das escolas.....	93
5.2.1.	Introdução.....	93
5.2.2.	Caracterização construtiva.....	93
5.2.3.	Localização das escolas .....	101
5.3.	Caracterização do estado de degradação das escolas.....	103
5.3.1.	Introdução.....	103
5.3.2.	Recomendações de atuação.....	104
5.3.3.	Localização relativa das anomalias no edifício .....	106
5.3.3.1.	Introdução .....	106
5.3.3.2.	Envolvente construída.....	106
5.3.3.3.	Interior do edifício .....	110
5.3.4.	Degradação dos principais Elementos Fonte de Manutenção .....	113
5.3.4.1.	Introdução.....	113
5.3.4.2.	Pinturas / marcações / acabamentos.....	115
5.3.4.3.	Revestimentos de paramentos.....	116

5.3.4.4.	Elementos em betão .....	119
5.3.4.5.	Revestimentos de tetos.....	121
5.3.4.6.	Alvenarias .....	122
5.3.5.	Principais anomalias .....	124
5.3.5.1.	Introdução .....	124
5.3.5.2.	Fissuração orientada.....	128
5.3.5.3.	Descoloração ou mancha.....	130
5.3.5.4.	Descasque ou escamação .....	133
5.3.5.5.	Infiltrações.....	136
5.3.5.6.	Colonização / ataque biológico .....	138
5.3.6.	Tipologias funcionais.....	141
<b>6.</b>	<b>Conclusões e desenvolvimentos futuros .....</b>	<b>145</b>
6.1.	Considerações finais .....	145
6.2.	Conclusões gerais .....	146
6.3.	Propostas de desenvolvimento futuro.....	151
	<b>Bibliografia.....</b>	<b>153</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>159</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
Figura 1.1: Mapa de Portugal continental com a identificação dos distritos com escolas inspeccionadas pelo ICIST a cinzento claro. Os pontos azuis correspondem às escolas industriais em estudo. ....	4
<b>2. Estado da Arte .....</b>	<b>7</b>
Figura 2.1: Gráfico de estudo da anomalia destacamento com a sua distribuição por elemento construtivo.....	10
Figura 2.1: Mapeamento da sensibilidade de fachadas rebocadas aos defeitos de fendilhação diferencial (à direita os níveis de degradação de 0 a 4), sobre representação esquemática de fachada. ....	16
<b>3. Enquadramento: escolas para o ensino técnico secundário .....</b>	<b>19</b>
Figura 3.1: Embasamento do Liceu Passos Manuel em Lisboa durante a sua construção.....	20
Figura 3.2: Fotografia aérea do cruzamento da Avenida de Roma com a Avenida do Brasil em Lisboa em 1953, em que se vê à esquerda os edifícios principal, do ginásio e das oficinas da escola mais conhecida por Escola Eugénio dos Santos. ....	21
Figura 3.3: Mapa esquemático de Portugal em que se faz o balanço do trabalho da JCETS em termos de liceus e escolas técnicas concluídos, em construção e em estudo. ....	22
Figura 3.4: Escola Secundária Mouzinho da Silveira, em Portalegre, construída em 1976. ....	25
Figura 3.5: Gravura que assinala a inauguração da Escola de Desenho Industrial Marquês de Pombal em 1888, composta ainda por apenas um edifício. ....	26
Figura 3.6: Planta do piso 0 da Escola Machado de Castro; o edifício visível do lado direito foi projetado em 1915 por Vítor Bastos Júnior.....	27
Figura 3.7: Perspetiva do projeto da Escola Industrial e Comercial de Setúbal, programada por Decreto de 1948 e concluída em 1956; o terreno escolhido tinha características lodosas em profundidade, pelo que foram utilizadas fundações especiais.....	28
Figura 3.8: Planta do piso 1 da Escola Industrial e Comercial do Montijo (atual Escola Secundária Jorge Peixinho), com aplicação do 1.º Projecto Normalizado. ....	31
Figura 3.9: Interior da oficina de serralharia das novas instalações da Escola Industrial Marquês de Pombal, em Lisboa na Rua Alexandre Sá Pinto. ....	33
Figura 3.10: Planta da Escola Técnica e Secundária proposta para Chippenham, Inglaterra, no final do século XIX.....	35

Figura 3.11: Planta do primeiro, segundo e terceiro pisos, da esquerda para a direita, da St. Louis Manual Training School. ....	36
Figura 3.12: Planta do piso térreo da Escola de Artes de Glasgow desenhada por Mackintosh no final do século XIX e concluída no início do século XX. Identificação dos espaços principais: 1. Estúdios; 2. Sala da Direção; 3. Loja; 4. Escritório, 5. Hall de Entrada; 6. Sala dos Professores.....	37
Figura 3.13: Desenho de 1925 para o edifício Arcos (nunca construído) projetado pelo russos irmãos Vesnin.....	39
Figura 3.14: Planta do piso térreo da Bauhaus em Dessau (1925-26). Identificação dos espaços principais por bloco: Escola Técnica – 1. Laboratório; 2. Sala de Aula; 3. Sala de Física; 4. Hall; 5. Entrada; 6. Guarda volumes; 7. WC; 8. Câmara Escura; Bloco das Oficinas – 9. Sala de Exposição; 10. Materiais; 11. Mestre; 12. Sala do Supervisor; 13. Oficina de Marcenaria; 14. Oficina de Máquinas; 15. Sala para Laminação; 16. WC; Bloco Térreo e Ala dos Estúdios – 17. Cozinha; 18. Despensa; 19. Vestíbulo; 20. Balcão; 21. Sala de Alunos; 22. Cantina; 23. Terraço; 24. Palco; 25. Auditório.....	40
Figura 3.15: Fotografia do edifício da Escola ao Ar Livre em 2011, após o seu último restauro. ....	41
Figura 3.16: Planta do primeiro piso da Escola ao Ar Livre (1927-28), de Jan Duiker em Amsterdão. Identificação dos espaços principais: 1. Sala de aula; 2. Sala de aula ao ar livre.....	41
Figura 3.17: Planta genérica de uma sala de aula de escola primária de aldeia inglesa em 1889.....	43
Figura 3.18: Planta de uma sala de aula de uma escola primária construída em 2011 nos arredores de Melbourne, Austrália.....	43
<b>4. Base de dados .....</b>	<b>45</b>
Figura 4.1: Zonamento climático resultante da combinação vento-precipitação adaptado à divisão administrativa; a branco zona I, a cinzento claro zona II, a cinzento escuro zona III. ....	62
Figura 4.2: Sujidade diferencial (A1) em reboco exterior por ação de salpicos de água, devido à inexistência de tubo de queda ligado à gárgula (Escola Secundária Henriques Nogueira).....	68
Figura 4.3: Sujidade uniforme (A2) em reboco exterior (Escola Secundária Sebastião da Gama).....	68
Figura 4.4: Mancha (A3) em lambril em marmorite devido a infiltrações pelo tardo de parede enterrada (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu). ....	68
Figura 4.5: Fissuração mapeada (A4) em reboco exterior (Escola Secundária de S. Lourenço). ....	68
Figura 4.6: Fissuração orientada (A5) em parede exterior dupla de alvenaria de tijolo furado (Escola Secundária D. Sancho II). ....	69
Figura 4.7: Elemento partido (A7) em revestimento de cobertura em placas de fibrocimento (Escola Secundária Jácome Ratton). ....	69
Figura 4.8: Descasque (A8) de recobrimento de laje em betão armado (Escola Secundária Francisco de Arruda). ....	69

Figura 4.9: Lacuna (A10) em murete de cobertura em alvenaria (Escola Secundária D. Manuel I). .....	69
Figura 4.10: Corrosão (A12) de guarda-corpos / corrimão metálico junto ao apoio sobre murete (Escola Secundária Ferreira Dias). .....	69
Figura 4.11: Elementos soltos (A14) em revestimento de cobertura em telhas cerâmicas (Escola Secundária Emídio Navarro). .....	69
Figura 4.12: Ralo de pinha em falta (A16) na embocadura de tubo de queda do sistema de drenagem de águas pluviais (Escola Secundária Tomás Cabreira). .....	69
Figura 4.13: Desgaste localizado (A17) em revestimento de cobertura em placas de fibrocimento por ação da água (Escola Secundária Ferreira Dias). .....	69
Figura 4.14: Desgaste generalizado (A18) de pavimento em tacos de madeira (Escola Secundária Jorge Peixinho). .....	70
Figura 4.15: Deficiente funcionamento (A19) de junta de dilatação, uma vez que não continua no revestimento de pavimento (Escola Secundária Pedro de Santarém). .....	70
Figura 4.16: Cobertura sem funcionamento (A20) (Escola Secundária Ferreira Dias). .....	70
Figura 4.17: Infiltrações (A21) em laje de cobertura tipo shed (Escola Secundária Jácome Ratton). .....	70
Figura 4.18: Colonização biológica (A23) em revestimento de teto e parede (Escola Secundária Rainha Santa Isabel). .....	70
Figura 4.19: Vegetação parasitária (A24) sobre revestimento de cobertura de passadiço exterior (Escola Secundária de Moura). .....	70
Figura 4.20: Detritos (A28) em caleira de drenagem de águas pluviais (Escola Secundária Tomás Cabreira). .....	70
Figura 4.21: Assentamento (A29) de laje de alpendre exterior (Escola Secundária de S. Lourenço). .....	70
Figura 4.22: Graffiti (A30) sobre revestimento de parede em pedra (Escola Secundária D. Sancho II). .....	71
Figura 4.23: Empolamento (A31) de pintura de teto (Escola Secundária Tomás Cabreira). .....	71
Figura 4.24: Nível 1 de sujidade diferencial (A1) em revestimento de viga das oficinas (Escola Secundária Henriques Nogueira). .....	73
Figura 4.25: Nível 2 de sujidade diferencial (A1) em revestimento de viga saliente na fachada (Escola Secundária Ferreira Dias). .....	73
Figura 4.26: Nível 3 de sujidade diferencial (A1) em revestimento de paramento na fachada (Escola Secundária de Santo André). .....	73
Figura 4.27: Nível 1 de sujidade uniforme (A2) em revestimento de cobertura inclinada em telha cerâmica (Escola Secundária Rainha Santa Isabel). .....	74
Figura 4.28: Nível 2 de sujidade uniforme (A2) em revestimento de cobertura inclinada em telha cerâmica (Escola Secundária Tomás Cabreira). .....	74

Figura 4.29: Nível 3 de sujidade uniforme (A2) em estrutura em madeira de teto falso do ginásio (Escola Secundária de S. Lourenço).....	74
Figura 4.30: Nível 1 de descoloração ou mancha (A3) em revestimento de teto de shed (Escola Secundária Henriques Nogueira).....	74
Figura 4.31: Nível 2 de descoloração ou mancha (A3) em revestimento de teto (Escola Secundária Tomás Cabreira).....	74
Figura 4.32: Nível 3 de descoloração ou mancha (A3) em revestimento de parede (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).....	74
Figura 4.33: Nível 1 de fissuração mapeada (A4) em revestimento de teto (Escola Secundária Ferreira Dias).....	74
Figura 4.34: Nível 2 de fissuração mapeada (A4) em revestimento de teto de shed em oficina (Escola Secundária Henriques Nogueira).....	74
Figura 4.35: Nível 3 de fissuração mapeada (A4) em revestimento de soco em marmorite (Escola Secundária D. Manuel I).....	74
Figura 4.36: Nível 1 de fissuração orientada (A5) em parede interior de alvenaria (Escola Secundária Henriques Nogueira).....	75
Figura 4.37: Nível 2 de fissuração orientada (A5) em parede interior de alvenaria (Escola Secundária Emídio Navarro).....	75
Figura 4.38: Nível 3 de fissuração orientada (A5) em parede exterior de alvenaria (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).....	75
Figura 4.39: Nível 1 de fratura / elemento(s) partido(s) (A7) em peitoril em pedra (Escola Secundária Henriques Nogueira).....	75
Figura 4.40: Nível 2 de fratura / elemento(s) partido(s) (A7) em revestimento de cobertura em chapa de fibrocimento (Escola Secundária Emídio Navarro).....	75
Figura 4.41: Nível 3 de fratura / elemento(s) partido(s) (A7) em revestimento de cobertura em chapa de fibrocimento (Escola Secundária Sebastião da Gama).....	75
Figura 4.42: Nível 1 de descasque ou escamação (A8) em pintura de parede rebocada interior (Escola Secundária Jorge Peixinho).....	75
Figura 4.43: Nível 2 de descasque ou escamação (A8) de bordos de junta de dilatação (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).....	75
Figura 4.44: Nível 3 de descasque ou escamação (A8) de reboco de teto interior (Escola Secundária de S. Lourenço).....	75
Figura 4.45: Nível 1 de lacuna em profundidade (A10) manifestando-se em vários pequenos vazios em viga de betão de laje de esteira (Escola Secundária Pedro de Santarém).....	76



Figura 4.46: Nível 2 de lacuna em profundidade (A10) em tela de impermeabilização (Escola Secundária D. Sancho II).	76
Figura 4.47: Nível 3 de lacuna em profundidade (A10) em bordo de laje de cobertura (Escola Secundária Francisco de Arruda).	76
Figura 4.48: Nível 1 de corrosão (A12) pela fissura no sentido da armadura da viga de betão armado (Escola Secundária Ferreira Dias).	76
Figura 4.49: Nível 2 de corrosão (A12) em viga com armadura à vista (Escola Secundária Tomás Cabreira).	76
Figura 4.50: Nível 3 de corrosão (A12) em armadura de viga (Escola Secundária Sebastião da Gama).	76
Figura 4.51: Nível 1 de corrosão (A12) em revestimento em chapa metálica de cobertura inclinada (Escola Secundária Ferreira Dias).	76
Figura 4.52: Nível 2 de corrosão (A12) em estrutura metálica de suporte de cobertura (Escola Secundária Emídio Navarro).	76
Figura 4.53: Nível 3 de corrosão (A12) em fixações de revestimento de cobertura inclinada (Escola Secundária Tomás Cabreira).	76
Figura 4.54: Nível 1 de elemento(s) solto(s) (A14), no caso um perfil metálico de remate de revestimento de cobertura (Escola Secundária Ferreira Dias).	77
Figura 4.55: Nível 2 de elemento(s) solto(s) (A14) dado o desalinhamento das telhas cerâmicas de revestimento da cobertura inclinada (Escola Secundária Francisco de Arruda).	77
Figura 4.56: Nível 3 de elemento(s) solto(s) (A14) em revestimento de cobertura inclinada em telha cerâmica (Escola Secundária Ferreira Dias).	77
Figura 4.57: Nível 1 de elemento(s) em falta (A16), no caso um perfil metálico de remate de revestimento de cobertura (Escola Secundária Ferreira Dias).	77
Figura 4.58: Nível 2 de elemento(s) em falta (A16), designadamente ausência de um ralo de pinha na embocadura do tubo de queda (Escola Secundária de S. Lourenço).	77
Figura 4.59: Nível 3 de elemento(s) em falta (A16) no revestimento de pavimento em tacos de madeira (Escola Secundária Rainha Santa Isabel).	77
Figura 4.60: Nível 1 de desgaste localizado (A17) em revestimento em mosaico hidráulico (Escola Secundária Gil Vicente).	77
Figura 4.61: Nível 2 de desgaste localizado (A17) em tela de impermeabilização (Escola Secundária Ferreira Dias).	77
Figura 4.62: Nível 3 de desgaste localizado (A17) em revestimento de escadas em pedra natural (Escola Secundária Gil Vicente).	77
Figura 4.63: Nível 1 de desgaste uniforme (A18) em soco em pedra (Escola Secundária Sá da Bandeira).	78

Figura 4.64: Nível 2 de desgaste uniforme (A18) em pavimento em taco de madeira (Escola Secundária Jorge Peixinho). .....	78
Figura 4.65: Nível 3 de desgaste uniforme (A18) de telhas cerâmicas em cobertura inclinada (Escola Secundária João de Deus). .....	78
Figura 4.66: Nível 1 de deficiente funcionamento (A19), em que a junta de dilatação não tem continuidade no revestimento de pavimento (Escola Secundária Henriques Nogueira).....	78
Figura 4.67: Nível 2 de deficiente funcionamento (A19) de junta de dilatação pela deterioração do seu preenchimento e sinais iniciais de infiltração (Escola Secundária Rainha Santa Isabel). .....	78
Figura 4.68: Nível 3 de deficiente funcionamento (A19), em que a junta de dilatação não tem continuidade no revestimento de pavimento, fissurando (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu). ....	78
Figura 4.69: Nível 1 de deficiente funcionamento (A19), por deficiente reparação/execução de remate de cobertura com murete, que está a empolar (Escola Secundária Tomás Cabreira). .....	78
Figura 4.70: Nível 2 de deficiente funcionamento (A19) do sistema de drenagem por pendente insuficiente de cobertura, levando à acumulação de água (Escola Secundária Ferreira Dias). .....	78
Figura 4.71: Nível 3 de deficiente funcionamento (A19) do sistema de drenagem da cobertura plana acessível, provocando danos no revestimento de fachada (Escola Secundária de S. Lourenço). .....	78
Figura 4.72: Nível 1 de sem funcionamento (A20) do tubo de drenagem de caleira periférica (Escola Secundária Diogo de Gouveia).....	79
Figura 4.73: Nível 2 de sem funcionamento (A20) do tubo de drenagem de cobertura em terraço (Escola Secundária Eça de Queiroz).....	79
Figura 4.74: Nível 3 de sem funcionamento (A20), neste caso, a cobertura ruiu (Escola Secundária Ferreira Dias). .....	79
Figura 4.75: Nível 1 de infiltrações (A21) em laje de cobertura (Escola Secundária D. Manuel I).....	79
Figura 4.76: Nível 2 de infiltrações (A21) em laje de esteira (Escola Secundária Emídio Navarro).....	79
Figura 4.77: Nível 3 de infiltrações (A21) em laje de cobertura (Escola Secundária Francisco de Arruda). .....	79
Figura 4.78: Nível 1 de colonização / ataque biológico (A23) em revestimento de cobertura em telha cerâmica (Escola Secundária D. Sancho II). .....	79
Figura 4.79: Nível 2 de colonização / ataque biológico (A23) em revestimento de paramento interior (Escola Secundária Pedro de Santarém). .....	79
Figura 4.80: Nível 3 de colonização / ataque biológico (A23) em revestimento de pavimento em taco de madeira (Escola Secundária Rainha Santa Isabel).....	79
Figura 4.81: Nível 1 de vegetação parasitária (A24) sobre cobertura em terraço (Escola Secundária Ferreira Dias). .....	80

Figura 4.82: Nível 2 de vegetação parasitária (A24) em palas na fachada (Escola Secundária de S. Lourenço).....	80
Figura 4.83: Nível 3 de vegetação parasitária (A24) em caleira de drenagem no pavimento exterior (Escola Secundária de Moura).....	80
Figura 4.84: Nível 1 de detritos (A28) sobre cobertura em terraço (Escola Secundária Tomás Cabreira). ....	80
Figura 4.85: Nível 2 de detritos (A28) em caleira de cobertura em terraço (Escola Secundária Henriques Nogueira). ....	80
Figura 4.86: Nível 3 de detritos (A28) em cobertura em terraço (Escola Secundária de D. Sancho II). ....	80
Figura 4.87: Nível 1 de deformação excessiva / assentamentos (A29) em placas metálicas na cobertura exterior de ginásio (Escola Secundária Padre Alberto Neto). ....	80
Figura 4.88: Nível 2 de deformação excessiva / assentamentos (A29) em degrau de escadas exteriores (Escola Secundária de Moura).....	80
Figura 4.89: Nível 3 de deformação excessiva / assentamentos (A29) de teto falso, devido ao mau funcionamento da cobertura (Escola Secundária Ferreira Dias). ....	80
Figura 4.90: Nível 1 de graffiti (A30) em lambril de escadas interiores (Escola Secundária Ferreira Dias).....	81
Figura 4.91: Nível 2 de graffiti (A30) em revestimentos de paramentos exteriores (Escola Secundária D. Sancho II). ....	81
Figura 4.92: Nível 3 de graffiti (A30) sobre revestimento de paramento exterior (Escola Secundária de S. Lourenço). ....	81
Figura 4.93: Nível 1 de empolamento (A31) de pintura em teto interior (Escola Secundária Jorge Peixinho). ....	81
Figura 4.94: Nível 2 de empolamento (A31) de pintura em paramento interior (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu). ....	81
Figura 4.95: Nível 3 de empolamento (A31) de pintura em paramento interior (Escola Secundária de Sebastião da Gama). ....	81
<b>5. Análise e discussão de resultados.....</b>	<b>93</b>
Figura 5.1: Distribuição das tipologias funcionais pelas escolas. ....	95
Figura 5.2: Distribuição da totalidade dos edifícios inspecionados pelas tipologias funcionais. ....	95
Figura 5.4: Frequência absoluta dos materiais estruturais em elementos verticais dos edifícios e passadiços de acordo com a sua tipologia funcional. ....	96

Figura 5.3: Frequência dos diferentes materiais estruturais em elementos verticais. Para as escolas, considerou-se a indicação do material para pelo menos um dos edifícios. Para os edifícios, consideraram-se os vários materiais em elementos estruturais verticais. ....	96
Figura 5.5: Frequência dos diferentes tipos de cobertura. Para as escolas, considerou-se a indicação do tipo de cobertura para pelo menos um dos edifícios. Para os edifícios, consideraram-se todos os tipos de cobertura existentes em cada um.....	97
Figura 5.6: Frequência dos diferentes materiais de revestimento de cobertura. Para as escolas, considerou-se a indicação do material para pelo menos um dos edifícios. Para os edifícios, consideraram-se todos os materiais existentes nos revestimentos de cobertura.....	98
Figura 5.7: Frequência absoluta dos tipos de cobertura em edifícios e passadiços considerando a tipologia funcional.....	99
Figura 5.8: Frequência absoluta dos materiais de revestimentos de cobertura em edifícios e passadiços considerando a tipologia funcional.....	99
Figura 5.9: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária D. Manuel I, em Beja.....	100
Figura 5.10: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Emídio Navarro, em Almada.	100
Figura 5.11: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Francisco de Arruda, em Lisboa...	100
Figura 5.12: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Jácome Ratton, em Tomar. ...	100
Figura 5.13: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Sebastião da Gama, em Setúbal. ...	100
Figura 5.14: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Dr. Solano de Abreu, em Abrantes.....	100
Figura 5.15: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária de S. Lourenço, em Portalegre.....	100
Figura 5.16: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Rainha Santa Isabel, em Estremoz.....	100
Figura 5.17: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Pedro de Santarém, em Lisboa. ....	100
Figura 5.18: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária D. Sancho II, em Elvas.....	100
Figura 5.19: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Jorge Peixinho, no Montijo...	100
Figura 5.20: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Tomás Cabreira, em Faro.....	100
Figura 5.21: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária de Moura, em Moura.....	101
Figura 5.22: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Ferreira Dias, em Sintra. ....	101
Figura 5.23: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Henriques Nogueira, em Torres Vedras.....	101
Figura 5.24: Frequência relativa de escolas em cada tipo de meio envolvente.....	102
Figura 5.25: Frequência relativa de escolas sujeitas a cada tipo de condições de exposição ambiental.	102

Figura 5.26: Frequência absoluta e relativa de escolas considerando o meio envolvente e as condições de exposição ambiental.....	103
Figura 5.27: Distribuição das recomendações de atuação registadas por grupos de recomendações...	104
Figura 5.28: Frequência absoluta das recomendações de atuação registadas e da frequência relativa das mesmas em relação ao número total de anomalias registadas.....	105
Figura 5.29: Frequência relativa de anomalias registadas no interior e na envolvente dos edifícios.....	106
Figura 5.30: Frequência relativa de anomalias registadas em cada grupo de EFM na envolvente construída.....	107
Figura 5.31: Frequência relativa de anomalias registadas em cada EFM na envolvente construída. ....	107
Figura 5.32: Frequência relativa das diferentes anomalias registadas na envolvente construída. ....	108
Figura 5.33: Distribuição das causas das anomalias registadas na envolvente construída por grupos de causas.....	109
Figura 5.34: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas na envolvente construída e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias registadas na envolvente construída.....	109
Figura 5.35: Frequência relativa de anomalias registadas em cada grupo de EFM no interior do edifício. .	110
Figura 5.36: Frequência relativa de anomalias registadas em cada EFM no interior do edifício.....	111
Figura 5.37: Frequência relativa das diferentes anomalias registadas no interior do edifício.....	111
Figura 5.38: Distribuição das causas das anomalias no interior do edifício por grupos de causas.....	112
Figura 5.39: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas no interior do edifício e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias registadas no interior do edifício. ....	113
Figura 5.40: Frequência relativa de anomalias registadas em cada grupo de EFM.....	114
Figura 5.41: Frequência relativa de anomalias registadas em cada EFM.....	115
Figura 5.42: Frequência relativa de anomalias registadas em pinturas / marcações / acabamentos. ...	116
Figura 5.43: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em pinturas / marcações / acabamentos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM. .	116
Figura 5.44: Distribuição das causas em pinturas / marcações / acabamentos por grupos de causas. 116	
Figura 5.45: Frequência relativa de anomalias em revestimentos de paramentos.....	117
Figura 5.46: Distribuição das causas das anomalias registadas em revestimentos de paramentos por grupos de causas. ....	117
Figura 5.47: Frequência relativa de anomalias em rebocos interiores de paramentos.....	118
Figura 5.48: Frequência relativa de anomalias em rebocos exteriores de paramentos.....	118
Figura 5.49: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em rebocos interiores de paramentos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.....	118

Figura 5.50: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em rebocos exteriores de paramentos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.....	118
Figura 5.51: Distribuição das anomalias em elementos de betão. ....	120
Figura 5.52: Distribuição das anomalias em lajes de cobertura.....	120
Figura 5.53: Distribuição das causas em elementos em betão por grupos de causas.....	120
Figura 5.54: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em lajes de cobertura e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.....	120
Figura 5.55: Frequência relativa das anomalias registadas em revestimentos de tetos.....	121
Figura 5.56: Frequência relativa das anomalias registadas em rebocos interiores de tetos.....	121
Figura 5.57: Distribuição das causas em revestimentos de tetos por grupos de causas.....	122
Figura 5.58: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em rebocos interiores de tetos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.....	122
Figura 5.59: Frequência relativa de anomalias em alvenarias. ....	123
Figura 5.60: Distribuição das causas de anomalias em alvenarias por grupos de causas. ....	123
Figura 5.61: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em paredes simples de tijolo furado e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.....	123
Figura 5.62: Frequência relativa das anomalias registadas (não incluindo as anomalias de fissuração específicas de revestimentos e acabamentos).....	125
Figura 5.63: Frequência relativa por anomalia da idade do EFM afetado.....	125
Figura 5.64: Frequência absoluta da quantificação de cada anomalia. ....	126
Figura 5.65: Frequência absoluta da gravidade de cada anomalia.....	127
Figura 5.66: Frequência relativa dos grupos de EFM com a anomalia A5 Fissuração orientada.....	129
Figura 5.67: Frequência relativa dos grupos de causas da anomalia A5 Fissuração orientada.....	129
Figura 5.68: Frequência relativa de EFM com a anomalia A5 Fissuração orientada.....	129
Figura 5.69: Frequência absoluta de causas da anomalia A5 Fissuração orientada e da frequência relativa das mesmas em relação ao número destas anomalias.....	129
Figura 5.70: Distribuição da gravidade em A5 Fissuração orientada.....	130
Figura 5.71: Distribuição das anomalias A5 Fissuração orientada registadas no interior do edifício por espaço funcional. ....	130
Figura 5.72: Distribuição da quantificação em A5 Fissuração orientada.....	130
Figura 5.73: Frequência relativa dos grupos de EFM com a anomalia A3 Descoloração ou mancha. ....	131
Figura 5.74: Frequência relativa dos grupos de causas da anomalia A3 Descoloração ou mancha. ....	131
Figura 5.75: Frequência relativa de EFM com a anomalia A3 Descoloração ou mancha. ....	132

Figura 5.76: Frequência absoluta de causas da anomalia A3 Descoloração ou mancha e da frequência relativa das mesmas em relação ao número destas anomalias.....	132
Figura 5.77: Frequência absoluta e relativa de anomalias precedentes a A3 Descoloração ou mancha.....	132
Figura 5.78: Frequência absoluta e relativa de anomalias subsequentes a A3 Descoloração ou mancha....	132
Figura 5.79: Distribuição da gravidade registada em A3 Descoloração ou mancha.....	133
Figura 5.80: Distribuição da quantificação registada em A3 Descoloração ou mancha. ....	133
Figura 5.81: Distribuição das anomalias A3 Descoloração ou mancha registadas na envolvente construída por quadrante solar.....	133
Figura 5.82: Distribuição das anomalias A3 Descoloração ou mancha registadas no interior do edifício por espaço funcional.....	133
Figura 5.83: Frequência relativa dos grupos de EFM com a anomalia A8 Descasque ou escamação..	134
Figura 5.84: Frequência relativa dos grupos de causas da anomalia A8 Descasque ou escamação.....	134
Figura 5.85: Frequência relativa de EFM com a anomalia A8 Descasque ou escamação. ....	135
Figura 5.86: Frequência absoluta de causas de A8 Descasque ou escamação e da frequência relativa das mesmas em relação ao total de A8. ....	135
Figura 5.87: Distribuição da gravidade registada em A8 Descasque ou escamação. ....	135
Figura 5.88: Distribuição da quantificação registada em A8 Descasque ou escamação.....	135
Figura 5.89: Frequência absoluta e relativa de anomalias precedentes a A8 Descasque ou escamação. ....	136
Figura 5.90: Distribuição das anomalias A8 Descasque ou escamação registadas no interior do edifício por espaço funcional.....	136
Figura 5.91: Frequência relativa dos grupos de EFM com a anomalia A21 Infiltrações.....	137
Figura 5.92: Frequência relativa dos grupos de causas da anomalia A21 Infiltrações.....	137
Figura 5.93: Frequência relativa de EFM com a anomalia A21 Infiltrações.....	137
Figura 5.94: Frequência absoluta de causas de A21 Infiltrações e da frequência relativa das mesmas em relação ao total de A21. ....	137
Figura 5.95: Distribuição da gravidade em A21 Infiltrações. ....	138
Figura 5.96: Distribuição da quantificação em A21 Infiltrações.....	138
Figura 5.97: Frequência absoluta e relativa de anomalias subsequentes a A21 Infiltrações. ....	138
Figura 5.98: Distribuição das anomalias A21 Infiltrações registadas no interior do edifício por espaço funcional. ....	138
Figura 5.99: Frequência relativa dos grupos de EFM com a anomalia A23 Colonização / ataque biológico.....	139

Figura 5.100: Frequência relativa dos grupos de causas da anomalia A23 Colonização / ataque biológico.....	139
Figura 5.101: Frequência relativa de EFM com a anomalia A23 Colonização / ataque biológico.....	140
Figura 5.102: Frequência absoluta de causas de A23 Colonização / ataque biológico e da frequência relativa das mesmas em relação ao total de A23. ....	140
Figura 5.103: Distribuição da gravidade em A23 Colonização / ataque biológico.....	140
Figura 5.104: Distribuição da quantificação em A23 Colonização / ataque biológico.....	140
Figura 5.105: Frequência absoluta e relativa de anomalias precedentes a A23 Colonização / ataque biológico.....	141
Figura 5.106: Distribuição das anomalias A23 Colonização / ataque biológico registadas no interior do edifício por espaço funcional.....	141
Figura 5.107: Frequência relativa de anomalias por tipologia funcional.....	142
Figura 5.108: Frequência absoluta dos níveis de gravidade por tipologia funcional e frequência relativa de acordo com o número total de anomalias na tipologia funcional. ....	142
Figura 5.109: Frequência relativa das anomalias em cada tipologia funcional principal das escolas industriais.....	142
Figura 5.110: Frequência relativa das EFM mais afetados em cada tipologia funcional principal das escolas industriais. ....	143



## LISTA DE TABELAS

<b>2. Estado da Arte .....</b>	<b>7</b>
Tabela 2.1: Exemplos de matrizes de diagnóstico para lajes de betão.....	12
Tabela 2.2: Estratégias de projeto contra anomalias latentes, por elemento construtivo.....	15
<b>3. Enquadramento: escolas para o ensino técnico secundário .....</b>	<b>19</b>
Tabela 3.1: Características de uma sala de aula para ensino geral de acordo com a União Internacional dos Arquitectos comparadas com as características do protótipo português (1965). .....	23
<b>4. Base de dados .....</b>	<b>45</b>
Tabela 4.1: Identificação das 15 escolas industriais e comerciais em estudo.....	46
Tabela 4.2: Lista de Elementos Fonte de Manutenção fornecida nos relatórios de peritagem e adaptações efetuadas (fundo cinzento). .....	47
Tabela 4.3: Lista de anomalias fornecida nos relatórios de peritagem e com as anomalias alvo de adaptações a fundo cinzento.....	51
Tabela 4.4: Exemplo de preenchimento da folha Caracterização.....	55
Tabela 4.5: Tipologias funcionais dos edifícios constituintes das escolas industriais e comerciais.....	57
Tabela 4.6: Lista de materiais para a caracterização construtiva dos edifícios.....	57
Tabela 4.7: Exemplo de preenchimento da folha Localização.....	61
Tabela 4.8: Exemplo de preenchimento da folha Anomalias.....	65
Tabela 4.9: Demonstração do primeiro passo de cálculo: a partir dos fatores de ponderação das anomalias e dos EFM define-se a ponderação final.....	73
Tabela 4.10: Demonstração do segundo passo de cálculo: a partir do nível preliminar de gravidade e da ponderação final define-se a gravidade final. ....	73
Tabela 4.11: Lista final de anomalias construtivas indicando os fatores de ponderação atribuídos a cada uma. ....	82
Tabela 4.12: Lista final de EFM no âmbito dos relatórios de peritagem indicando os fatores de ponderação atribuídos a cada um. ....	82
Tabela 4.13: Exemplo de cálculo de gravidade da anomalia A8. ....	85

Tabela 4.14: Lista dos diferentes tipos de espaços funcionais .....	86
Tabela 4.15: Lista de causas possíveis para as anomalias construtivas. ....	87
Tabela 4.16: Lista de recomendações de atuação para resolução das anomalias construtivas.....	88
<b>5. Análise e discussão de resultados.....</b>	<b>93</b>
Tabela 5.1: Idade de cada escola industrial da amostra. ....	94
Tabela 5.2: Resumo dos materiais estruturais utilizados em cada escola.....	101

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

EFM: Elemento Fonte de Manutenção

EPE: Entidade Pública Empresarial

ICIST: Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção do Instituto Superior Técnico

JCETS: Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário

LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil



# 1. Introdução

---

## 1.1. Considerações preliminares

Em 2007, o Governo Português criou a *Parque Escolar, EPE* tendo em vista o planeamento, gestão, desenvolvimento e execução de um programa de modernização da rede pública de escolas secundárias. Perante uma rede escolar com problemas de manutenção e conservação do edificado, tanto ao nível da efetiva preservação do património, como da coordenação de esforços e recursos, houve necessidade de conceber um programa que planeasse, gerisse e desenvolvesse a adaptação do edificado escolar a novas exigências e que lhe restituísse a eficácia física e funcional.

Com o processo de modernização do parque escolar, pretende-se também abrir a escola à comunidade, valorizando o património e aproveitando, de facto, as potencialidades destas infraestruturas. Segundo Vaz (2008), à data, sentia-se a necessidade de existência de escolas secundárias a tempo inteiro e abertas à comunidade, estimulando a aprendizagem através de «*comportamentos e comunicação*». Neste âmbito, a reabilitação dos edifícios e a reposição da eficácia «*da organização e qualidade dos espaços de ensino e aprendizagem*» seriam essenciais, criando um ambiente escolar atrativo, proporcionando bem-estar e acesso à informação, procurando ainda a criação de «*uma imagem contemporânea para a escola*».

Finalmente, a *Parque Escolar, EPE* devia gerar um modelo para a gestão das instalações, tendo em vista a conservação e manutenção efetiva dos edifícios no futuro.

Foi no contexto descrito que o Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção (ICIST) realizou peritagens a escolas secundárias, com o objetivo de identificar e descrever as anomalias principais visíveis nos componentes dos edifícios, constituindo bases para a reabilitação futura. Inicialmente, pretendia-se que a análise abrangesse estruturas, acabamentos, espaços exteriores e redes elétricas, de água e de gás. Este número alargado de elementos só foi analisado nas primeiras 6 escolas inspecionadas, sendo que, nas restantes, o âmbito foi reduzido à identificação de questões estruturais, a aspetos relacionados com o espaço funcional habitado e à entrada de água no interior dos edifícios. Além da caracterização patológica, foram indicadas medidas de reparação a serem consideradas no trabalho dos projetistas ao intervirem na reabilitação do edificado (Branco *et al.*, 2007b).

Após a elaboração de relatórios de peritagem a 56 escolas secundárias, o ICIST conseguiu reunir um conjunto de informação de caracterização funcional, construtiva e do estado de degradação de uma amostra relativamente homogénea. Dentro dessa amostra, foi possível constituir três grupos mais coerentes: as escolas do tipo liceu, as escolas do tipo industrial e comercial e as escolas do tipo pavilhonar. Partindo de um destes grupos, era possível efetuar uma caracterização bem documentada de um conjunto edificado consistente que, ao ser submetido a ações externas comuns, teria provavelmente desenvolvido processos patológicos idênticos, com causas coincidentes, evoluindo no mesmo sentido até se manifestarem anomalias semelhantes. Assim, faz sentido reunir diagnósticos comuns que

contribuam para a melhor compreensão dos processos patológicos, visando a pesquisa e implementação de soluções de prevenção (Carrió, 1991).

De acordo com Molnárka (2001), a patologia construtiva tem um papel chave para a manutenção de edifícios, pelo destaque que a proteção e reabilitação do património construído adquiriu, tendo em conta o crescimento da população mundial, os gastos correntes de energia dos edifícios, o consumo energético da indústria da construção e a sua produção de resíduos. Na realidade, os princípios de desenvolvimento sustentável em voga relacionam a necessidade de utilização racional dos recursos disponíveis com os problemas de durabilidade da construção e a promoção da manutenção, enquanto meio de prolongamento do ciclo de vida dos edifícios. Cresce, assim, a necessidade de reunir, registar e analisar informação sobre as anomalias construtivas de forma sistemática, recolhendo também o conhecimento já produzido e fornecendo informação aos agentes decisores em geral (na elaboração de normas, certificação de qualidade, no planeamento), projetistas e construtores (Azzalin e Lauria, 2005).

Além das questões ambientais que motivam os estudos no âmbito da patologia construtiva, deve referir-se que a pesquisa no sentido da prevenção de anomalias em edifícios pode contribuir significativamente para a melhoria das condições de segurança.

## 1.2. Objetivos

O principal objetivo desta investigação é caracterizar e analisar as anomalias construtivas representativas das escolas secundárias de tipologia industrial e comercial. Pretende-se obter uma visão global do estado e do tipo de degradação do edificado ao estabelecer relações entre fatores de deterioração e paralelismos entre edifícios e ocorrências comparáveis nas diferentes escolas estudadas.

Entendeu-se que o estudo seria suportado por uma base de dados conjunta, referente a 56 escolas secundárias inspeccionadas pelo ICIST. Nestas 56 escolas, além das escolas industriais e comerciais (doravante designadas por escolas industriais), incluem-se escolas do tipo liceu e escolas do tipo pavilhonar, analisadas simultaneamente em outras dissertações. A amostra de escolas industriais é composta por 15 exemplares.

Numa primeira fase, devem ser caracterizados construtiva e funcionalmente os edifícios escolares que compõem as antigas escolas industriais, abrangendo elementos estruturais e não estruturais e a descrição da articulação de espaços e edifícios. De seguida, devem ser caracterizadas as anomalias construtivas identificadas e as causas que lhe estejam associadas, num processo de análise dos sintomas e de diagnóstico, incluindo propostas de reparação.

Com apoio num levantamento de dados exaustivo, há condições para a realização de uma análise estatística que relacione fatores que permitam o estudo patológico, tais como os seguintes: idade do edifício, tipo de estrutura, tipo de cobertura, tipologia funcional e elemento fonte de manutenção com

a anomalia, localização relativa da mesma, identificação da anomalia, das suas causas, gravidade, quantificação, precedências e consequências, condições de exposição e recomendações de atuação. Assim, deverá ser possível perceber se existem casos patológicos padronizados nas escolas industriais e quais são. Dada a homogeneidade construtiva das escolas em estudo, é coerente supor que os processos patológicos se repitam.

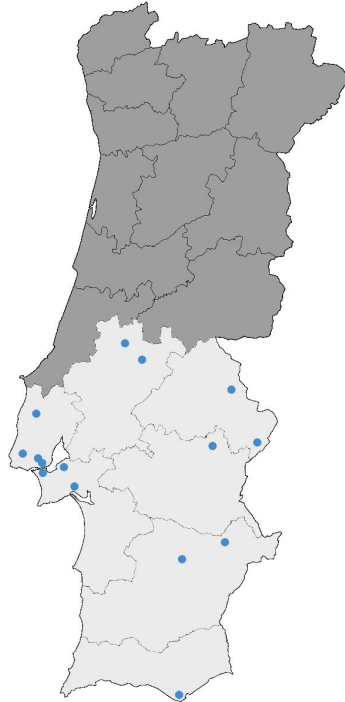
Pretende-se, então, chegar a um mapeamento, gráfico ou descritivo, das anomalias-tipo das escolas industriais, enquadrado pelo contexto educativo da tipologia escolar e pelo uso do projeto-tipo. Este enquadramento deve ser feito pela investigação do contexto de construção de escolas para o ensino técnico em Portugal. Já o estudo das anomalias construtivas deve incluir um trabalho preparatório de pesquisa dos estudos mais relevantes na área.

### 1.3. Metodologia

A presente investigação assenta na materialização de uma base de dados de anomalias construtivas referente a 56 escolas secundárias inspecionadas pelo ICIST no Centro e Sul de Portugal (Figura 1.1). No arranque desta tarefa, foi essencial o trabalho desenvolvido em equipa com as colegas Joana Alexandra Mirante Barrelas e Beatriz Rosa de Abreu Pereira Marques. Em conjunto, foi possível estruturar um modelo de organização de informação, bem como a definição de parâmetros de descrição e caracterização das escolas e das anomalias construtivas.

O ICIST disponibilizou o conjunto dos relatórios de inspeção a escolas secundárias elaborados pelos seus membros entre 2007 e 2010, bem como o levantamento gráfico efetuado e que suporta cada relatório. Os elementos gráficos fornecidos incluem as seguintes peças, com ligeiras variações de escola para escola: fotografias da visita à escola, fotografias aéreas e peças desenhadas (maioritariamente plantas de implantação e plantas dos edifícios).

Pretendendo-se uma base de dados homogénea, em que se incluíram três tipologias escolares distintas, cada uma desenvolvida por uma aluna diferente, foi feito um primeiro contacto com o objeto de estudo, com a leitura de relatórios e a consulta de bibliografia referente a estudos similares. A partir daí, realizaram-se reuniões periódicas que permitiram a tomada de decisões em conjunto relativamente a um modelo de estruturação de informação que pudesse servir as três tipologias escolares na contexto de cada estudo. A escolha das ferramentas informáticas constituiu um dos primeiros passos, optando-se pela utilização do programa *Microsoft Excel* para a introdução de dados e do programa *online Google Docs* para a elaboração, atualização e partilha em tempo real de listas de conceitos e designações. Além do formulário para a introdução de dados, foi também criado um guião de preenchimento com normas orientadoras, definindo uma linguagem simples para a base de dados e servindo de manual para a obtenção de um conjunto de informação coerente, esclarecendo conceitos e estabelecendo designações claras.



*Figura 1.1: Mapa de Portugal continental com a identificação dos distritos com escolas inspecionadas pelo ICIST a cinzento claro. Os pontos azuis correspondem às escolas industriais em estudo.*

Encontrando-se um modelo consensual para a base de dados, seguiu-se a inserção exhaustiva de informação dos relatórios de peritagem de acordo com a estrutura definida, segundo três vetores descritivos: caracterização, localização e anomalias. A presente dissertação não comporta a apresentação da totalidade da base de dados, tendo em conta a quantidade de informação que é recolhida.

Após o registo de todos os dados, os resultados foram quantificados de acordo com os itens de análise estabelecidos. Este estudo inclui, por um lado, a informação relevante sobre a caracterização construtiva e o meio envolvente das escolas e, por outro, a caracterização do seu estado de degradação através dos dados sobre a localização relativa das principais anomalias, os elementos construtivos mais afetados, as anomalias detetadas com maior frequência e as diferenças substanciais entre as tipologias funcionais dos edifícios. Procura-se, assim, retirar conclusões relevantes sobre o modo de degradação das escolas secundárias e sobre as formas de prevenção da mesma.

## 1.4. Organização do documento

Além do presente capítulo introdutório, de definição de objetivos e metodologia, este documento é constituído por quatro capítulos de desenvolvimento e um capítulo final que descreve as conclusões alcançadas.



No **capítulo 2**, são sintetizados os principais estudos similares, sobre outros tipos de edifícios e noutras escalas. São abordadas as conclusões de diversos investigadores sobre patologia construtiva, organizadas cronologicamente. Focam-se metodologias de verificação de estados de degradação, o seu registo e agilização com soluções de intervenção, incluindo a utilização de ferramentas de bases de dados. Consideram-se estudos sobre a totalidade dos edifícios assim como de algumas das suas partes.

O **capítulo 3** faz o enquadramento do objeto de estudo na evolução construtiva e funcional das escolas secundárias em Portugal. De um modo geral, descreve-se o percurso de expansão da rede escolar até à criação do programa de modernização das escolas do ensino secundário. Neste percurso, particulariza-se o papel das escolas industriais e comerciais, contextualizando-as também no panorama internacional.

No **capítulo 4**, é apresentado todo o modelo de base de dados construído no contexto desta dissertação. Descreve-se o método de recolha de informação no local sobre o estado de degradação das escolas. Expõe-se passo a passo a elaboração de um modelo de base de dados construtivos, explicando-se todos os parâmetros específicos que servem de referência para cada item de informação. Abordam-se, ainda, algumas limitações encontradas no decorrer do estudo.

O **capítulo 5** decorre da informação registada na base de dados descrita no capítulo 4. São apresentadas as conclusões sobre os principais resultados obtidos acerca das anomalias mais importantes, dos Elementos Fonte de Manutenção com mais ocorrências e do estabelecimento de relações entre os diferentes parâmetros de caracterização, suportados por um tratamento estatístico dos dados recolhidos.

No **capítulo 6**, apresentam-se as conclusões gerais que resultaram de todo o estudo elaborado, fazendo-se também uma breve análise final ao trabalho realizado. O capítulo termina com propostas de investigação a serem desenvolvidas no futuro.

No final do documento, encontram-se ainda 3 anexos. No **Anexo A**, incluem-se fotografias representativas de uma das referências internacionais dos primeiros anos de desenvolvimento do ensino em escolas industriais. No **Anexo B**, encontram-se desenhos de duas escolas industriais e comerciais, uma projetada segundo o Anteprojecto-tipo das Escolas do Ensino Profissional e outra projetada segundo o modelo do Projeto Mercúrio. O **Anexo C** inclui o modelo da base de dados desenvolvida com indicações básicas para o seu preenchimento.



## 2. Estado da Arte

---

### 2.1. Introdução

Este capítulo tem como objetivo apresentar o levantamento da informação existente e respetiva análise, no âmbito de outras investigações relativas à caracterização do estado de degradação do edificado.

Esta abordagem procura sequenciar no tempo os avanços que têm vindo a ser feitos no campo da patologia construtiva. Adotou-se como charneira do capítulo a viragem de século pela intensificação dos estudos realizados desde então, associados a crescentes preocupações sobre a sustentabilidade na construção, a reabilitação, a manutenção e os métodos de prevenção em projeto.

Com a informação recolhida, elabora-se um percurso desde as primeiras investigações sobre patologia construtiva, incluindo os primeiros estudos estatísticos. Algumas das investigações apresentadas têm em conta a generalidade do edifício, como a de Chong e Low (2006) desenvolvida sobre o edificado de Singapura, e outras focam-se em elementos construtivos específicos, como o estudo sobre as fachadas de Madrid desenvolvido entre meados dos anos 1980 e início dos anos 1990 por Carrió. São identificadas propostas de metodologias de inspeção com vista a um registo sistematizado de informação e apresentam-se noções sobre metodologias de construção de bases de dados de anomalias construtivas, bem como algumas das suas conclusões.

Entre muitos estudos, selecionaram-se aqueles que têm maior relevância para a presente dissertação.

### 2.2. Estudos realizados até ao ano 2000

Segundo Carrió (1986), a patologia construtiva é o estudo das anomalias que surgem nos edifícios, associado aos seus sintomas, causas e soluções, bem como às suas consequências (W86 – CIB, 1993). A sua problemática tem em vista, por um lado, a manutenção da integridade física dos edifícios, a nível mecânico, funcional e estético, ao longo da sua vida, e, por outro, a reabilitação, que concerne não só a recuperação construtiva das várias partes do edifício, mas também a atualização da sua resposta às exigências funcionais de acordo com o uso real.

As exigências funcionais a que os edifícios devem responder, embora evolutivas, podem classificar-se essencialmente pela tríade *Virtruviana* (Carrió, 2007):

- a) *Firmitas* – estabilidade estrutural do conjunto e de cada uma das partes, como:
  - i. transmissão de cargas ao terreno;
  - ii. suporte de cargas e sobrecargas em segurança, incluindo limitação das deformações elásticas;

- iii. estabilidade e segurança de remates e revestimentos;
- b) *Utilitas* – funcionalidade na arquitetura enquanto abrigo de pessoas e atividades, como as seguintes questões:
  - i. definição e proteção de espaços habitáveis;
  - ii. definição das características dos materiais de revestimento nos espaços habitáveis;
  - iii. conforto dos espaços habitáveis;
- c) *Venustas* – estética do edifício e de cada uma das suas unidade e elementos:
  - i. formas, composição, silhuetas, texturas, cores e espaços.

Além dessa classificação, podem ainda distinguir-se os modos de incumprimento de exigências funcionais, ou melhor, classificar as anomalias construtivas. Um dos métodos distingue anomalias diretas e indiretas, de acordo com a influência e a sequência de acontecimentos que levam até aos primeiros sintomas. Uma outra classificação corrente tem a ver com o caráter da anomalia, distinguindo-se os seguintes tipos:

- a) anomalias físicas, que são consequência de um processo marcado por leis físicas e que, desse modo, afetam as características físicas dos elementos e materiais, em que as mais importantes são as humidades e sujidades;
- b) anomalias mecânicas, enquanto consequência de processos mecânicos, a partir de forças externas ou internas, como por exemplo as deformações, roturas e destacamentos;
- c) anomalias químicas, em consequência de reações químicas entre os próprios materiais dos elementos construtivos ou entre estes e os elementos atmosféricos, produtos contaminantes do ambiente circundante, ou também devido à presença e possível ataque de organismos vivos; são comuns as eflorescências, corrosão e colonizações biológicas.

Estas noções de enquadramento foram fruto de vários anos de pesquisa. As preocupações de estudo científico da patologia construtiva iniciaram-se na década de 1960, focando-se inicialmente em questões estruturais, pelas implicações que comportavam para a segurança dos edifícios. A partir da década de 1970, os estudos começaram a estender-se aos restantes elementos construtivos, passando, essencialmente, pela análise de casos segundo a seguinte sequência: interpretação dos sintomas, definição da anomalia e recomendação de soluções. Neste âmbito, os estudos estatísticos sobre a frequência de anomalias não foram muito comuns nos primeiros anos de investigação, sendo exceção o trabalho feito pelas seguradoras em França.

Em França a garantia de qualidade dos edifícios construídos é tutelada por empresas seguradoras, às quais os utilizadores comunicam os *sinistros* (anomalias), investigados por peritos qualificados (Costa, 1995). Com os dados que recolheu no exercício desta atividade, a empresa *Bureau Securitas* (em parceria com a *Socotec*) analisou 2 979 anomalias diversas e as suas causas em 1973/74, tendo publicado um relatório em 1979 sobre o estudo estatístico de cerca de 10 000 situações de diferentes anomalias registadas entre 1968 e 1978. Este relatório referia-se à distribuição das anomalias pelos elementos construtivos, idade das construções, tipo de anomalias, causas, entre outras classificações. Exemplificando, concluiu-se que 43% dos custos de reparações tinham tido origem em deficiências de projeto (tal como 43% em deficiências de execução). Dessas situações, 59% das anomalias tinham ficado a dever-se a

uma pormenorização deficiente, 18% à conceção geral, 13% a erros de cálculo e 10% à prescrição de materiais inadequados (Bureau Securitas, 1979 *in* Costa, 1995). Publicou-se ainda um novo estudo em 1984, referente a 12 200 sinistros (1982) em alvenarias, revestimentos cerâmicos e sistemas de impermeabilização de coberturas, com conclusões semelhantes.

Em 1991, com base em dados do *Centre Scientifique et Technique de la Construction*, na Bélgica, Cnudde publicou também estudos comparáveis aos da *Bureau Securitas*, com dados recolhidos na segunda metade da década de 1980. Novamente, as causas de anomalias associadas ao projeto surgiram destacadas em 46% dos casos. No mesmo estudo, comparou-se ainda este parâmetro com os resultados de outros estudos europeus realizados no Reino Unido, Alemanha, Dinamarca e Roménia, surgindo sempre o projeto como a principal causa de anomalias.

Paralelamente, também no Japão e ainda na década de 1970, surgiram preocupações de sistematização de informação sobre reabilitação e manutenção. O Governo japonês, proprietário de uma grande quantidade de habitações sociais, deparou-se com problemas de manutenção e reabilitação dos edifícios, que evidenciavam sintomas iniciais de degradação. Foram então desenvolvidos diversos estudos sobre o assunto, publicando-se mesmo um guia de reabilitação em 1989. O guia indicava quais os fatores a considerar para selecionar as melhores opções de reabilitação de modo a aumentar a durabilidade dos edifícios. Os passos mais relevantes da metodologia incluíam a aferição do desempenho de edifícios e do seu nível de degradação (Rodrigues *et al.*, 2010).

Em Espanha, em meados dos anos 1980, foram também desenvolvidos estudos estatísticos de levantamento de anomalias construtivas. Um dos nomes que se associa a este esforço é o do arquiteto Juan Monjo Carrió, professor na *Universidad Politécnica de Madrid*. Entre 1986 e o início dos anos 90, no âmbito da sua atividade letiva, Carrió conduziu um estudo estatístico sobre o estado de degradação das fachadas da cidade de Madrid. Pretendia-se ficar a conhecer quais as anomalias construtivas mais frequentes, as causas mais comuns, de acordo também com a idade, características construtivas e contexto ambiental do edifício, orientação, exposição e traça da fachada. Estes dados apresentavam-se distribuídos por oito zonas preestabelecidas da cidade e registavam-se numa base de dados patológicos, de onde era possível retirar dados estatísticos, chegar a diagnósticos comuns (casos-tipo) até que se pudessem propor desenhos construtivos de reparação e manutenção ou mesmo de prevenção em fase de projeto e execução. Esperava-se, assim, reunir um conjunto de dados que viessem a ser úteis para o setor económico da construção, melhorando projetos e processos construtivos. O trabalho de campo foi concretizado por grupos de alunos devidamente preparados para o efeito, que recolheram dados durante três anos letivos consecutivos. Construíram-se fichas de registo, ensaiaram-se em laboratório amostras recolhidas, inseriram-se os dados em programa informático concebido para o efeito, até se proceder a uma análise estatística que permitisse tirar algumas conclusões elucidativas.

Os primeiros dados estatísticos reunidos encontravam-se divididos em categorias. Por exemplo, relativamente aos dados de identificação, de acordo com Carrió (1992), 40% das fachadas analisadas tinham sido construídas entre 1940 e 1970 e em 74% dos casos as fachadas possuíam duas anomalias ou mais.

Quanto ao revestimento, 27% das fachadas tinham reboco e 25% tijolo de face à vista. Relativamente aos dados sobre as anomalias e as suas causas, 23% das anomalias correspondiam a destacamentos (de rebocos de vários tipos, pinturas, tijolos de face à vista / plaquetas) e 22% a sujidade. As principais causas indiretas eram o projeto (27%), a manutenção (25%) e a pormenorização construtiva (23%). Nas causas diretas, destacavam-se os agentes atmosféricos (46%). A correlação de dados permitia ainda o estudo específico de determinada anomalia, percebendo-se, por exemplo, em que material ou elemento construtivo predominava, como se ilustra na Figura 2.1, a relação com a exposição aos elementos ambientais e causas, ou o momento em que se poderia ter prevenido a sua ocorrência (se em pormenorização construtiva, projeto, manutenção ou execução).

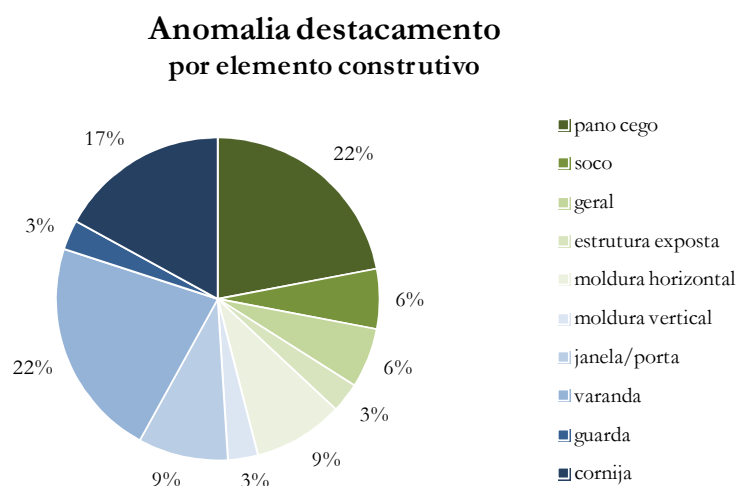


Figura 2.1: Gráfico de estudo da anomalia destacamento com a sua distribuição por elemento construtivo  
(adaptado de Carrió, 1992).

Em 1993, viria a ser reunido um conjunto importante de noções pela comissão W86 – *Building Pathology* do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB). De um modo abrangente e simultaneamente focado, o seu relatório definia os elementos e as noções incluídas no domínio da patologia construtiva e estabelecia a metodologia de investigação que melhor poderia chegar à determinação de causas. Abordava também as vantagens e desvantagens de um banco de dados de anomalias construtivas, questionando até que ponto a informação produzida neste âmbito chegava às pessoas no terreno. Referia-se ainda aos custos associados e ferramentas de diagnóstico.

O capítulo que o documento da W86 dedicou aos bancos de dados ganha relevância no presente estudo. Antes de mais, considerou-se o tipo de informação que poderia ser reunida: causas técnicas para anomalias específicas, métodos de reparação e restauro, métodos de prevenção, perdas financeiras associadas ou frequências de ocorrência. Estes instrumentos poderiam ser úteis para investigadores e peritos, autoridades públicas, geradores de políticas, entidades privadas e formadores. Daí, a comissão refletiu sobre os grandes prós e contras da elaboração de bancos de dados de anomalias construtivas. Trariam amplas vantagens para uma melhor compreensão dos mecanismos e prevenção das anomalias, criação de políticas de manutenção melhoradas, constituição de um modo de melhor justificar funda-

mentadamente os investimentos feitos ou necessários, dando ainda um carácter mais prático à formação nestas temáticas. Poderia ainda alcançar-se uma diminuição das anomalias e perdas associadas ou, pelo menos, a diminuição dos erros já conhecidos. No entanto, a criação de bancos de dados requeria financiamento, sendo a sua compilação uma atividade com custos. Além disso, essa compilação teria que ser realizada necessariamente por técnicos especializados, para afastar a probabilidade de inserção de dados irrelevantes ou ambíguos. Mais do que isso, seria difícil obter uma coletânea de relatórios de peritagem coerentes. Se, ainda assim, se conseguissem ultrapassar estes obstáculos, seria sempre necessária uma (quase) constante atualização da informação.

À data do relatório, o estudo de bancos de dados de anomalias construtivas já estaria em curso em alguns países, referindo-se como casos de sucesso as recolhas de informação em França e na Bélgica, já mencionadas. Sem sucesso, ou ainda muito embrionárias, estariam em desenvolvimento na Finlândia, EUA, Reino Unido e Holanda, bem como nalgumas associações britânicas, espanholas e dinamarquesas. Era do conhecimento comum o alargado interesse de promotores imobiliários e grandes proprietários, públicos ou privados, em bases de informação interna desenhadas para propósitos específicos, como a manutenção eficiente dos edifícios. No entanto, quanto ao bancos de dados de acesso generalizado, estes teriam que responder a algumas condições para serem bem sucedidos, minorando eventuais desvantagens:

- a) definição de um sistema base de financiamento são;
- b) estabelecimento de um sistema obrigatório de relatórios;
- c) recurso a especialistas independentes para as inspeções e registo de dados;
- d) relação clara das condições de recolha e inserção de dados com as informações que se pretendessem obter;
- e) inserção de um conjunto mínimo de dados a recolher sobre cada defeito: uma descrição rigorosa, causas possíveis e a causa mais provável, o mecanismo que conduziu a causa ao defeito, conselhos de reparação ou prevenção e estimativa de custos envolvidos.

Além dos bancos de dados como ferramentas úteis no estudo patológico, a W86 considerava já de grande utilidade as tabelas e matrizes de diagnóstico que, para situações ou sistemas base, elencavam uma lista de anomalias observáveis em conjunto com as causas e os defeitos que lhe poderiam estar associadas (Tabela 2.1), permitindo ao perito um fácil cruzamento de informação. As árvores de falhas seriam um outro instrumento, um modelo ou diagrama cognitivo que representasse um sistema ou componente construtivo e que poderia indicar correlações de fenómenos e cadeias de eventos do erro à falha. A sua grande vantagem seria obrigar o perito a uma análise lógica completa do problema, ajudando a que não se negligenciassem quaisquer causas possíveis. Haveria ainda as árvores de diagnóstico que guiavam o procedimento de diagnóstico num esquema predeterminado, evitando o esquecimento de possíveis mecanismos de falha.

Tabela 2.1: Exemplos de matrizes de diagnóstico para lajes de betão (adaptado de W86 – CIB, 1993).

Quadro 1. Anomalias e causas													
Causas possíveis													
Anom.	FSS11	FSS21	FSS22	FSS31	FSS32	FSC11	FSC21	FSC31	FSD11	FSD21	FSD31	FSD41	FSD42
<b>SSD11</b>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
<b>SSC11</b>	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<b>SSC12</b>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
<b>SSV11</b>	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0

Quadro 2. Anomalias e defeitos							
Defeitos possíveis							
Anom.	DSS11	DSS21	DSS31	DSS41	DSU11	DSU21	DSU31
<b>SSD11</b>	1	1	1	1	1	1	0
<b>SSC11</b>	1	1	1	1	1	1	0
<b>SSC12</b>	1	1	1	1	1	1	0
<b>SSV11</b>	1	1	1	1	1	1	0

Quadro 3. Testes e causas							
Causas possíveis							
Testes	FSS11	FSS21	FSS22	FSS31	FSS32	FSD11	FSD22
<b>TSF11</b>	0	1	1	0	0	0	0
<b>TSF21</b>	1	1	1	1	1	0	0
<b>TSO21</b>	1	0	0	1	1	0	0
<b>TSL34</b>	1	0	0	0	0	0	0
<b>TSD11</b>	1	0	0	1	1	0	0
<b>TSD21</b>	1	1	0	0	0	1	1

<p><b>Defeitos:</b> alta probabilidade inaceitável de:                  DSS11: deformação total excessiva a meio do painel;                  DSS21: deformação excessiva a meio do painel;                  DSS31: fissuras excessivamente largas na superfície inferior a meio do painel;                  DSS41: vibração excessiva;                  DSU11: capacidade inadequada na região de momentos positivos;                  DSU21: capacidade inadequada na região de momentos negativos;                  DSU32: capacidade de punçoamento inadequada em torno de colunas.</p> <p><b>Testes:</b>                  TSF11: inspeção da superfície de betão para localizar armaduras;                  TSF21: execução de ensaio de carga, observando deformações e largura de fissuras;                  TSO21: remoção de recobrimento de betão para inspeção do aço;                  TSL34: ensaios laboratoriais de amostras de aço;                  TSD11: verificação de documentação de projeto;                  TSD21: verificação de documentação da construção.</p>	<p><b>Causas:</b>                  FSS11: utilização incorreta do tipo de aço;                  FSS21: localização incorreta do reforço a momentos positivos;                  FSS22: localização incorreta do reforço a momentos negativos;                  FSS31: reforço de aço insuficiente na região de momentos positivos (erro de projeto ou construção);                  FSS32: reforço de aço insuficiente na região de momentos negativos (erro de projeto ou construção);                  FSC11: resistência do betão muito baixa;                  FSC21: laje muito fina;                  FSC31: painéis muito finos;                  FSD11: danos provocados durante a construção por sobrecarga temporária;                  FSD21: danos durante a construção, carga excessiva devido à remoção precoce de prumos/cofragem;                  FSD31: acidente em serviço: sobrecarga, impacto, etc;                  FSD41: falta de continuidade do aço (erro de pormenorização);                  FSD42: falta de fixações (erro de desenho ou pormenorização).</p>
---	---



### 2.3. Estudos realizados a partir de 2001

Em Portugal, já em 2003, Leitão e Almeida publicaram um estudo para um instrumento de orientação nas intervenções de reabilitação e manutenção dos edifícios. Pretendia-se contribuir para uma tomada de decisões informada, tendo como suporte um sistema de bases de dados sobre processos de reabilitação que, para cada caso anómalo apresentado, permitisse obter listagens de soluções correspondentes à caracterização indicada. Este estudo enquadrava-se num contexto nacional onde era dada uma importância reduzida aos trabalhos de reabilitação na construção, comprovada, por exemplo, pela falta de regulamentação própria nesta área, que se mantém, em grande parte, até hoje. Apontava-se a reabilitação como uma necessidade premente, impulsionada pelo carácter evolutivo das exigências funcionais. O estudo propunha-se organizar a informação disponível sobre reabilitação de edifícios e estabelecer ligações entre diferentes parâmetros do processo de reabilitação: elementos construtivos, anomalias, causas, soluções e trabalhos associados seriam organizados num conjunto de bases de dados específicas. A estrutura do sistema a propor deveria ser suficientemente flexível, de modo a permitir expansões e atualizações. As propostas de soluções possíveis deveriam corresponder à eliminação dos agentes causadores registados, sendo a mera ocultação de uma anomalia um recurso de última instância, quando não era de todo exequível a ação sobre as causas. Não seria possível abranger todas as possibilidades, mas apenas algumas situações padronizáveis. Daí as soluções de intervenção propostas não serem mais do que princípios de intervenção para orientação nas escolhas no terreno. Privilegiaram-se opções de reparação e ocultação, sendo a substituição encarada como uma situação extrema. Definiram-se três níveis de intervenção: ligeira, média e profunda. A identificação e compreensão correta das causas de uma anomalia foi uma das dificuldades assinaladas no decorrer do estudo, dada a inexistência de regras ou procedimentos predefinidos, devendo cada caso ser analisado como único, com recurso a inspeções e diagnósticos completos e adequados, executados por técnicos experientes, com formação para o efeito. Deve referir-se que a metodologia que foi proposta associava-se a um programa informático desenvolvido para o efeito com base nas plataformas *Microsoft Access* e *Visual Basic*. Prevvia-se que pudesse vir a ser útil na definição de mapas de trabalhos e custos associados.

Em Itália, desde o início da década de 2000, Azzalin e Lauria (2005) desenvolveram uma base de dados de patologia construtiva, abordando-a sob o ponto de vista da manutenção dos centros históricos da região da Calabria (Sul de Itália). O estudo lidava com a relação entre patologia construtiva, durabilidade dos materiais de construção e questões da manutenção. A base de dados foi desenvolvida procurando o reconhecimento, descrição e compreensão das características morfológicas e materiais de edifícios históricos, bem como a deteção e avaliação das suas anomalias. A amostra edificada abrangia edifícios pré-Modernos, construídos em alvenarias resistentes e constituindo pequenos centros históricos na Calabria. Tratavam-se de testemunhos da tradição construtiva cujas características identificavam uma especificidade técnica e material contínua no tempo. Além da delimitação da amostra por critérios históricos e geográficos, houve que definir um protocolo de inspeção, com normas sobre o que e

como inspecionar. A metodologia de trabalho foi traçada com base na experiência de outras investigações realizadas no *Dipartimento di Arte, Scienza e Tecnica del Costruire* (DASTEC) da *Università Mediterranea di Reggio Calabria*, estabelecendo-se um conjunto de atividades a levar a cabo em cada um dos 52 centros históricos: pesquisa arquivística e bibliográfica, obtenção de suportes cartográficos e aerofotogrametria, recolha de dados climáticos e ambientais, contacto com os responsáveis municipais, recolha sistemática de material fotográfico e iconográfico e levantamento das atividades produtivas regionais, tendo em conta os materiais (tradicional ou inovadores) utilizados na zona. Encontrava-se implícita nestes aspetos toda uma série de dados técnicos, como por exemplo, a história da cidade, a compreensão da sua morfologia urbana, conhecimento técnico-construtivo dos edifícios e especificação de anomalias recorrentes. Em suma, a base de dados que se propunha tinha em conta os seguintes elementos: perfis construtivos, desenho construtivo e parâmetros tecnológicos, tipos de materiais, intervenções de alteração, fatores de degradação, qualidade da construção, macro e micro climas, topografia, orientação, práticas de manutenção e utilização. Os dados seriam sistematicamente introduzidos num programa informático, com folhas de configuração simples e flexível, garantindo a fácil integração e correção de informações, de acordo com o conhecimento progressivo dos edifícios e da especificidade e avaliação das suas anomalias. A investigação permitiu estruturar informação sobre o comportamento ao longo do tempo de uma tipologia de edifícios em particular. No decurso da investigação, a base de dados de patologia construtiva que se tinha proposto começava a parecer um instrumento útil para a intervenção nos edifícios existentes, quer em reparações, planeamento de futuras manutenções, quer como ferramenta preditiva na conceção de novos projetos.

No contexto do Sudeste Asiático, Chong e Low (2006) desenvolveram um estudo sobre as causas e as estratégias projetuais de prevenção de anomalias construtivas latentes, com base em dados recolhidos por gestores de propriedade responsáveis pela manutenção de edifícios em Singapura. Após a consulta de diversas fontes com investigações desenvolvidas sobre as causas de anomalias nos edifícios, e encetando as suas próprias investigações, estes autores puderam concluir que, na generalidade dos casos, as anomalias que surgiam nas construções, a partir de cerca de 2 anos após a sua construção, tinham que ver maioritariamente com questões de projeto, não só anomalias relacionadas com revestimentos e acabamentos, mas também anomalias estruturais e de origem geotécnica. Concluiu-se que o projeto poderia evitar pelo menos 66% das anomalias encontradas durante uma fase inicial de ocupação dos edifícios. Como tal, só melhorias ao nível das decisões de projeto, na base, as poderiam evitar. No entanto, os projetistas não teriam os conhecimentos e informação necessários que os pudessem ajudar a prevenir estas anomalias latentes nos seus projetos. Não existia uma base de dados centralizada de anomalias na qual os projetistas pudessem encontrar soluções ou determinar áreas problemáticas antes de darem por concluído o seu trabalho.

Estabelecendo contacto com os registos de defeitos construtivos elaborados por gestores de propriedade responsáveis pela sua manutenção, os dados foram filtrados tendo em conta que seriam excluídos aqueles edifícios que não apresentassem um sistema fiável de gestão de propriedade, não tivessem registos de defeitos apropriados e tivessem uma entidade gestora de propriedade há menos de um ano

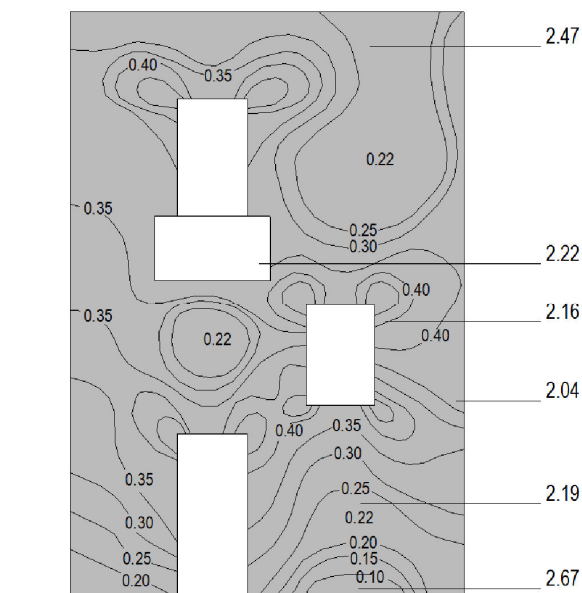
e meio. Deste modo, os dados referiam-se a 74 edifícios de construção corrente em Singapura: 35 edifícios institucionais, 4 hospitais, 13 habitacionais, 11 comerciais e 11 de outros tipos diferenciados. Como esperado, da sistematização e organização dos dados percebeu-se que 59% das anomalias teriam sido evitadas através do projeto. As estratégias de projeto consideradas como sendo significativas na prevenção de anomalias foram as seguintes: alinhar o desempenho dos materiais em concordância com as exigências das condições climáticas, definir modos de prevenção dos impactos de ocupantes e cargas, prevenir fugas de água (que provocam outros defeitos), melhorar legibilidade / compreensão dos desenhos e melhorar as especificações, melhorar o projeto e a configuração geral (tal como se pode observar na Tabela 2.2). Neste estudo, de modo a cumprir os seus objetivos, foram analisados dados particulares de acordo com cada elemento construtivo, estudando-se quais seriam as principais causas das suas anomalias e quais as estratégias projetuais específicas que as poderiam prevenir.

Tabela 2.2: Estratégias de projeto contra anomalias latentes, por elemento construtivo (adaptado de Chong e Low, 2006)

	Melhorar materiais (%)	Proteção contra impactos (%)	Prevenção de fugas de água (%)	Melhorar especificações (%)	Projeto, layout e pormenores (%)
<b>Parede interior</b>	23,71	24,70	27,85	13,33	3,50
<b>Parede exterior</b>	14,15	4,86	12,33	6,06	2,80
<b>Teto</b>	11,72	3,24	32,42	3,64	4,20
<b>Porta</b>	9,00	12,96	0,00	16,36	19,58
<b>Canalização</b>	10,50	8,91	12,79	12,12	12,59
<b>Pavimento</b>	9,75	10,53	6,39	6,67	9,09
<b>Trabalhos exteriores</b>	6,84	7,29	2,28	7,88	15,38
<b>Janelas</b>	4,50	10,93	0,46	7,88	6,99
<b>Inst. mec. e elect.</b>	2,53	5,67	1,83	18,18	13,99
<b>Fundação</b>	3,56	2,43	3,20	3,03	8,39
<b>N.º total defeitos</b>	53,08	14,36	11,07	7,59	6,58

Concluiu-se que era essencial uma boa fonte de informação na recolha de dados para identificar as anomalias latentes. Os projetistas apoiavam-se muitas vezes na sua própria experiência, outros tinham consultores e alguns, poucos, tinham algum tipo de base de dados de anomalias anteriores para os guiar. Não obstante, a experiência e a pesquisa mostraram que muitas das anomalias latentes eram repetidas em muitos dos edifícios e que os projetistas não tinham disso noção. Embora ressalvando a impossibilidade de eliminar todas as anomalias latentes num edifício, seria possível eliminar a sua maioria através de um melhor projeto, apenas se os projetistas tivessem conhecimento das mesmas. Os projetistas seriam encorajados a manterem uma base de dados onde as anomalias pudessem ser marcadas e os erros evitados no seu próximo projeto. Essa base de dados poderia ser desenvolvida com normas existentes e com a colaboração dos gestores de propriedade. Ainda assim, todos os dias nasceriam novos materiais e novas tecnologias sem que o seu desempenho pudesse ser devidamente avaliado e documentado. De qualquer modo, o panorama deveria evoluir no sentido de aproximação dos projetistas dos conhecimentos do terreno dos gestores de propriedade e do encorajamento de participação desses na fase de projeto.

Em Portugal, Gaspar e Brito (2005) desenvolveram um método probabilístico de mapeamento da sensibilidade a defeitos construtivos das fachadas revestidas com argamassas de reboco, de acordo com a sua subdivisão em seis áreas-tipo. Tiveram por base a inspeção visual de 150 fachadas no Sul de Portugal de edifícios com menos de 30 anos, estrutura de betão e com paredes em alvenaria de tijolo vazado. Na inspeção, descreveu-se o nível de degradação, as causas mais prováveis para as anomalias registadas e o padrão de degradação durante o período de vida útil. O nível de degradação foi definido por uma escala com 4 níveis: do nível 0 (sem degradação) ao nível 4 (elevado nível de degradação). Percebeu-se que 93% dos casos da amostra apresentavam sinais de degradação, sendo o tipo de anomalia mais comum a fendilhação associada a movimentos diferenciais (31%). Compreendeu-se que as zonas de fachada cega eram as mais sensíveis ao aparecimento de anomalias, mas também onde eram mais facilmente atingidos elevados níveis de degradação. Analisou-se ainda a degradação nas áreas sob parapeitos ou beirados, ao nível do pavimento, em torno de aberturas / vãos, em cantos e saliências, sob varandas e soffits. Para o mapeamento da sensibilidade a defeitos, elaboraram-se cartas de probabilidade e cartas de sensibilidade. Nas primeiras, a probabilidade era definida pela relação entre frequência de ocorrência de um defeito e o nível de degradação registado para o mesmo defeito. Daí, podia passar-se para as cartas de sensibilidade, recorrendo-se à relação entre a probabilidade de ocorrência de determinado defeito e o peso relativo do defeito no conjunto de todos os defeitos registados. Passando estes indicadores para um formato gráfico, obtiveram-se resultados semelhantes ao da Figura 2.1.



*Figura 2.1: Mapeamento da sensibilidade de fachadas rebocadas aos defeitos de fendilhação diferencial (à direita os níveis de degradação de 0 a 4), sobre representação esquemática de fachada (Gaspar e Brito, 2005).*

Mais tarde, por solicitação do Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, investigadores (Vilhena *et al.*, 2009) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) apresentaram um método de avalia-

ção das necessidades de reabilitação (MANR) aplicável aos designados bairros críticos, especificamente a análise das condições de habitabilidade do edificado do Bairro do Alto da Cova da Moura. Considerando que as necessidades de reabilitação são definidas pela não satisfação das exigências funcionais, estas estariam associadas à existências de anomalias construtivas e/ou espaciais. Para esta análise, definiram-se os elementos funcionais construtivos *Estrutura, cobertura e elementos salientes, Outras partes comuns* e *Unidades*, além dos elementos espaciais *Espaços comuns* e *Compartimentos da unidade*. A avaliação seria feita com base nos fatores *gravidade* (sem significado, ligeira, média ou grave), *extensão* (localizada, média, extensa ou total) e *complexidade* (intervenção simples, média ou difícil). Já os resultados obtidos seriam expressos pelo nível de reabilitação, traduzindo a relação entre quantidade de obras de reabilitação necessárias e quantidade de obras de construção de um edifício novo com capacidade de uso idêntica. O estudo permitiu, então, o desenvolvimento de três instrumentos para a aplicação do método proposto: uma ficha de avaliação das necessidades de reabilitação, para apoio às vistorias; as respectivas instruções de aplicação, com a definição de critérios no preenchimento das fichas; e uma folha de cálculo para registo da recolha de dados que permitisse a obtenção de resultados.

Rodrigues *et al.* (2010) apresentaram uma metodologia de inspeção visual da envolvente construída dos edifícios, com aplicação na identificação das principais anomalias visíveis num conjunto de habitações em Portugal. Os objetivos das inspeções seriam a identificação das anomalias, a avaliação do seu nível de severidade, a dedução sobre as suas causas e a sugestão de medidas corretivas. Os peritos apoiar-se-iam no método do Modo de Falha e Análise de Efeitos (FMEA, do inglês *Failure Mode and Effects Analysis*), o que permitiria encontrar relações entre o estado de deterioração dos elementos analisados e o seu nível de desempenho. Para o efeito, estabeleceram-se duas escalas de avaliação: para o grau de degradação de cada anomalia tipificável e para o nível de desempenho de cada edifício de acordo com um conjunto de exigências funcionais. A primeira escala, qualitativa e quantitativa, procurava quantificar as anomalias identificadas pelo seu nível de severidade, através de parâmetros de deterioração para cada nível. Concluiu-se que as ferramentas de avaliação de risco desenvolvidas poderiam ser importantes para equipas de projeto na prevenção de determinadas falhas e futuras anomalias construtivas. Tendo conhecimento de informação deste tipo, os projetistas poderiam desenvolver opções construtivas mais duráveis.

Concluindo, embora o papel do estudo da patologia construtiva possa diferir de caso para caso, a sua principal função é, de um modo geral, auxiliar na tomada de decisões, tornando-se este estudo cada vez mais importante no contexto atual. A construção é uma indústria que, ao fazer mover muitas outras, tem peso económico (variando de país para país); com a reabilitação e manutenção, a construção pode tornar-se mais sustentável.

Deve ter-se ainda em linha de conta que a maioria das falhas construtivas não corresponde a colapsos dramáticos, mas sim a ligeiros problemas estruturais ou mecânicos e questões de desempenho em serviço, como fendilhação pouco significativa ou entrada de água nos edifícios (Ilozor *et al.*, 2004).

Além disso, há que considerar que o tipo de abordagem mais corrente, sob a perspectiva forense e análise patológica de anomalias construtivas, acontece depois dos sintomas da anomalias, permitindo apenas recomendações curativas. O investimento em sistemas estratégicos de análise e modelação de informação já pode funcionar em antecipação, permitindo a definição de ações preventivas.

Será também importante abordar a questão patológica com a noção de que uma anomalia é em si uma cadeia de eventos, que inclui a causa, a ação errónea, a manifestação da anomalia, a consequência e a medida corretiva (Brunsson, 1982 *in* Josephson e Hammarlund, 1999). Por isso, não é vantajosa a tomada de decisões avulso à medida que surgem falhas construtivas. Em vez disso, é possível chegar a soluções duradouras através da concentração de esforços e recursos numa ou em algumas falhas às quais as outras estão ligadas. E, mais do que isso, será prudente combater algumas das mais importantes causas de defeitos construtivos em vez de remediar muitos dos seus efeitos.

## 3. Enquadramento: escolas para o ensino técnico secundário

---

### 3.1. Das primeiras experiências no ensino à *Parque Escolar, EPE*

Na primeira década do século XXI, a rede de escolas secundárias em funcionamento constituía um legado do século XX, ou, em alguns casos, do século XIX. Nela encontrava-se refletida a própria História portuguesa, onde se incluía a História do uso dos materiais na construção, mas também a evolução da pedagogia ao longo dos tempos, como descreve Moniz (2009). As escolas são testemunho dos melhores exemplos de construção de época, com «*soluções e técnicas construtivas mais avançadas e de maior qualidade*» (Proença e Gago, 2011) dada a responsabilidade do Estado, ao construí-las, e a importância simbólica e efetiva das suas funções.

Data de 1836 o primeiro texto legislativo que previa a criação de escolas secundárias – o Plano dos Liceus Nacionais da autoria de Passos Manuel. Nele promovia-se um ensino laico alargado ao cidadão comum para a aquisição de conhecimentos técnicos, científicos e artísticos (Heitor, 2010). Os primeiros liceus instalaram-se em edifícios abandonados pelas ordens religiosas, numa primeira fase, e progressivamente em edifícios construídos para o efeito. As reformas de Jaime Moniz, 1894-95, e Eduardo Coelho, 1905, contribuíram para o estabelecimento das bases para a construção dos edifícios liceais. Na primeira reforma, consolidou-se a sala de aula como espaço primordial, introduziram-se novas áreas para o estudo, para a leitura e para a refeição, contribuindo ainda para a valorização de zonas não edificadas num recinto limitado, para o recreio e prática de desportos. Instituíram-se, então, liceus centrais em Lisboa, Porto e Coimbra (estudos para o ingresso no ensino superior) e liceus nacionais nas capitais de distrito (estudos adaptados ao exercício profissional). Na segunda reforma, relevaram por um lado preocupações higienistas e de saúde escolar, que se refletiram no lugar central atribuído aos ginásios e na importância dada ao tratamento do seu interior e, por outro, a valorização de disciplinas científicas, do ensino ativo e experimental, criando laboratórios devidamente equipados.

Entre 1836 e o final do século XIX, houve também um incentivo à instrução profissional para as atividades industriais, dando seguimento à política Pombalina. Passos Manuel criou os Conservatórios de Artes e Ofícios de Lisboa e do Porto, em 1836 e 1837, respetivamente, e em 1853 Fontes Pereira de Melo criou os Institutos Industriais de Lisboa e do Porto. Simultaneamente, foram criadas escolas técnicas para o ensino agrícola, com um grau elementar, um segundo grau ministrado apenas em Lisboa, Viseu e Évora e o terceiro grau, de nível superior, a funcionar no Instituto Agrícola em Lisboa. Foi, ao mesmo tempo, considerado o ensino comercial, anexado primeiro ao Liceu de Lisboa e, em 1869, integrado no Instituto Industrial. Nos anos de 80 do século XIX, e devido ao fracasso de reformas anteriores, António Augusto Aguiar propôs a generalização pelo país de escolas profissionais:

Escolas Industriais e de Desenho Industrial e Escolas Práticas (de agricultura, vinicultura e laticínios). Ainda em Lisboa, desenvolveu-se o Plano de Organização do Curso Comercial no Instituto Industrial e Comercial. Apesar deste contexto, a inauguração da primeira escola industrial construída de raiz para o efeito realizou-se apenas em 1888 – a Escola de Desenho Industrial Marquês de Pombal em Lisboa, desenhada pelo arquiteto Pedro Ávila.

Estas primeiras escolas para o ensino secundário foram construídas ainda sob as lições das *regras de boa prática*, que se espelhavam desde 1755 na *gaiola pombalina* e na sua evolução para edifícios *gaioleiros*, ou seja, edifícios com paredes exteriores portantes em alvenaria, sem contraventamento de madeira, paredes de tijolo maciço e pavimentos integralmente em madeira, técnicas exemplificadas na Figura 3.1.

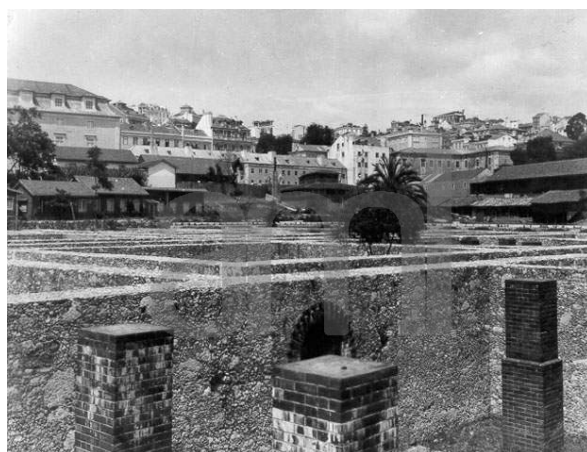


Figura 3.1: Embasamento do Liceu Passos Manuel em Lisboa durante a sua construção (Benoliel, 1907).

O ensino para todos foi uma das bandeiras republicanas, que obteve maiores reflexos em níveis de ensino elementares. Após a proclamação da República em outubro de 1910, e sob sucessivas administrações, inaugurou-se a Escola Industrial Machado de Castro (final da década de 1920, projeto do arquiteto Vítor Bastos), que consta ter sido a segunda escola profissional de raiz do país, mais uma vez em Lisboa. Sob a presidência de Sidónio Pais, reviu-se o ensino secundário, o que veio a ter reflexos no edificado liceal dos anos 30 do século XX, ao passarem a ser previstas bibliotecas, salões cinematográficos, ginásios, balneários e piscinas nas escolas.

Com o Estado Novo, procurou-se reparar e completar a rede existente e, com a separação por géneros dos alunos nas escolas, o regime criou novos edifícios para o ensino secundário específicos para o sexo feminino. As escolas para o ensino técnico elementar foram uniformizadas, criando-se, neste âmbito, a Escola de Artes Decorativas António Arroio em Lisboa (1928, arquiteto Norte Júnior). No contexto do ensino técnico médio, os Institutos Industriais e Comerciais deram origem a Institutos Industriais e a Institutos Comerciais e criaram-se Escolas de Regentes Agrícolas.



Em 1938, e após novos ajustes no currículo liceal e determinação da sua cooperação com a recém-criada Mocidade Portuguesa, a Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário (JCETS, 1934) passou a concentrar não só a promoção mas também o desenvolvimento de projetos, gerando uma rigorosa unidade formal refletindo a política educativa do regime. Este organismo promoveu também o ensino técnico, de acordo com a reforma de 1947. Esta determinou claramente a existência de duas vias dentro do ensino secundário: o ensino liceal, para acesso ao ensino universitário, e o ensino técnico, constituído por Cursos de Aprendizagem, Formação e Aperfeiçoamento Profissionais a partir dos quais se poderia ingressar nos Institutos Comerciais e Industriais. Foram construídos, remodelados e ampliados edifícios de escolas industriais e/ou comerciais, escolas agrícolas e agroindustriais, escolas de artes decorativas, escolas de regentes agrícolas e institutos industriais e comerciais. Para o sucesso deste impulso no ensino técnico, que se estendeu pela década de 1950, recorreu-se a um programa base e a um conjunto de soluções arquitetónicas sistematizadas, que tiveram reflexo no primeiro anteprojeto-tipo da Escola Técnica Elementar (1947), «*cujas elaborações visou o desenvolvimento de uma solução construtiva economicamente favorável e adaptável a terrenos com diferentes características topográficas e de orientação*» (Heitor, 2010). Foi materializado em Lisboa na Escola Técnica Elementar do Bairro de Alvalade (ou Eugénio dos Santos), visível na Figura 3.2, e alargado às escolas técnico-profissionais.



Figura 3.2: Fotografia aérea do cruzamento da Avenida de Roma com a Avenida do Brasil em Lisboa em 1953, em que se vê à esquerda os edifícios principal, do ginásio e das oficinas da escola mais conhecida por Escola Eugénio dos Santos (Oliveira, 1953).

Os edifícios que foram construídos a partir de 1918 e até ao final da década de 50 incorporaram os primeiros modos de utilização de betão armado em Portugal, de acordo com a definição dos primeiros regulamentos para tal – o Regulamento para o Emprêgo do Beton Armado (1918) e o Regulamento de Betão Armado de 1935. Designaram-se por *edifícios de placa* aqueles cujos elementos resistentes verticais eram quase na totalidade paredes de alvenaria que suportavam lajes de piso em betão armado, bem como algumas vigas. Assistiu-se à progressiva introdução de pilares e pórticos pontualmente.

Quando em 1958 foi publicado o Regulamento de Segurança das Construções Contra os Sismos, e logo após em 1961 o Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes, deu-se a passagem brusca para as estruturas portantes integralmente em betão armado, com as alvenarias não resistentes (em geral em tijolo furado) a assumirem um papel de separação entre espaços interiores e entre estes e a

envolvente. Nestes regulamentos, os efeitos da ação sísmica não eram ainda majorados (os coeficientes de majoração das solicitações e de minoração das propriedades dos materiais só seriam introduzidos em 1967), prevendo-se já juntas de separação entre edifícios ou corpos de edifícios.

Além de terem surgido novas normas construtivas, os dados do Ministério das Obras Públicas (1963) apontam para a frequência de aproximadamente 24 000 alunos no ensino profissional, industrial e comercial em 1954-55, aumentando para aproximadamente 80 000 no ano letivo 1963-64. Este número exemplificativo reflete a necessidade de um alargamento da rede de liceus e escolas técnicas, que se deu entre 1958 e 1969 (a Figura 3.3 esquematiza o plano de alargamento). A JCETS projetou novamente de acordo com modelos tipificados, gerando uma resposta rápida às necessidades de edificação. Neste sentido, para os liceus, foi lançado o Plano de 58, com relativa heterogeneidade de soluções arquitetónicas. Para as escolas industriais e comerciais, foi estabelecido o Projeto Normalizado (1960), generalizando um programa e uma conceção construtiva segundo princípios modulares. Só excepcionalmente, e porque a quantidade de trabalho o justificava, se dirigiam convites a projetistas fora do contexto do Ministério das Obras Públicas. Foram disso exemplo as escolas Agroindustrial de Grândola e de Regentes Agrícolas de Évora (1963 e 1966, respetivamente, ambas desenhadas pelo arquiteto Manuel Tainha).

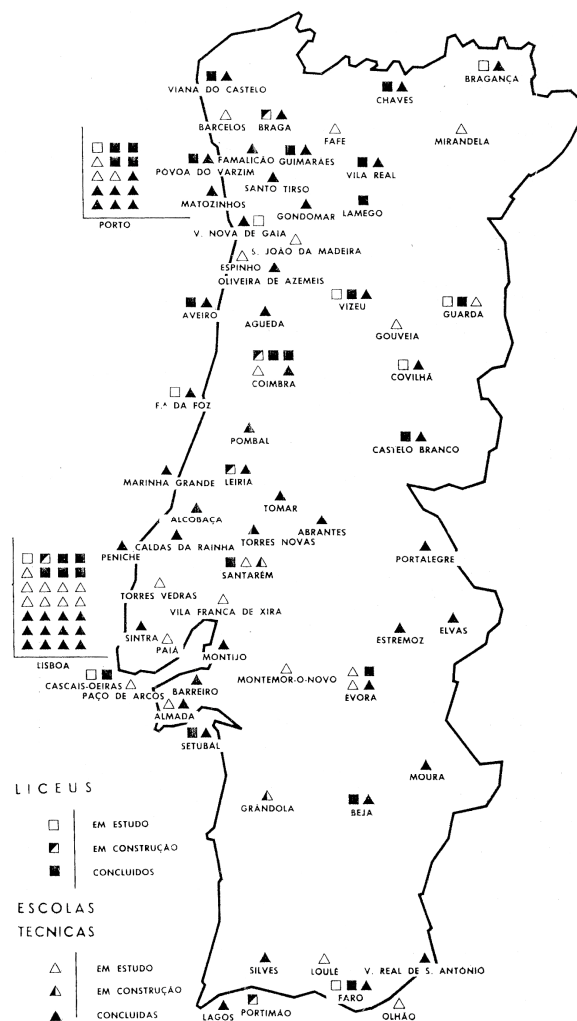


Figura 3.3: Mapa esquemático de Portugal em que se faz o balanço do trabalho da JCETS em termos de liceus e escolas técnicas concluídos, em construção e em estudo (Portugal, 1963).

Simultaneamente, tendo em vista a otimização de recursos, em colaboração com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) no contexto do trabalho de investigação Projeto Regional do Mediterrâneo, o governo português formou o Grupo de Trabalho sobre Construções Escolares, integrado na JCETS. Surtindo efeitos ainda na década de 1960, este grupo visava determinar normas ajustadas pedagogicamente para cada tipo de edifício escolar, em consonância com os montantes disponíveis para novas construções. Da sua metodologia de estudo, salientou-se o ensaio das soluções, com a construção de projetos-piloto, e consequentes melhoramentos progressivos das técnicas construtivas e organização funcional, contribuindo também para a definição de normas gerais e o estabelecimento de limites de custos. Foram realizados três projetos para o concelho de Sintra: Projeto Piloto para uma Escola de Ensino Primário Elementar para 160 alunos (coordenação da arquiteta Maria do Carmo Matos) e o seu Projeto Piloto de Mobiliário Escolar, e o Projeto Piloto da Escola do Ciclo Preparatório do Ensino Secundário para 704 alunos (coordenação do arquiteto Augusto Brandão). Destes projetos apenas o terceiro não foi construído, por apresentar uma solução de utilização mista por rapazes e raparigas.

Em 1965, a revista *Binário* divulgou a tradução da *Carta das Construções Escolares*, publicada em 1959 pela União Internacional dos Arquitectos (UIA). Aí eram dadas orientações para a generalidade dos edifícios escolares. Apontavam-se critérios de distribuição e localização das escolas, incluindo o dimensionamento dos terrenos que deveriam ocupar (superfície de 20 m<sup>2</sup> por aluno). Enunciavam-se princípios como os de adequação de escala, flexibilidade e as particularidades do programa, incluindo o fomento da redução de áreas de circulação, através de disposições mais funcionais, aludindo ao desencorajamento da adoção de longos corredores ladeados por salas de aula. Fazia-se mesmo referência a parâmetros dimensionais das salas de aula, que na tradução são publicados em confronto com os números fixados pelo Ministério da Educação – Tabela 3.1. Era também incitada a franca iluminação natural e difusa das salas de aula, conciliada com proteções solares reguláveis, e a ventilação transversal dos espaços, preferencialmente com dispositivos de regulação. Finalmente, para a realização das construções, era dada a indicação de adoção de métodos de organização racional da construção, em que as condicionantes específicas a cada grau de ensino deveriam ser abordadas em estreita colaboração entre educador e arquiteto, com vista à definição de normas que pudessem conduzir a processos construtivos industrializados. A introdução feita pelo arquiteto Augusto P. Brandão (JCETS) à publicação deste documento deixou claro o conhecimento que os técnicos teriam da *Carta das Construções Escolares*.

*Tabela 3.1: Características de uma sala de aula para ensino geral de acordo com a União Internacional dos Arquitectos comparadas com as características do protótipo português (1965).*

<b>Características da sala de aula</b>	<b>CARTA DAS CONSTRUÇÕES</b>	<b>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO</b>
	<b>ESCOLARES</b>	<b>NACIONAL</b>
<b>Superfície</b>	50-60 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup>
<b>Superfície por aluno</b>	1,5-2,5 m <sup>2</sup>	1,37 m <sup>2</sup>
<b>Número de alunos</b>	25-40	35

Seguiu-se a criação da chamada *telescola*, pelo Centro de Estudos de Pedagogia e Audiovisual (1964), com a promoção do ensino com recurso ao cinema, projeção fixa, rádio, gravação sonora e televisão. Em 1967, a partir da junção do 1.º Ciclo do Ensino Liceal e do Ciclo Preparatório do Ensino Técnico, foi criado o Ciclo Preparatório do Ensino Secundário, adiando a escolha entre um curso liceal e um curso técnico, ao mesmo tempo prolongando a escolaridade obrigatória por mais seis anos. Tornou-se necessária a construção de novos edifícios escolares próprios, com separação de sexos. As Escolas Preparatórias do Ensino Secundário envolveram uma equipa integrada no JCETS, coordenada pelo arquiteto Augusto Brandão, com a colaboração da Direção de Serviços do Ciclo Preparatório e da empresa *Profabril*. O projeto tipo desenvolvido foi guiado por novos princípios pedagógicos e por processos de prefabricação, permitindo uma significativa generalização da oferta educativa, rápida e económica. Ao mesmo tempo e com propósitos idênticos, Maria do Carmo Matos desenvolveu o Projeto Normalizado para Liceu Tipo.

Até à queda da ditadura em Portugal, num contexto político instável marcado pelo Maio de 1968 e subsequentes crises académicas, o então ministro da educação, Veiga Simão, promoveu reformas sob o lema da democratização do ensino, estimulando o ensino pré-escolar, ampliando a escolaridade obrigatória, readaptando o ensino secundário e diversificando o ensino superior. Em 1973, foi aprovada a Lei de Bases do Sistema Educativo, que não se chegou a cumprir.

Com o regresso da democracia a Portugal em 1974, houve um novo reflexo determinante nos edifícios escolares, ao inscrever-se na Constituição de 1976 o «*direito à igualdade de oportunidades de acesso e êxito escolar*» (n.º 1 do artigo 74.º), incumbindo o Estado de «*assegurar o ensino básico, universal, obrigatório e gratuito*» (alínea a) do n.º 2 do artigo 74.º) numa «*rede de estabelecimentos públicos que [cobrisse] as necessidades de toda a população*» (n.º 1 do artigo 75.º da Constituição da República Portuguesa).

Do período de transição após a ditadura, decorreram duas grandes transformações no ensino: em 1975, extinguiu-se o ensino técnico e o ensino secundário passou a ser unificado; em 1978, decretou-se o fim da designação *liceu*, substituída por *escola secundária*. Na continuidade de estudos realizados anteriormente, a arquiteta Maria do Carmo Matos e o engenheiro Vítor Quadros Martins coordenaram a equipa de desenvolvimento do Estudo Base para a Elaboração dos Projetos de Execução de Instalações para Escolas Preparatórias e Secundárias. Aí estabeleceram-se programas e tipologias por nível de ensino e quantidade de alunos, com recurso a uma construção industrializada, de modo a reduzir tempo e investimento.

Os Planos Especiais de Construção Escolar, nos anos 80, voltaram a recorrer ao projeto tipo com elementos prefabricados (Figura 3.4), com destaque para os designados *3x3 simples* e *base técnica*, que se vieram a implantar um pouco por todo o país, com claros benefícios culturais e sociais, muito embora com algumas limitações funcionais associadas.



*Figura 3.4: Escola Secundária Mouzinho da Silveira, em Portalegre, construída em 1976.*

Entretanto, também as normas construtivas evoluíram, principalmente quanto à segurança das estruturas, mantendo-se, no entanto, o emprego generalizado de estruturas em betão armado fechadas por paredes de alvenaria, ainda sem preocupações muito apuradas relativamente ao conforto térmico e acústico. O Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes e o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado foram publicados em 1983 e reuniam métodos mais minuciosos para a conceção de estruturas de betão armado. Previa-se uma hierarquização funcional das construções, de acordo com a operacionalidade que lhes fosse solicitada após a ocorrência de um sismo. Neste âmbito, os edifícios escolares não foram considerados como exemplos de maior importância, pelo que, por omissão, se assumiram como edifícios de importância corrente.

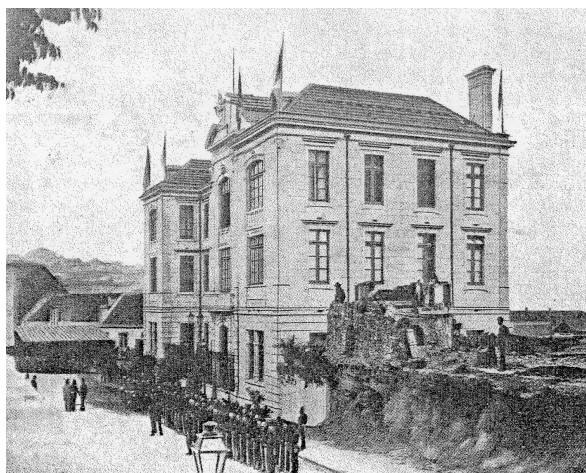
Assim se chegou ao século XXI, com uma quantidade de escolas assinalável (477), bastante heterogénea e em mau estado de conservação, onde novas exigências funcionais e de conforto se impunham.

O período de tempo descrito reflete a evolução tipológica da rede escolar. Tal como outras tipologias funcionais, as escolas são como um organismo em que «*um tipo avançado é legível como permanência*» nos subtipos que lhe sucedem. Então, as estruturas tipológicas devem ser lidas como aprofundamentos progressivos, em que o nível de tipicidade será tanto maior quanto maior subdivisão em categorias com um número reduzido de exemplares houver. Estes, comparados indiferenciadamente, mostram «*as características das diferenças lidas segundo um modelo unitário*» (Caniggia e Maffei, 1995), sendo importante o número de alterações graduais, isto é, a linha temporal.

O projeto-tipo não se resume à repetição de ideias, formas ou materiais, sendo enriquecido pelas adaptações necessárias. Neste sentido, devem ser tomadas como exemplo as escolas primárias projetadas por Raul Lino. Assim, são criadas imagens, formas e referências comuns, com a diferenciação a surgir na concordância de cada edifício com a sua envolvente.

### 3.2. As escolas industriais e comerciais

Em Portugal, a história dos edifícios destinados ao ensino técnico e profissional começou em 1886, quando se iniciou a construção da Escola de Desenho Industrial Marquês de Pombal em Alcântara (Figura 3.5), onde na época abundavam operários e as suas famílias. Mais tarde, ao edifício original acrescentaram-se oficinas, um pavilhão central e um piso em mansarda para que, além da obtenção da habilitação complementar para o ingresso nos institutos industriais, se aprendessem as seguintes profissões: carpinteiro de moldes, fundidor, serralheiro mecânico, torneiro mecânico, fresador, electricista, mecânico de automóveis e auxiliar de laboratório químico (Heitor, 2010).

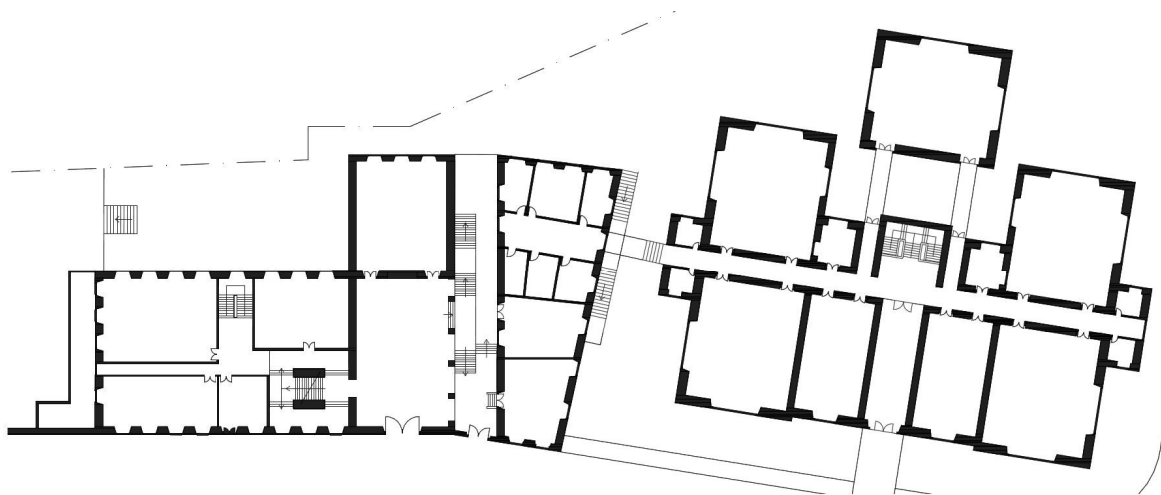


*Figura 3.5: Gravura que assinala a inauguração da Escola de Desenho Industrial Marquês de Pombal em 1888, composta ainda por apenas um edifício (Escola Industrial Marquês de Pombal, 1963).*

Em 1915 e em 1928, foram construídas a Escola Machado de Castro e a Escola Industrial António Manuel Gonçalves (designação inicial da Escola de Artes Decorativas de António Arroio), respetivamente, indo ambas ocupar espaços junto a liceus. Na Escola Machado de Castro, cada piso correspondia a uma especialidade programática de desenho e trabalho oficial entre carpintaria, serralharia e ourivesaria, contando com aulas teóricas noutra edifício (mais antigo). No edifício projetado por Vítor Bastos Júnior, à direita na Figura 3.6, os espaços, iluminados por grandes vãos, distribuíam-se ao longo de um corredor central, sendo os pisos ligados por uma escada ao centro com iluminação natural.

Os edifícios construídos até cerca do primeiro quartel do século XX podem ser agrupados, quanto à sua tipologia construtiva, no conjunto dos edifícios com pavimentos em madeira e paredes portantes de alvenaria, como referido na página 20. Ainda assim, o uso dos novos materiais betão armado e aço estrutural foi indicado como uma opção a considerar desde 1902 (Inspeção Sanitária Escolar), apesar de as técnicas de conceção serem genericamente as tradicionais na aplicação conjunta com materiais também tradicionais. De acordo com Proença e Gago (2011), neste período eram características as paredes em alvenaria de pedra e cal e tijolo maciço, suporte dos pavimentos. Se exteriores, podiam atingir espessuras na ordem de 1,10 m ao nível das fundações, variando em altura até espessuras de 0,60 m. Quanto às paredes interiores, as espessuras situavam-se entre 0,30 e 0,40 m. Os pavimentos

eram essencialmente vigamentos de madeira revestidos por soalho de madeira, que podiam passar a perfis metálicos, abobadilhas cerâmicas e um enchimento de argamassas de areia, cal e pozolana em corredores, pisos térreos ou zonas húmidas. Em ambos os casos, o apoio nas estruturas de alvenaria podia ser direto ou mediado por vigas metálicas (vigas mestras). As coberturas eram revestidas a telha cerâmica, apoiada em ripados e vigamentos de madeira sobre asnas metálicas ou diretamente apoiados nas paredes de alvenaria, sem recurso a apoios intermédios em paredes interiores. Só nos ginásios se utilizavam estruturas mais ligeiras. Quanto às fundações, nos casos em que não podiam ser diretas, recorria-se a poços preenchidos com alvenaria e unidos por arcos.



*Figura 3.6: Planta do piso 0 da Escola Machado de Castro; o edifício visível do lado direito foi projetado em 1915 por Vítor Bastos Júnior (Heitor, 2010).*

Foi só com a reforma do ensino técnico-profissional de 1947 (Decreto-Lei n.º 36 356, de 19 de Junho de 1947) que os edifícios começaram a ter condições funcionais adequadas para os cursos deste teor. No processo que então decorreu, distinguem-se duas fases, no que à construção se refere. Na primeira, aplicaram-se dois anteprojetos-tipo que diferiam quanto ao programa funcional de acordo com o nível de ensino: Escolas Técnicas Elementares de 1.º grau (1947) e Escolas Profissionais de 2.º grau (1950). A partir de 1952, abriu-se a possibilidade de, em prol da economia e da sua funcionalidade, haver ligeiras adaptações em cada aplicação dos projetos-tipo. Na segunda fase, iniciada em 1960, optou-se por um Projeto Normalizado para o Ensino Técnico e Secundário, procurando maior eficácia e rapidez face ao aumento progressivo de alunos.

O anteprojecto-tipo das Escolas Técnicas Elementares (1947) assentava nas diretrizes pedagógicas definidas pela Direção-Geral do Ensino Técnico Elementar e aliava-as a uma solução construtiva económica adaptável a diferentes terrenos. Sob a coordenação do arquiteto José Costa e Silva (JCETS), concebeu-se um edifício para cerca de 1 000 alunos que necessitava de um terreno cuja área rondasse 10 000 m<sup>2</sup>. O programa funcional era distribuído por três corpos distintos: o primeiro destinado a espaços letivos e administrativos, o segundo para a educação física e o terceiro para as oficinas. O

primeiro corpo assumia o papel principal, com uma entrada nobre. Na configuração retangular da planta deste edifício, esta entrada localizava-se num dos seus extremos, no topo ou lateralmente de acordo com as exigências da implantação do edifício. Os espaços desenvolviam-se, então, por três pisos com um corredor central e escadas em ambos os topos. A franca iluminação natural em cada topo e nas escadas servia também para iluminar o corredor central que, por isso, devia ter um comprimento limitado. A implantação deste corpo deveria possibilitar que a Sul do corredor houvesse salas de aula e a Norte especificamente salas de desenho, com amplas janelas para o exterior e janelas elevadas interiores para o corredor.

A solução para o segundo corpo da escola decorre de uma outra solução testada em liceus do *Plano de 38*. A educação física usufruiria de um ginásio no piso superior e no piso inferior eram «*instalados anexos, a sala de canto coral, o refeitório e a cozinha*» (Heitor, 2010).

Finalmente, o terceiro corpo desenvolvia-se num único piso com grandes salas para os trabalhos manuais e oficinais. Se se tratasse de uma escola feminina, poderia haver mais do que um piso, partindo do princípio de que não seriam necessários espaços tão grandes.

Estes três corpos articulavam-se entre si de acordo com as características topográficas e orientação do terreno. Como referido, a primeira escola em que se aplicou este projeto foi construída no Bairro de Alvalade em Lisboa, seguindo-se muitas outras de Norte a Sul.

O Anteprojeto-tipo das Escolas de Ensino Profissional (1950), baseado nas Normas gerais para as instalações das Escolas do Ensino Técnico e Profissional (JCETS), tinha em conta a existência de escolas Industriais, Comerciais ou Industriais e Comerciais e aplicar-se-ia a qualquer tipo de escola do Ensino Técnico Profissional, como a que se observa na Figura 3.7. Para este projeto, previu-se a existência de 500 alunos numa escola implantada num terreno com a área mínima de 15 000 m<sup>2</sup>. Deu-se continuidade a uma conceção assente na existência de três corpos, em que o corpo oficial, com um piso e iluminação zenital através de cobertura em *shed*, variava em dimensão de acordo com a oferta curricular da escola. O anteprojeto incluía exemplos para a disposição dos corpos entre si, para que, tal como o seu antecessor, fosse adaptável a diferentes topografias.

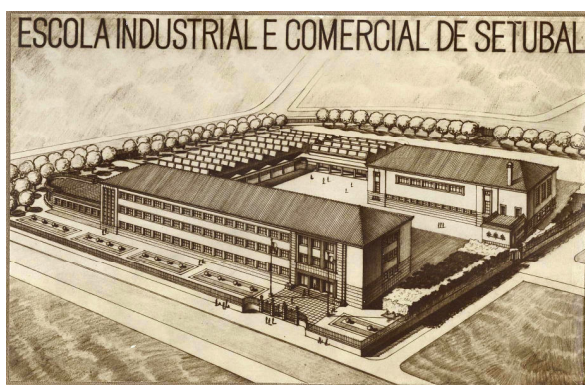


Figura 3.7: Perspetiva do projeto da Escola Industrial e Comercial de Setúbal, programada por Decreto de 1948 e concluída em 1956; o terreno escolhido tinha características lodosas em profundidade, pelo que foram utilizadas fundações especiais (JCETS, 1951).



O programa previsto fazia a distinção entre serviços administrativos, escolares, especiais, de educação física e de comunicações, além de outras áreas de arrumação ou instalações técnicas. Nos espaços para os serviços escolares, ia-se para lá do que tinha sido desenvolvido nas Escolas Técnicas Elementares, pois além das aulas normais e das salas de desenho, previam-se aulas de ciências geográfico-naturais, salas de laboratórios, anfiteatros e salas de contabilidade, comércio e dactilografia, bem como todos os espaços inerentes ao trabalho oficinal ou aos trabalhos femininos. Finalmente, faziam parte dos princípios gerais deste anteprojecto-tipo as noções de ordem e disciplina fomentando uma sobriedade de composição que melhor traduzisse o espírito funcional dos serviços a que as instalações se destinavam (1951, JCETS, *in* Heitor, 2010).

Com vista à obtenção de um projecto mais otimizado, económica e funcionalmente, no Estudo sobre Escolas Técnicas de 1952, a JCETS veio, desde logo, redimensionar e reposicionar os edifícios que compunham as escolas diminuindo áreas e volumes de construção.

O corpo principal manteve o corredor central que passou, no entanto, a situar-se rigorosamente ao centro, de modo a que houvesse salas de aula de iguais dimensões a Norte e a Sul., com vantagens quanto ao equilíbrio estrutural e quanto à rentabilização do espaço. As salas de aulas, antes com 6 x 9 m, passaram a ter 6,8 x 7,5 m, sendo o comprimento duplicado nas salas de desenho. Também se restringiram as dimensões dos átrios de entrada e das caixas de escadas e os pisos passaram de um pé-direito de 4 m para 3,6 m; no ginásio, a redução foi de 7,5 m para 6 m, acompanhada de uma redução de área na ordem de 6 m<sup>2</sup>. Já nas oficinas, a largura de cada unidade passou de 10 m para 7 m, simplificando a construção com *sheds* de uma única faixa iluminante. O seu pé-direito, até à linha de asnas, reduziu-se para 4,5 m.

No que diz respeito aos revestimentos, os ladrilhos hidráulicos nos lambris foram substituídos por marmorite e os mármore em átrios por outros materiais menos dispendiosos. Além disso, o desenho de vedações foi racionalizado procurando maior segurança por menor custo.

No contexto deste estudo para as escolas técnicas, passou a haver abertura para que o corpo de aulas pudesse ter quatro pisos, desde que ocupado por salas de uso esporádico (laboratórios, por exemplo). Esta medida permitia que o terreno de implantação fosse menor do que inicialmente previsto sem que se perdesse o desafogo, valorizado em detrimento de «*estreiteza e constrangimento*» (1952, JCETS, *in* Heitor, 2010).

Até ao final da década de 1950, assistiu-se à crescente adoção do betão armado na generalidade das construções, e também nos edifícios escolares. As técnicas de construção de liceus entre as décadas de 1930 e 1950 tiveram reflexo nas escolas para o ensino técnico. Neste período, os diferentes edifícios liceais contaram inicialmente com o saber de nomes sonantes da arquitetura moderna portuguesa: Cristino da Silva, Cottineli Telmo, Carlos Ramos, Adelino Nunes e Jorge Segurado foram os primeiros a explorar as potencialidades plásticas do betão armado, para lá das suas vantagens construtivas. Em seguida, o corpo técnico da JCETS passou a encarregar-se maioritariamente dos projectos a desenvolver, para que houvesse

um maior controlo da conceção e da construção, conducentes a uma unidade formal menos *moderna* e mais de acordo com alguns valores tradicionalistas do Estado Novo – caso das coberturas inclinadas e das cantarias decorativas. Os edifícios, conhecidos por *edifícios de placa*, eram constituídos por uma estrutura resistente de paredes portantes de alvenaria, como nos edifícios para o ensino técnico desta fase. As paredes exteriores em pedra atingiam espessuras superiores a 0,60 m e as interiores em alvenaria de tijolo cerâmico ou blocos de betão rondavam 0,25 a 0,30 m de espessura. A estrutura resistente compunha-se por lajes de betão armado, normalmente lajes aligeiradas e armadas unidireccionalmente, vigas de betão armado e escadas em betão armado maciço. Nalgumas áreas dos edifícios, em que se procurava um maior afastamento entre elementos resistentes e maior ligeireza, utilizaram-se também pilares em betão armado que suportavam o pavimento superior por meio de grelhas de vigas de betão armado. Na continuidade do edifício em altura, poderia então restabelecer-se a utilização das alvenarias como elemento portante, sem constrangimentos pela alternância entre materiais. As coberturas eram revestidas a telha cerâmica sobre estruturas de madeira apoiadas na laje de esteira ou, caso existissem, em vigas invertidas em betão armado. Nos edifícios sem laje de esteira, utilizaram-se «*asnas, metálicas ou de madeira, que se [apoiavam] nas paredes externas do edifício*» (Proença e Gago, 2011).

Nos blocos oficinais das escolas industriais e comerciais, o betão armado foi utilizado mais cedo, pois as suas características resistentes eram vantajosas para a criação de *sheds*. As coberturas com um desenho em forma de serrilha iluminavam espaços amplos, que não se coadunavam com a utilização maioritária de alvenarias resistentes. Deste modo, apesar de não serem unicamente em betão armado, os primeiros blocos oficinais (até 1958) podiam incluir-se nos edifícios em betão armado anteriores à regulamentação sísmica, pois neles a aplicação conjunta de lajes, vigas e pilares não era meramente excepcional. O sistema estrutural era constituído por uma estrutura interior reticulada de pilares, vigas e asnas prefabricadas em betão armado, formando pórticos transversais à direção do *shed*, enquanto as paredes exteriores permaneciam como elementos resistentes em alvenaria de pedra ou mista. Sobre esta estrutura, formavam-se lajes aligeiradas inclinadas revestidas a telha cerâmica. Não se encontrava desenvolvida a noção de necessidade de juntas de dilatação, pelo que genericamente não eram concebidas.

Em 1956, o Ministério das Obras Públicas publicou os *Elementos para o Estudo do Plano de Fomento 1959-1964*, que incluía um volume dedicado às Escolas Técnicas. Este relatório, elaborado pela Junta de Construções para o Ensino Técnico e Secundário (JCETS), terá tido um contributo importante para que, em 1960, fosse delineado um novo plano de construção de escolas técnico-profissionais, ao qual a JCETS respondeu no mesmo ano com o *1.º Projecto Normalizado*. Esta resposta quase imediata terá estado relacionada com a experiência entretanto adquirida pelos técnicos (como no Liceu de Rainha D. Leonor, 1957-1961) que, além disso, se organizaram, visitaram escolas noutros países e procuraram conhecer as soluções inovadoras da época. Este projeto teve seguimento num conjunto de estudos que serviram não só para a conceção e construção de escolas industriais e comerciais entre 1960 e 1964, mas também para os edifícios liceu (1964-1968). O arquivo das construções escolares para o ensino técnico e secundário do Ministério da Educação também se refere a este projeto-tipo como *Projecto Mercúrio*, designação inspirada nos programas espaciais em voga. A normalização assentava (1) na

adoção de um módulo adequado para o dimensionamento dos diferentes edifícios; (2) na fixação de esquemas de articulação parcial em planta de acordo com as exigências dos diferentes setores do conjunto escolar (orientação e implantação dos 3 corpos fundamentais correspondentes aos edifícios de Aulas, Educação Física e Oficinas); e (3) na fixação de pormenores construtivos, tanto para as estruturas resistentes como para os restantes elementos arquitetónicos; por fim, deveria ser possível articular os diferentes estudos e estabelecer elementos de ligação normalizados entre os diversos corpos, cujo desenvolvimento dependeria de cada caso, ou melhor, de cada terreno (Arquivo do Ministério da Educação, sinopse do *Projecto Mercúrio*, [s.d.]). Previa-se que a normalização dos diferentes elementos de construção trouxesse benefícios técnicos, económicos e ao nível do planeamento ao serem produzidos antecipadamente e em grande escala elementos de cobertura, pavimentos, carpintarias, caixilharias de betão vibrado, revestimentos ou outros que se viessem a considerar. Os novos princípios propostos foram sendo testados em escolas em diferentes locais: Caldas da Rainha, Estremoz, Famalicão, Montijo (Figura 3.8), Moura, Pombal, Torres Vedras, Vila Real de Santo António e Viana do Castelo. Da lista inicial constavam ainda Espinho, Évora e Santarém, cujas escolas foram construídas posteriormente segundo outros modelos. Em seu lugar, foram construídas, também segundo o 1.º *Projecto Normalizado*, as escolas de Sintra (Cacém), S. João da Madeira e Gouveia. O critério para a escolha das localidades está patente nas Considerações Prévias do relatório da JCETS elaborado para os Planos de Fomento. Além de se referirem à eventual simpatia de cada população pelo ensino técnico e ao nível de industrialização existente ou previsto, pode ler-se:

*No segundo caso, isto é, no que diz respeito à criação de novas escolas, já será mais fácil fixar-se um critério relativamente seguro, baseado, possivelmente, no elemento população.*

*E afigura-se que o País atingiria já um elevado grau de possibilidades no campo do ensino técnico se fosse possível dotar todos os centros populacionais com mais de 10 ou 15.000 habitantes com uma escola industrial. (Távora, 1956)*

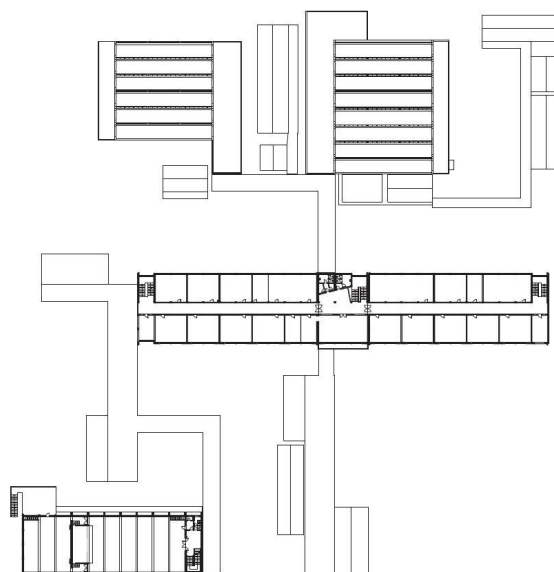


Figura 3.8: Planta do piso 1 da Escola Industrial e Comercial do Montijo (atual Escola Secundária Jorge Peixinho), com aplicação do 1.º Projecto Normalizado (Heitor, 2010).

O programa único das escolas segundo o *1.º Projecto Normalizado* compreendia uma população escolar de entre 800 e 1 200 alunos, distribuído em blocos funcionais. Entre estes, realça-se o dos espaços letivos, de configuração linear, que mantinha o corredor central já anteriormente adotado, mas agora segundo uma estrutura tipo modular. Este corredor passou a ser iluminado também a meio do seu desenvolvimento por um terceiro conjunto de acessos verticais, que se constituía como um corpo de ligação entre dois corpos de 44 m. Assim, de um corredor contínuo passa-se a ter dois corredores, que podiam mesmo ser desnivelados entre si  $\frac{1}{2}$  ou 1 pavimento, vencidos pela utilização do terceiro corpo. Quanto aos módulos, para turmas de 36 alunos, conceberam-se salas de aulas normais com cerca de 7x8 m. A partir daqui, a estrutura podia assumir uma solução a  $\frac{1}{3}$ , com os suportes de fachada espaçados entre si 2,7 m, adequando-se apenas a algumas salas; ou uma solução a  $\frac{1}{2}$  com espaçamentos na fachada de 4 m., melhor para o rasgamento de vãos em entradas e outras salas de uso especial. O sistema estrutural comportava pórticos de betão armado, lajes aligeiradas nas salas de aula e maciças nos corredores e coberturas inclinadas com lajes de esteira. Os diferentes blocos eram agregados por um sistema de circulações cobertas exteriores, que tinham um funcionamento estrutural autónomo concedido pelo uso de juntas de dilatação, também aplicadas no bloco letivo.

O *2.º Projecto Normalizado* destinou-se aos liceus de Cascais e de Vila Nova de Gaia, já em 1964. A proposta de organização de espaços funcionais em diferentes blocos de salas de aula seria também desenvolvida e adaptada para escolas industriais e comerciais, constituindo no mesmo ano o *3.º Projecto Normalizado*, aplicado em Évora e Espinho. Os blocos, com salas para aulas de diferente teor em torno de pátios interiores, eram unidos por galerias de comunicação entre estes e o bloco central, com um espaço de uso coletivo designado por sala polivalente ou de reuniões, apto para diferentes usos de toda a comunidade escolar, desde assembleias a festividades. As oficinas mantiveram o modelo já utilizado, com base no *shed*, e as instalações desportivas seguiram o modelo de pavilhão. Esta tipologia escolar foi também identificada pela designação *pavilhonar de base técnica*.

Dos anteriores, decorre ainda o *4.º Projecto Normalizado* para os liceus D. Pedro V em Lisboa e Garcia de Orta no Porto. Em 1968, nasce também o *Estudo Normalizado aplicado à Escola Preparatória do Ensino Secundário* e o *Estudo Normalizado dos Liceus-tipo*, este coordenado pela arquiteta Maria do Carmo Santos, ao contrário dos restantes, que foram coordenados pelo arquiteto Augusto Brandão.

No contexto do ensino técnico profissional, e também nos anos 60 do século XX, foram desenvolvidos dois projetos especiais pelo arquiteto Manuel Tainha, as já mencionadas Escola Agroindustrial de Grândola e Escola de Regentes Agrícolas de Évora. Embora devessem responder aos mesmos propósitos pedagógicos e económicos, constituíram casos únicos de investigação, tanto pelo programa mais direcionado, como pela irrepetibilidade. De tal forma que são observáveis maiores preocupações de implantação dos edifícios no terreno, tendo em especial atenção a transição interior-exterior e a luz natural como valores acrescentados para o espaço letivo.

A escola pioneira do ensino técnico em Portugal, a Escola de Desenho Industrial Marquês de Pombal, foi deslocada para um novo edifício construído para o efeito em Belém, Lisboa, em 1962 (Figura 3.9). Nas suas instalações originais, passou a funcionar a Escola Industrial de Fonseca Benevides, até então em funcionamento em Santos-o-Velho, posteriormente designada por Escola Secundária de Fonseca Benevides. Em 2008, foi também, por sua vez, deslocada para integrar o Pólo de Educação e Formação D. João de Castro, no Alto de Santo Amaro em Lisboa.



Figura 3.9: Interior da oficina de serralharia das novas instalações da Escola Industrial Marquês de Pombal, em Lisboa na Rua Alexandre Sá Pinto (Escola Industrial Marquês de Pombal, 1963).

Entre 1958 (*Regulamento de Segurança das Construções Contra os Sismos*) e 1983 (*Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes e Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado*), os edifícios em betão armado generalizaram-se com normas concretas para o seu dimensionamento, incluindo uma análise sísmica designada por *método do coeficiente sísmico*. A racionalidade de métodos foi associada à normalização com vantagens económicas, a par com o progressivo desenvolvimento de soluções prefabricadas e de construção industrializada, fazendo com que a unidade formal que daí adveio só fosse contrariada pela existência de mais do que um projeto tipo. Até 1980, destacavam-se os *edifícios de prefabricação pesada* (*Somapre, Indubel e Imprel*) e os *edifícios de prefabricação mista*, que incorporavam painéis de parede e estruturas metálicas, de que foram exemplo os edifícios construídos com o sistema CLASP (*Sorefame*).

### 3.3. Referências e influências internacionais

Portugal não se alheou completamente das referências arquitetónicas internacionais, de tipologia escolar ou não. Quando o Plano dos Liceus Nacionais de Passos Manuel foi publicado, o mundo seguia modelos neoclássicos, cujos conceitos se adotaram como modelos de arquitetura estatal, impulsionados por recentes descobertas arqueológicas de cidades da Antiguidade clássica e pelos ideais humanis-

tas que o iluminismo havia anteriormente recuperado. O Museu Britânico (1823-1847, Londres), por Sir Robert Smirke, e o Capitólio dos Estados Unidos da América (1793-1865, Washington DC), cujos vários responsáveis foram William Thornton, Benjamin Latrobe, Charles Bulfinch e Thomas Walter, são dois exemplos emblemáticos deste período histórico.

Como reação à racionalidade árida que se vinha desenvolvendo, surgiu então o apreço pelo Romantismo, mais sensível e sonhador. Na arquitetura, o *jardim inglês* foi a face visível da origem desta corrente, no qual a harmonia idílica da natureza, ainda que artificial, era posta em contraste com o rigor da obra humana, com especial apreço pelas formas góticas.

Até 1900, deu-se uma revolução técnica construtiva, assente no historicismo e na arquitetura do ferro. O historicismo pegou nas linhas retas, na estereometria e na clareza tectónica que o neoclassicismo lhe legou e utilizou-os na construção e na estruturação espacial, deixando, no entanto, os sinais das novas possibilidades construtivas sob formas estilísticas do passado, que ganhavam um carácter meramente decorativo. As Casas do Parlamento em Londres (1840-88, Charles Barry e A. W. Pugin) foram um exemplo paradigmático desta época.

Os desenvolvimentos na produção de ferro e na utilização da máquina a vapor tinham já permitido, em 1775-79, a construção de uma ponte de arcos em ferro fundido sobre o rio Severn em Inglaterra. Mas foi com o Palácio de Cristal (1851, Londres) de Joseph Paxton que a arquitetura do ferro cresceu, constituindo também o primeiro exemplo de utilização da prefabricação. Mais tarde, a Torre Eiffel em Paris (1889) tornou-se no símbolo mais reconhecido dos progressos construtivos do século XIX. Os dois edifícios nasceram do contexto competitivo das Exposições Mundiais em que cada país apresentava os seus mais recentes avanços tecnológicos, que serviu também para estimular o ensino técnico, ao entender-se como base para o sucesso a este nível.

Ao ferro veio aliar-se o betão, com o desenvolvimento do *cimento Portland*, um material composto de matérias-primas baratas e comuns. Neste contexto, foi essencial o contributo de François Hennebique, (França, 1842-1921) ao antever a dobragem das armaduras de ferro das vigas e a sua união a pilares também de betão, abandonando as colunas de ferro fundido e criando uma estrutura monolítica. Nos EUA, a *Escola de Chicago* deu continuidade ao desenvolvimento das tecnologias construtivas com o ímpeto da construção em altura, utilizando estruturas em aço e aplicando a nova máxima: *a forma segue a função* (Louis H. Sullivan).

No domínio da arquitetura escolar, e de acordo com Wheelwright (1901), os programas de educação pública, predominantemente de nível elementar, foram-se desenvolvendo ao longo do século XIX na Alemanha, Áustria, França, Inglaterra, Suíça, Estados Unidos e países escandinavos. Em alguns deles, ia-se então dando os primeiros passos no ensino secundário público. Na região alemã, em 1891, já havia três opções para os estudos secundários. De acordo com os objetivos e intenções de prosseguimento de estudos, havia as escolas do tipo *Gymnasium*, *Realgymnasium* ou *Oberrealschule*, em que o último tipo oferecia o currículo mais próximo do que se designa por ensino técnico. Embora parecesse haver

apenas variações ligeiras no traçado das escolas, de acordo com a oferta curricular, poderia haver uma oferta mais ampla de salas, adequadas, por exemplo, ao ensino das ciências, desenho e modelação. Em regra, as salas de aula eram iluminadas do lado esquerdo do aluno, um princípio científico do qual muito poucos se desviaram. Era comum preverem-se pequenos apartamentos para o diretor ou mesmo para outros professores dentro da escola, à semelhança do que acontecia no contexto das escolas primárias. Já nesta fase era constante a existência de ginásios nas escolas secundárias, ainda que pudessem não estar integrados ou em estreita articulação com o edifício principal.

Em França, no século XIX, o ensino secundário foi ainda dominado pelos internatos, enquanto que em Inglaterra carecia de uma organização abrangente e meticulosa, encontrando-se maioritariamente ao cargo de escolas de iniciativa privada, associadas, por exemplo, a indústrias locais. Porém, no relatório da Comissão de Inquérito Escolar<sup>1</sup> de 1867, já era recomendada a divisão das escolas secundárias em três grupos: um de preparação para o ingresso nas universidades e dois destinados à integração na vida ativa, ou seja, um grupo de escolas de preparação para o comércio ou para o trabalho científico e outro destinado à formação para a indústria e ocupações comerciais inferiores. A escola apresentada na Figura 3.10, ilustrativa das características das escolas secundárias mais pequenas, previa uma ala para o sexo masculino e outra para o sexo feminino. Os alunos estudariam até cerca dos 18, 16 ou 14 anos de acordo com o currículo escolhido, escolha essa abertamente baseada na classe social de proveniência do aluno (Gillard, 2011). Neste âmbito, devem ser referidos os Atos de Instrução Técnica<sup>2</sup> que, a partir de 1889, delegaram a criação de escolas nos municípios, incluindo escolas técnicas, prevendo-se ainda a criação de um Conselho da Educação com funções maioritariamente de fiscalização.

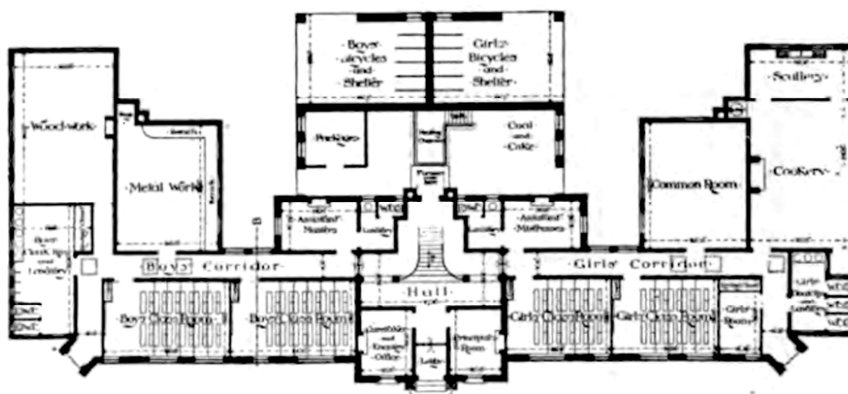


Figura 3.10: Planta da Escola Técnica e Secundária proposta para Chippenham, Inglaterra, no final do século XIX (Wheelwright, 1901).

As escolas secundárias germânicas viriam a ter influência no estabelecimento do ensino secundário nos Estados Unidos da América. Em 1877 iniciou-se a *English High and Latin School* em Boston, Massachusetts, o primeiro edifício desenvolvido com base em princípios científicos para este grau de ensino, à qual sucederam edifícios de estudo espacial minucioso e extenso. Neste país, o ensino técnico era conhecido, neste período, como *formação manual* ou *artes mecânicas*, estando vocacionado para o desenvolvimento da

<sup>1</sup> Tradução livre de *Schools Inquiry Commission*.

<sup>2</sup> Tradução livre de *Technical Instruction Acts*.

perícia manual e não tanto para o ensino de ofícios, como seria mais comum na Europa. Além das salas de aula correntes, as escolas de ensino técnico dispunham também de bancadas, ferramentas e máquinas adequadas a trabalhar a madeira e os metais. Do mesmo modo, as salas de desenho ganhavam aí maior destaque. O desenvolvimento espacial destes edifícios não estaria ainda ao nível das restantes escolas secundárias no final do século XIX. A *St. Louis Manual Training School* (Figura 3.11) foi pioneira nos EUA: cada um dos três pisos era dedicado a um ano de ensino, com as salas de aula, laboratórios e oficinas adequados, incluindo balneários e instalações sanitárias nos vários pisos e na cave, onde haveria também uma sala de refeições. A estes espaços juntavam-se áreas técnicas de suporte ao funcionamento das oficinas. A distribuição espacial algo rudimentar levantaria problemas acústicos no confronto dos espaços oficinais com as salas de aula, ou mesmo dentro dos próprios espaços oficinais, e problemas logísticos ligados ao sistema de abastecimento de energia para o funcionamento de máquinas.

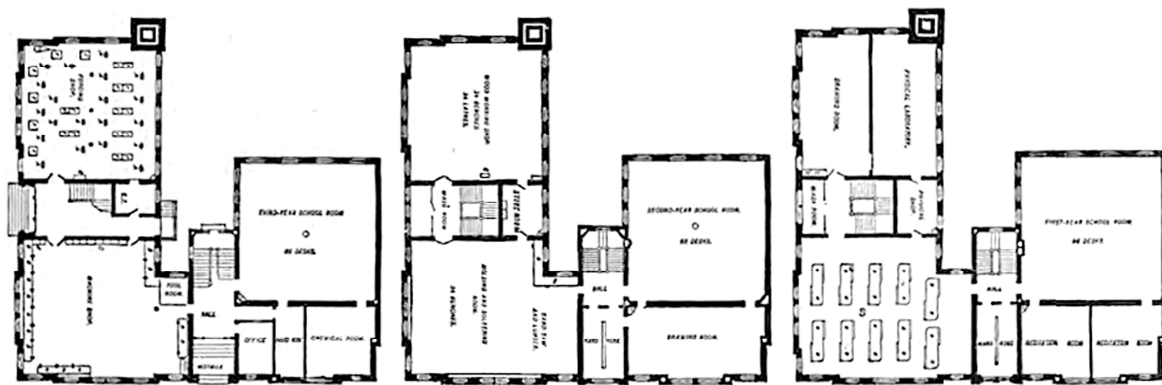


Figura 3.11: Planta do primeiro, segundo e terceiro pisos, da esquerda para a direita, da *St. Louis Manual Training School* (Wheelwright, 1901).

Em 1893, abriu em Boston a *Mechanic Arts High School*. Ainda que só ficasse completa em 1900, a sua composição espacial era claramente mais desenvolvida, justificada pela experiência adquirida nas suas antecessoras. Os registos fotográficos disponíveis permitem perceber como seriam alguns dos seus espaços interiores – 0.

Estas escolas técnicas americanas aproximavam-se das escolas alemãs para trabalhadores-estudantes, que completavam a sua formação na língua alemã, aritmética, geometria e desenho, das escolas especiais industriais alemãs, dedicadas a ofícios específicos para futuros assalariados, e das escolas secundárias técnicas, dedicadas aos mesmos ofícios mas tendo em vista trabalhos de supervisão e gestão. Era dado especial enfoque aos trabalhos ligados à construção, mas a oferta abrangia igualmente escolas especiais dedicadas à silvicultura, agricultura, indústria mineira, comércio, navegação, tecelagem, tinturaria, rendaria, cestaria, cerâmica, relojoaria, ou outras dedicadas a outras indústrias, como metalurgia, latoaria, trabalho do ferro e do aço, tornearia e talha, costura, bem como escolas industriais e comerciais para mulheres. Além destas, havia ainda escolas de desenho industrial. O ensino francês partilhava algumas das características deste tipo de ensino alemão, com algumas escolas a consistirem simplesmente em oficinas, podendo as aulas de teor não técnico ser ministradas em salas de outras escolas quando não estivessem a ser utilizadas. O ensino técnico alemão era o modelo mais disseminado e desenvolvido.



O edifício da Escola de Arte de Glasgow, na Figura 3.12, foi uma referência na arquitetura na transição do século XIX para o século XX, com o seu projeto a cargo de Charles Rennie Mackintosh. Dispunha de estúdios voltados a Norte, para a fachada do acesso principal, e a Sul distribuíam-se a biblioteca, o auditório, a entrada e as instalações sanitárias para funcionários. A entrada central indicava uma simetria que era imediatamente negada: se de um lado surgiam três janelas, no oposto surgiam quatro com dimensões variáveis, transparecendo sem preconceitos a organização interna. Com um desenho subtil, os muros e gradis restabeleciam a simetria do conjunto. Os lintéis e perfis das janelas, de rigor quase industrial, cruzavam-se com elementos elaborados em ferro que remetiam para a *art nouveau*. Estes últimos eram elementos salientes que serviriam para o suporte de pranchas de apoio durante a limpeza das janelas. No interior, tal como nos elementos decorativos do gradeamento exterior, a inspiração japonesa transparecia aliada à inspiração *voyseyesca*.<sup>3</sup> A biblioteca ocupava um volume de pé-direito duplo com uma galeria suportada por pilares de madeira, apoiados em vigas de aço no pavimento. Esta articulação de elementos construtivos, acompanhada pelo controlo da iluminação natural e artificial, resultou num jogo espacial complexo e subtil (Weston, 2005).

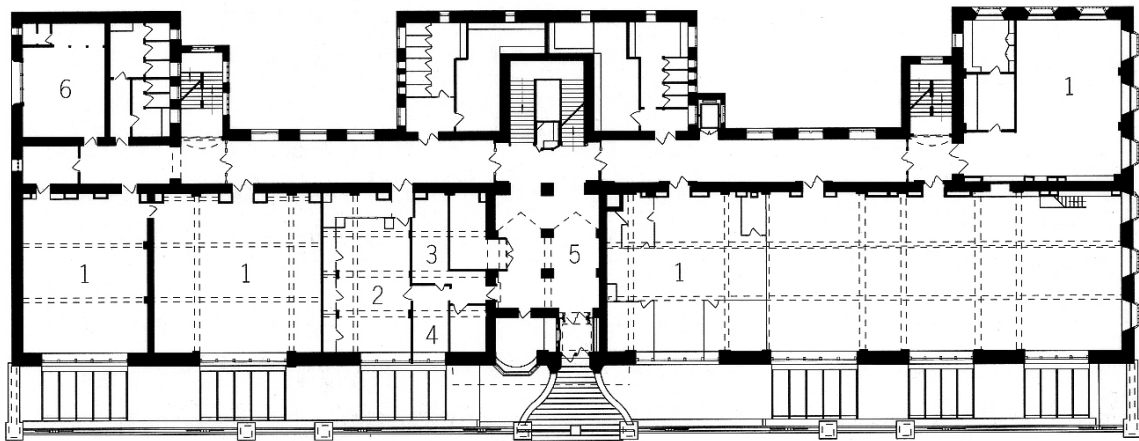


Figura 3.12: Planta do piso térreo da Escola de Artes de Glasgow desenhada por Mackintosh no final do século XIX e concluída no início do século XX. Identificação dos espaços principais: 1. Estúdios; 2. Sala da Direção; 3. Loja; 4. Escritório; 5. Hall de Entrada; 6. Sala dos Professores (Weston, 2005).

No mundo, a primeira metade do século XX caracterizou-se por um Homem necessariamente transformado pela industrialização em busca de uma nova arquitetura. Entre 1890 e 1925, discutia-se a «*reforma do modo de vida*» (Breitling *et al.*, 2000) num ambiente de hostilidade para com as cidades de então, não só por parte das classes operárias mas também pelas classes mais prósperas, confrontadas com o fenómeno da mobilidade social. Com o campo longínquo para muitos, a natureza constituiu um caminho formal seguido pelos arquitetos e artistas. O uso de formas vegetais a linhas fluídas obteve vários

<sup>3</sup> Charles Voysey (1857-1941) foi um arquiteto e desenhador de mobiliário e têxteis inglês do movimento *Arts and Crafts*. Foi pioneiro na compreensão e valorização do desenho industrial e, embora seja considerado por Pevsner um visionário da arquitetura moderna, considerava que o Estilo Internacional não duraria pois os seus criadores ateus não sabiam nada de espiritualidade e do que ela exaltava (Curl, 2000).

nomes, sendo que em França e na Bélgica apelidou-se por *Art Nouveau*. A Arte Nova, como também ficou conhecida em Portugal, foi marcada pela mestria artesanal do puramente decorativo, já com preocupações de adequabilidade da forma à função em consonância com as potencialidades e características do material utilizado. Neste sentido, o ferro deixou de ser escondido para passar a assumir um papel de modelação de espaços interiores não utilitários, algo só antes feito pelos seguidores da *Escola de Chicago*, sem impacto substancial na Europa, e de outro modo, com outros objetivos. As obras de Antonio Gaudí em Barcelona, Victor Horta em Bruxelas e Hector Guimard em Paris marcaram este período.

As reações aos produtos da Arte Nova foram também veementes, por se encontrarem, de certo modo, sujeitos à fugacidade das modas. A voz mais ativa foi a do austríaco Adolf Loos, que em 1908 escreveu:

*O ornamento comete um crime ao prejudicar gravemente as pessoas no que respeita à saúde, aos recursos nacionais e, deste modo, ao seu desenvolvimento cultural. (...) Já superámos o ornamento, conseguimos vencê-lo e libertarmo-nos dele. Olhai, é chegado o tempo, a realização espera-nos. Em breve as ruas das cidades brilharão como paredes brancas!* (Loos, Adolf, 1908 in Breitling et al., 2000)

Contudo, os princípios teóricos da Arte Nova, e ao representar um corte com o historicismo, fizeram dela a base para a modernidade. Progressivamente, arquitetos e *designers* deixaram de se opor às máquinas e passaram a conceber peças para produção industrial, acessíveis a todos. Em 1907, nasceu na Alemanha a *Deutscher Werkbund*, que reunia «*artistas, artífices, técnicos e industriais progressistas, no pressuposto de que produtos bem concebidos, de boa qualidade e elogiados por técnicos da especialidade se tornariam mais vendáveis e economicamente rentáveis*» (Breitling et al., 2000).

Por sua vez, Peter Behrens desempenhou um papel significativo ao desenhar para a *AEG* toda a imagem, desde as instalações fabris ao papel de carta, simbolizando a ideia de artista enquanto criador universal. Além disso, influenciou Ludwig Mies Van der Rohe e Le Corbusier, seus colaboradores, tal como Walter Gropius, seu aluno. A Fábrica de Turbinas da *AEG* (1908-09) marcou pela sua estrutura construtiva com pilares aparentes nas fachadas laterais da nave principal, cujo interior elevado e sem pilares era inundado de luz. O edifício era ainda marcado por um frontão de linhas quebradas no topo da nave.

Mais tarde, na Fábrica Fagus (1911), Gropius e Adolf Meyer, abstrair-se-iam de quaisquer simbolismos, criando um paralelepípedo leve e transparente, simples e objetivo, na antecipação da linguagem formal do racionalismo funcionalista.

A leste da Europa Central, o futurismo e o construtivismo ganhavam terreno, com identificação nas ideias bolchevistas. Procurou-se uma linguagem formal que pudesse servir, por um lado, as técnicas construtivas mais recentes, como a do betão armado no Edifício Arcos dos irmãos Vesnin (Figura 3.13), e, por outro, as novas tarefas e funções atribuídas aos edifícios pela revolução industrial. Celebrá-las-iam através de obras como centrais elétricas, gares das estações de caminhos-de-ferro, aeroportos ou em cidades utópicas repletas de arranha-céus e sistemas de infraestruturas futuristas. A sua decadência, devido à crescente rigidez política e ascensão ao poder de Estaline, não impediu que obtivesse reflexos na paisagem construída da ex-URSS.



Figura 3.13: Desenho de 1925 para o edifício Arcos (nunca construído) projetado pelo russos irmãos Vesnin (Vesnin, 1925).

Em 1917, o grupo holandês *De Stijl* publicou o seu primeiro manifesto, o qual assentava em ideias como a da abolição da forma natural. Este ideário serviu os propósitos do Movimento Moderno, no sentido do afastamento de tendências pitorescas, historicistas ou associativas, para dar lugar a uma estética realmente nova. Era então valorizado o racionalismo funcional. O conceito de *Estilo Internacional* deve-se à expansão pelo mundo desta corrente, mas também à homogeneização arquitetónica que encerrava, influenciada pela crescente homogeneização cultural (Breitling *et al.*, 2000), ou melhor, crescentes facilidades de comunicação e globalização.

A Bauhaus<sup>4</sup> foi fundada em 1919 na cidade alemã de Weimar. Esta instituição fundiu a escola de artes e ofícios local com a academia de belas-artistas da cidade, numa ideia avançada de ligação entre conceção, desenho e indústria, semelhante ao ideal da *Deutscher Werkbund*. Assimilou-se a honestidade em relação aos materiais e funções, de tal modo que a adequação dos produtos se tornou na ideia condutora da conceção, com vista à produção industrial. No entanto, Weimar era uma cidade conservadora e não apoiou a permanência desta escola no local, pelo que, entre 1925 e 1926, a Bauhaus construiu um edifício próprio em Dessau para o qual se transferiu completamente. Numa cidade mais progressista, industrializada e em crescimento, o novo edifício da Bauhaus (por Walter Gropius, diretor da escola desde 1919) distribuía o programa funcional por 3 blocos ligados entre si numa composição comparável a uma hélice (Figura 3.14). Num bloco funcionava a escola técnica, com espaços de ensino, como salas de aula e pequenos laboratórios. Do lado oposto, encontrava-se o bloco oficial e entre ambos o bloco do auditório e cantina, que crescia em altura numa torre de alojamentos. Todo o edifício, pormenores construtivos e decoração refletiam não só os princípios que a instituição defendia, patentes no

<sup>4</sup> *Bau* é o nome masculino alemão que se traduz para português como construção; *haus* é o nome neutro alemão para casa (Porto Editora, 2003-2012).

desenho e na sua concretização material, mas também a competência a que os mesmos conduziam. O bloco oficinal, com pilares recuados das fachadas e uma pele de vidro quadriculada contínua, era como que uma imensa gaiola de espaço, cheia de luz natural durante o dia e uma caixa brilhante durante a noite (Weston, 2005).

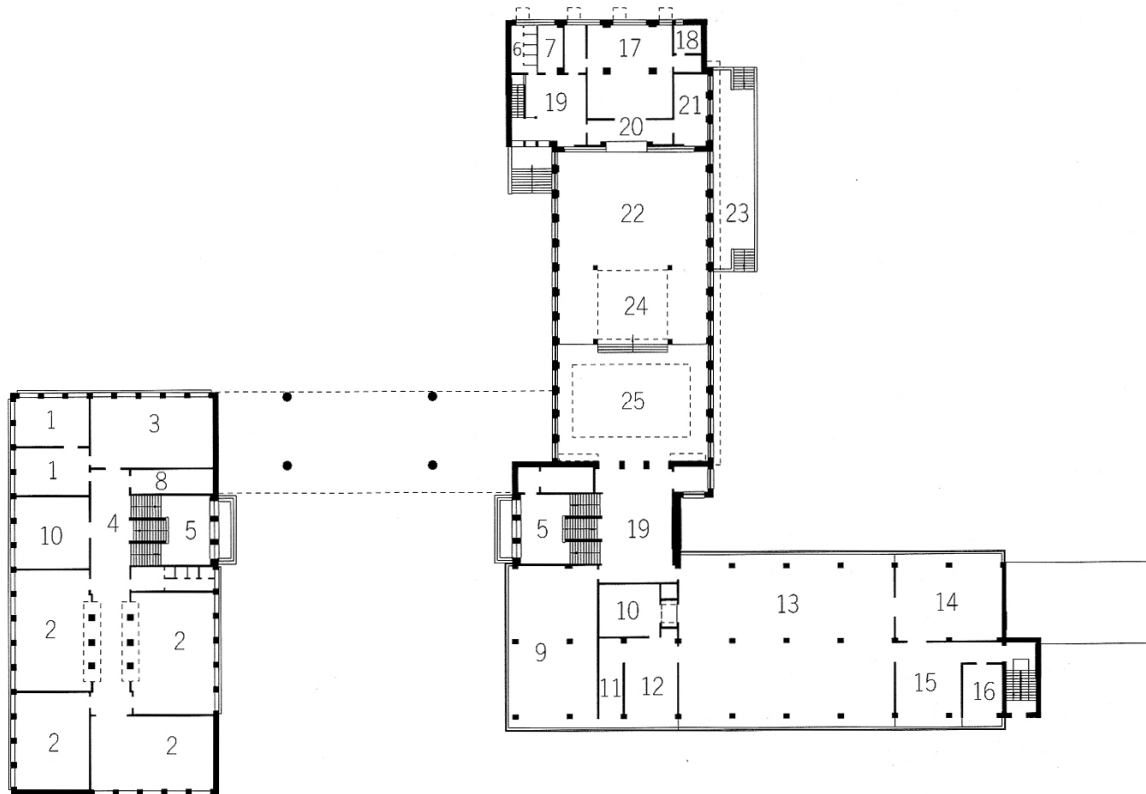


Figura 3.14: Planta do piso térreo da Bauhaus em Dessau (1925-26). Identificação dos espaços principais por bloco: **Escola Técnica** – 1. Laboratório; 2. Sala de Aula; 3. Sala de Física; 4. Hall; 5. Entrada; 6. Guarda volumes; 7. WC; 8. Câmara Escura; **Bloco das Oficinas** – 9. Sala de Exposição; 10. Materiais; 11. Mestre; 12. Sala do Supervisor; 13. Oficina de Marcenaria; 14. Oficina de Máquinas; 15. Sala para Laminação; 16. WC; **Bloco Térreo e Ala dos Estudos** – 17. Cozinha; 18. Despensa; 19. Vestíbulo; 20. Balcão; 21. Sala de Alunos; 22. Cantina; 23. Terraço; 24. Palco; 25. Auditório (Weston, 2005).

Ao falar-se em racionalismo funcional, não se deve presumir que o edifício funcionalista resultava só por si, pois a sua ideia ordenadora e organização não eram imediatas. O historiador Fritz Baumgart referiu: «A repetição interminável de edifícios de escritório, com a forma de uma caixa reticulada, projetados segundo um esquema comprovado, não é arte.» (in Breitling et al., 2000). Ainda assim, embora a repetição excessiva de formas pudesse constituir um perigo do racionalismo, era, ao mesmo tempo, desejada. Por um lado, acreditava-se que uma produção mais eficiente realizada por máquinas conduziria à felicidade. Por outro lado, assistia-se a um período pós I Guerra Mundial com grande carência de habitação na Europa. Estes fatores, aliados a avanços tecnológicos, conduziram à estandardização na construção, através da prefabricação e da utilização de elementos produzidos em série. Le Corbusier já havia lançado algumas bases úteis nas casas *Dom-ino* (1914-1915) e *Citrohan* (1921). Por exemplo, em Frankfurt nasceu por esta altura a *placa normalizada* com 3 m de comprimento, 1,1 m de largura e 0,2 m de espessura. Aí, as habitações eram genericamente construídas em bandas paralelas, transversalmente às ruas, ou, raras

vezes, nalgumas outras formas experimentais de modelação dos espaços exteriores. O impacto é tal que, entre 1924 e 1931, foram construídas cerca de 100 000 habitações fomentadas pelo Estado em Berlim. Ficaram associados a este período Ernst May, Bruno Taut e Martin Wagner.

Ainda no contexto escolar, pode apresentar-se outra escola da década de 1920, da autoria do holandês Johannes Duiker (ou Jan Duiker, 1890-1935). Foi influenciado nos seus primeiros trabalhos pela primeira fase da obra de Frank Lloyd Wright, até seguir o seu rumo ao juntar-se ao grupo radical *De 8*, um grupo de arquitetos holandeses que no seu manifesto afirmava que «*seria melhor construir algo feio e funcional do que erigir uma 'arquitetura de fachada' para encobrir plantas mediócras*», afirmando mesmo que «*De 8 [era] não estético*» (Weston, 2005). Duiker trabalhou com o arquiteto Bernard Bijvoet e tinha fortes motivações sociais. Defendia um mundo mais saudável baseado na higiene, luz e ar, o que o terá levado ao projeto da Escola ao Ar Livre, construída em Amsterdão entre 1927 e 1928. Implantada no interior de um quarteirão residencial, como se pode observar na Figura 3.15, nela Duiker procurou exprimir uma leveza extrema. Na planta, colocou a escada, o bengaleiro e as instalações sanitárias num quadrado menor interior rodado em relação ao quadrado exterior e maior. O quadrado menor é definido pelos pilares interiores, com os patamares da escada as instalações sanitárias a extravasarem os seus limites, conferindo direcionalidade e um eixo de simetria de uma *borboleta* (Figura 3.16). A abordagem estrutural e espacial de Jan Duiker havia de encontrar paralelo na obra de Louis Kahn e de Mies van der Rohe nos anos 50 e 60 do século XX.



Figura 3.15: Fotografia do edifício da Escola ao Ar Livre em 2011, após o seu último restauro (Elst, 2011).

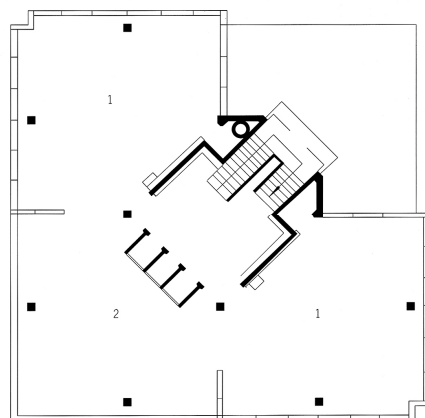


Figura 3.16: Planta do primeiro piso da Escola ao Ar Livre (1927-28), de Jan Duiker em Amsterdão. Identificação dos espaços principais: 1. Sala de aula; 2. Sala de aula ao ar livre (Weston, 2005).

Le Corbusier tornou-se num porta-voz do Movimento Moderno. Dos Congressos Internacionais de Arquitectura Moderna (CIAM) nasceu a *Carta de Atenas* (1933), cujos princípios urbanos foram seguidos generalizadamente até cerca dos anos 70 do século XX. Nos edifícios, desenvolveram-se a *planta livre* e o espaço fluído, tendendo também a soltar-se do solo, elevados sobre suportes estruturais. Além disso, deixou de haver um ângulo de visão próprio para olhar os edifícios, ou uma fachada principal,

uma orientação privilegiada. O pluralismo revelava um edifício novo de acordo com a orientação perspéctica escolhida pelo transeunte.

Apesar das tendências descritas, continuava a construir-se também tradicionalmente e com recurso ao historicismo e suas interpretações, colocadas ao serviço da política, como Albert Speer ao serviço do nacional-socialismo alemão.

Nos Estados Unidos da América, foi também inicialmente difundido o historicismo europeu acompanhado da *Art Déco*, até que a situação política europeia forçou a emigração de muitos arquitetos para os EUA, que aí puderam projetar sem hostilidade permanente, instigando também os arquitetos americanos para novas visões. A arquitetura residencial acolheu alguns dos melhores exemplos do que daí surgiu, com os nomes incontornáveis de Frank Lloyd Wright e Philip Johnson.

Na segunda metade do século XX assistiu-se a momentos prósperos de Arquitetura Moderna, com a sua máxima *menos é mais* (Mies van der Rohe, último diretor da Bauhaus, emigrou para os EUA em 1938), até chegar ao seu fracasso e revisão. No entanto, para efeitos de estudo das escolas industriais, à exceção de alguns exemplos paradigmáticos, considerou-se como um período menos relevante no seu enquadramento, apesar da coincidência temporal.

Não se deve deixar de referir que as questões que o Movimento Moderno levantou se mantiveram em aberto e em evolução. Particularmente a prefabricação continuava a ser discutida e em esforços de articulação com o desenho. No final da década de 1950, em Portugal, o primeiro número da revista *Binário: arquitetura, construção, equipamento* (1958-1976) apresentava o texto do discurso de 1954 de Walter Gropius na sessão de inauguração do IV Congresso Brasileiro de Arquitectos, em São Paulo. Já com 70 anos e larga experiência adquirida, Gropius procurou passar uma mensagem para os arquitetos do futuro discorrendo sobre *O arquitecto na sociedade industrial*. E observava então que o papel do arquiteto na construção e a sua relação com a obra se tinham alterado profundamente desde a Revolução Industrial, ao deixar de controlar os processos construtivos e ao ser relegado para um plano exclusivamente estético, com a arquitetura a ser considerada por muitos um luxo supérfluo. Por isso, o desafio essencial era o de familiarização do arquiteto com os processos de prefabricação, face visível dos avanços da tecnologia construtiva. Ou seja, o arquiteto deveria, por um lado, integrar-se na indústria da construção enquanto parte ativa no desenvolvimento de componentes construtivas e, por outro, estudar o modo de compor bons edifícios a partir das várias componentes industrializadas. Devia reconciliar-se desenho e execução, como já havia defendido na Bauhaus.

O Primeiro Congresso Internacional de Prefabricação realizou-se em Milão em 1962, tendo eco em Portugal com a publicação de artigos do congresso em Abril de 1963. As visões sobre o tema não eram unânimes. Se, por um lado, se apresentavam números relativos às quantidades compensatórias de repetições de modelos de habitações, distinguindo a produção em fábrica da produção em estaleiro, por outro, considerava-se a investigação experimental sistemática essencial para que o mercado se mantivesse dinâmico e não vivesse das tais repetições. A viabilidade económica dependeria também da disponibilidade de mão-de-obra qualificada, sendo para isso essencial que se quebrasse o ciclo vicioso de

formação empírica dos trabalhadores do setor construtivo. Para além das questões de mercado, colocavam-se igualmente questões técnicas. Desde logo, apontava-se como grande vantagem a necessidade de aplicação de processos construtivos mais rigorosos que levariam à melhoria de qualidade do edificado, mesmo em questões térmicas e acústicas, apontando pormenorização e execução cuidada das juntas entre os diferentes elementos construtivos como essencial para o funcionamento de todo o sistema. O rigor de que se falava passava pela normalização, coordenação dimensional e codificação qualitativa. Alertava-se também para o facto de a prefabricação, ainda que fascinante, dever ser encarada como um instrumento dos processos de construção e não como a industrialização da própria arquitetura.

A aplicação da prefabricação nas escolas em Portugal teve como precedente a experiência adquirida em Inglaterra após a II Guerra Mundial. Da destruição e falta de manutenção das escolas durante o conflito, aliada a um aumento considerável da população, resultou a necessidade de construção de escolas em grande número. Tomou-se este momento como uma oportunidade para repensar o modelo de edifício escolar e, além disso, avaliar o método construtivo a utilizar, tendo em conta, por um lado, rapidez construtiva e, por outro, economia. Considerou-se, então, um método de construção leve com a utilização de elementos prefabricados, utilizando conceitos do racionalismo funcional já da década de 1930, anteriores à II Guerra. Apesar de muito falada, nos anos 1950 a prefabricação só foi utilizada em cerca de um terço das escolas (Maclure, 1985, *in* Woolner *et al.*, 2005), sendo estes processos só significativamente aplicados a partir da década de 1960. Foi deste ímpeto que nasceu o sistema de prefabricação que ficou conhecido como CLASP.

Na era industrial, a escola, nos vários níveis, desenvolveu-se como um espaço altamente controlado como meio de difusão do sentido de disciplina, considerada essencial para a prosperidade no tempo das máquinas. A sala de aula clássica, como continua a ser reconhecida, foi um subproduto da revolução industrial que, mesmo nos exemplos mais modernos, não se alterou substancialmente (Figura 3.17 e Figura 3.18). O modelo de escola de corredores e salas de aula centradas no professor, ainda que progressivamente mais espaçosas, mais iluminadas e sem separação por géneros, foi-se disseminando. Mesmo ao falar-se numa economia do conhecimento, com novas atribuições ao ensino e reinvenções organizacionais dos espaços, a sala de aula tradicional permanece, isolada ou em conjugação com novos espaços.

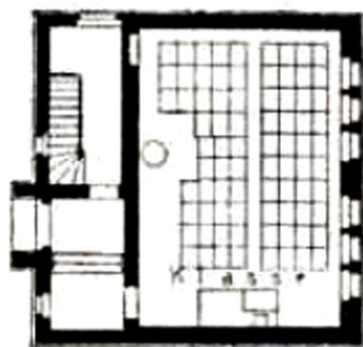


Figura 3.17: Planta genérica de uma sala de aula de escola primária de aldeia inglesa em 1889 (Kubn, 2012).



Figura 3.18: Planta de uma sala de aula de uma escola primária construída em 2011 nos arredores de Melbourne, Austrália (McBride Charles Ryan, 2011).

### 3.4. Conclusões

A contextualização histórica realizada permitiu enquadrar no tempo a origem e importância das escolas de ensino técnico secundário em Portugal. Constituiu um levantamento do estado do conhecimento, em conjunto com o capítulo anterior (Estado da Arte), em que se abordou o contexto científico dos estudos sobre estados de degradação construtiva de edifícios, oferecendo bases comparativas com a presente investigação.

Pôde perceber-se que os incentivos ao ensino técnico em Portugal estiveram em linha com o que ia acontecendo na Europa e no continente americano, com ajustes económicos, de escala e um diferencial temporal. Assim, os avanços mais significativos em Portugal tiveram lugar nas décadas de 50 e 60, constatando-se ainda que, após a década de 70, se sucedeu, de algum modo, um período de vazio.

Além disso, a evolução do ensino técnico secundário internacionalmente esteve aliada a progressos industriais, construtivos e mesmo concetuais no campo do desenho industrial (ou *design*) e da arquitetura. A fusão deste paralelismo foi evidenciada quando as próprias escolas industriais, tal como outros estabelecimentos de ensino, beneficiaram dos progressos da prefabricação.



# 4. Base de dados

---

## 4.1. Introdução

Este capítulo descreve em detalhe a base de dados que foi criada para a presente dissertação. São descritas as diferentes etapas da sua elaboração, desde as peritagens realizadas pelo ICIST aos parâmetros definidos para o correto preenchimento da base de dados. Serve, assim, de enquadramento aos resultados que serão posteriormente apresentados.

## 4.2. Relatórios de peritagens

Como mencionado, o presente estudo refere-se a uma amostra de 15 escolas industriais e comerciais (Tabela 4.1) que fazem parte de um conjunto de 56 escolas inspecionadas pelo ICIST. A recolha de dados sobre estas escolas foi feita a partir dos relatórios de peritagem elaborados no seguimento das inspeções, com a descrição construtiva e a caracterização das anomalias identificadas, fotografias gerais das escolas e das anomalias e peças desenhadas.

As peritagens do ICIST tinham como objetivos: (i) a caracterização sumária das estruturas e materiais das várias escolas, (ii) a identificação das principais anomalias e das suas causas nos elementos estruturais, considerando o comportamento estrutural e a durabilidade, (iii) a identificação das principais anomalias associadas à entrada de água nos edifícios e as suas causas (como infiltrações ou humidades ascensionais) e, por fim, (iv) a prescrição de medidas de reabilitação, segundo uma abordagem de eliminação das causas primárias, sempre que possível, tendo em vista a reposição dos níveis de desempenho iniciais. O método de inspeção foi essencialmente visual e qualitativo, incluindo elementos interiores e exteriores dos edifícios escolares, apoiado na análise dos projetos disponíveis para cada escola.

Os relatórios produzidos tinham uma estrutura comum, de acordo com os seguintes conteúdos:

- a) descrição sumária da escola secundária, referindo dados da sua localização, quantificação genérica de áreas brutas de construção, áreas de implantação e áreas de lotes e descrição funcional e construtiva de cada edifício constituinte da escola em análise;
- b) caracterização sumária da estrutura, aprofundando as características construtivas estruturais de cada edifício;
- c) caracterização das anomalias existentes, identificando as anomalias construtivas encontradas em cada edifício, organizadas de acordo com grupos de elementos construtivos afetados por anomalias;

- d) recomendações de atuação, indicando as medidas adequadas para a eliminação das principais anomalias encontradas em cada conjunto de elementos construtivos;
- e) elementos fotográficos, anexando ao relatório pelo menos uma imagem para cada anomalia construtiva descrita.

Tabela 4.1: Identificação das 15 escolas industriais e comerciais em estudo.

Código	Nome	Localização	Ano	Observações
49	Escola Secundária Tomás Cabreira (Branco <i>et al.</i> , 2010f)	Faro	1950	escola industrial: adaptação de programa de liceu preexistente (Liceu João de Deus) ao programa das escolas industriais decorrente da reforma de 1947
24	Escola Secundária Sebastião da Gama (Branco <i>et al.</i> , 2008m)	Setúbal	1956	escola industrial: projeto-tipo decorrente da reforma de 1947
21	Escola Secundária Francisco de Arruda (Branco <i>et al.</i> , 2008g)	Lisboa	1956	escola industrial: projeto-tipo decorrente da reforma de 1947
31	Escola Secundária de S. Lourenço (Branco <i>et al.</i> , 2008b)	Portalegre	1958	escola industrial: projeto-tipo decorrente da reforma de 1947
22	Escola Secundária Jácome Ratton (Branco <i>et al.</i> , 2008h)	Tomar	1958	escola industrial: projeto-tipo decorrente da reforma de 1947
20	Escola Secundária Emídio Navarro (Branco <i>et al.</i> , 2008f)	Almada	1958	escola industrial: projeto singular similar ao projeto-tipo decorrente da reforma de 1947
27	Escola Secundária Dr. Solano de Abreu (Branco <i>et al.</i> , 2008e)	Abrantes	1959	escola industrial: projeto singular similar ao projeto-tipo decorrente da reforma de 1947
12	Escola Secundária D. Manuel I (Branco <i>et al.</i> , 2007b)	Beja	1961	escola industrial: projeto-tipo decorrente da reforma de 1947
45	Escola Secundária D. Sancho II (Branco <i>et al.</i> , 2008d)	Elvas	1961	escola industrial: projeto singular decorrente da expansão iniciada em 1958
55	Escola Secundária Ferreira Dias (Branco <i>et al.</i> , 2010b)	Sintra	1962	escola industrial: 1.º projeto normalizado, decorrente da expansão iniciada em 1958
52	Escola Secundária de Moura (Branco <i>et al.</i> , 2010a)	Moura	1963	escola industrial: 1.º projeto normalizado, decorrente da expansão iniciada em 1958
47	Escola Secundária Jorge Peixinho (Branco <i>et al.</i> , 2010e)	Montijo	1963	escola industrial: 1.º projeto normalizado, decorrente da expansão iniciada em 1958
37	Escola Secundária Rainha Santa Isabel (Branco <i>et al.</i> , 2008k)	Estremoz	1964	escola industrial: 1.º projeto normalizado, decorrente da expansão iniciada em 1958
40	Escola Secundária Pedro de Santarém (Branco <i>et al.</i> , 2008j)	Lisboa	1968	escola industrial: projeto singular decorrente da expansão iniciada em 1958
56	Escola Secundária Henriques Nogueira (Branco <i>et al.</i> , 2010c)	Torres Vedras	1969	escola industrial: 1.º projeto normalizado, decorrente da expansão iniciada em 1958

Os dados das inspeções referentes às anomalias identificadas e aos trabalhos preconizados estruturaram-se em função do conceito de Elementos Fonte de Manutenção (EFM), ou seja, elementos construtivos que podem desenvolver anomalias, dando origem a trabalhos de reabilitação ou manutenção. A lista genérica de EFM utilizada nas peritagens do ICIST encontra-se na Tabela 4.2. Esta listagem foi adotada para a estruturação dos conteúdos da base de dados, nomeadamente na identificação da localização de cada anomalia nos elementos construídos. No entanto, para melhor corresponder às necessi-

dades de inserção de informação, foi necessário proceder a algumas adaptações, também assinaladas na Tabela 4.2. Estas adaptações correspondem, essencialmente, à adição de alguns EFM que não estavam contemplados na lista original (01.09.00-01.09.04, 02.13.00-02.13.02, 03.13.00-03.13.09, 04.04.00-04.04.02, 05.02.00-05.02.03, 06.06.00-06.06.03, 08.05.00-08.05.01, 10.08.00-10.08.02, 12.03.00-12.03.03, 14.10.00-14.10.04, 15.03.00-15.03.01, 18.11.00-18.11.02, 19.07.00-19.07.02), à especificação do tipo de EFM de acordo com a sua localização no edifício (03.03.00-03.04.05, ) e à alteração da designação original de modo a torná-la mais abrangente (12.02). Quanto ao EFM 20.00 *Pinturas / marcações / acabamentos*, optou-se por considerar apenas a designação geral, eliminando os EFM do tipo 20.00.xx, uma vez que não era possível identificar com rigor o tipo de pintura ou acabamento. As adaptações feitas à lista de EFM, bem como a outras listas, adequam-se às três tipologias funcionais de escolas secundárias reunidas em base de dados (não só escolas industriais e comerciais, mas também escolas do tipo liceu e escolas do tipo pavilhonar).

Tabela 4.2: Lista de Elementos Fonte de Manutenção fornecida nos relatórios de peritagem e adaptações efetuadas (fundo cinzento).

<b>01.00 Pavimentos e drenagens exteriores</b>	
01.01 Lajetas de betão prefabricado em pavimentos	03.01 Platibandas de betão
01.02 Pavimentos em betume asfáltico	03.02 Pilares de betão
01.03 Calceiras superficiais e drenagem	03.03.00 Vigas de betão não especificadas
01.04 Muretes dos caminhos	03.03.01 Vigas de betão da cobertura
01.05 Escadas exteriores	03.03.02 Vigas de betão entre pisos
01.06 Calçada em vidro	03.03.03 Vigas de betão em elementos exteriores
01.07 Grelhas metálicas de pavimento	03.04.00 Laje de betão não especificada
01.08 Vala de drenagem periférica	03.04.01 Laje de cobertura
01.09.00 Outros elementos	03.04.02 Laje de esteira
01.09.01 Tijoleira / Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho	03.04.03 Laje entre pisos
01.09.02 Tubagens enterradas	03.04.04 Laje de piso térreo
01.09.03 Caixas de visita	03.04.05 Laje de alpendre exterior
01.09.04 Pavimentos em pedra natural	03.05 Embasamento em betão
<b>02.00 Elementos construtivos exteriores</b>	03.06 Peitoris e soleiras de betão
02.01 Muros e muretes de betão armado	03.07 Ombreiras e vergas em betão
02.02 Muros e muretes de alvenaria de tijolo furado	03.08 Bancadas de trabalho prefabricadas
02.03 Bancadas do campo de jogos	03.09 Bancadas do ginnodesportivo
02.04 Placas de fibrocimento em coberturas exteriores	03.10 Caixilharias de betão
02.05 Vedações metálicas	03.11 Beirados de betão
02.06 Fixações metálicas	03.12 Escadas exteriores em betão
02.07 Mobiliário exterior	03.13.00 Outros elementos
02.08 Lajetas	03.13.01 Grelhas prefabricadas
02.09 Equipamento desportivo	03.13.02 Palas exteriores
02.10 Guardas metálicas exteriores	03.13.03 Varandas
02.11 Gradeamentos metálicos	03.13.04 Cachorros
02.12 Arranjos exteriores	03.13.05 Lâminas verticais
02.13.00 Outros elementos	03.13.06 Escadas interiores em betão
02.13.01 Painéis metálicos em coberturas exteriores	03.13.07 Elementos prefabricados em betão para canalização
02.13.02 Elementos decorativos	03.13.08 Paredes de betão armado
<b>03.00 Elementos em betão</b>	03.13.09 Painéis prefabricados
	<b>04.00 Estruturas metálicas</b>

Tabela 4.2: Lista de Elementos Fonte de Manutenção fornecida nos relatórios de peritagem e adaptações efetuadas (fundo cinzento) (continuação).

04.01	Estrutura em aço para suporte de coberturas de grande vão	10.06	Placas de pedra natural
04.02	Estrutura em aço para suporte das claraboias	10.07	Ladrilhos cerâmicos
04.03	Pórticos metálicos	10.08.00	Outros elementos
04.04.00	Outras estruturas metálicas	10.08.01	Marmorite
04.04.01	Vigas	10.08.02	Mosaico hidráulico
04.04.02	Escadas	<b>11.00</b>	<b>Revestimentos de pisos</b>
<b>05.00</b>	<b>Estruturas de madeira</b>	11.01	Betonilhas afagadas e esquadreladas
05.01	Suporte de coberturas inclinadas	11.02	Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho
05.02.00	Outras estruturas de madeira	11.03	Mosaico hidráulico
05.02.01	Suporte de tetos falsos	11.04	Pedra natural
05.02.02	Escadas	11.05	Tacos de madeira
05.02.03	Platibandas	11.06	Soalho de madeira
<b>06.00</b>	<b>Alvenarias</b>	11.07	Mosaico de aglomerado de cortiça prensada
06.01	Paredes exteriores duplas de tijolo furado	11.08	Lajetas de betão prefabricado em pavimentos
06.02	Paredes simples de tijolo furado	11.09	Revestimento sintético
06.03	Paredes simples de tijolo face-à-vista	11.10	Resina epóxida
06.04	Paredes simples de alvenaria ordinária de pedra	11.11	Revestimento de PVC em gimnodesportivos
06.05	Paredes simples em blocos de vidro	11.12	Material de preenchimento de juntas
06.06.00	Outros elementos	<b>12.00</b>	<b>Revestimentos de tetos</b>
06.06.01	Muretes de cobertura	12.01	Rebocos interiores
06.06.02	Paredes em alvenaria de pedra ou mista com tijolo	12.02	Aglomerado de cortiça
06.06.03	Paredes de blocos de betão celular autoclavado	12.03.00	Outros elementos
<b>07.00</b>	<b>Divisórias leves</b>	12.03.01	Elementos de madeira
07.01	Paredes interiores de derivados de madeira	12.03.02	Rebocos exteriores
07.02	Paredes interiores plásticas	12.03.03	Painéis em gesso cartonado
07.03	Paredes interiores de painéis em gesso cartonado com estrutura metálica	<b>13.00</b>	<b>Revestimentos de escadas</b>
<b>08.00</b>	<b>Cantarias</b>	13.01	Betonilhas afagadas
08.01	Peitoris e soleiras	13.02	Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho
08.02	Ombreiras e vergas	13.03	Mosaico hidráulico
08.03	Soco	13.05	Soalho de madeira
08.04	Forras de elementos	13.06	Pedra natural
08.05.00	Outros elementos	13.07	Outros elementos
08.05.01	Capeamentos	<b>14.00</b>	<b>Revestimentos de coberturas inclinadas</b>
<b>09.00</b>	<b>Juntas de dilatação</b>	14.01	Policarbonato e vedantes
09.01	Juntas de dilatação	14.02	Poliéster reforçado com fibra de vidro
09.02	Capeamentos em chapa de zinco	14.03	Placas de fibrocimento
<b>10.00</b>	<b>Revestimentos de paramentos</b>	14.04	Placas metálicas
10.01	Rebocos interiores	14.05	Placas metálicas sandwich (espuma rígida de poliuretano)
10.02	Rebocos exteriores	14.06	Fixações metálicas
10.03	Azulejos cerâmicos	14.07	Telhas cerâmicas
10.04	Painéis em gesso cartonado	14.08	Telhas de microbetão
10.05	Chapas onduladas de poliéster reforçado com fibra de vidro	14.09	Forros em madeira
		14.10.00	Outros elementos
		14.10.01	Tela/membrana de impermeabilização
		14.10.02	Claraboia

Tabela 4.2: Lista de Elementos Fonte de Manutenção fornecida nos relatórios de peritagem e adaptações efetuadas (fundo cinzento) (continuação).

14.10.03	Perfil metálico de remate
14.10.04	Chapas plásticas
<b>15.00</b>	<b>Coberturas em terraço</b>
15.01	Sistema de cobertura em terraço não acessível
15.02	Sistema de cobertura em terraço acessível
15.03.00	Outros elementos
15.03.01	Tela/membrana de impermeabilização
<b>16.00</b>	<b>Tetos falsos</b>
16.01	Chapa de alumínio
16.02	Placas de estafe
16.03	Placas de aglomerado de partículas de madeira
<b>17.00</b>	<b>Carpintarias</b>
17.01	Portas exteriores e bandeiras
17.02	Portas interiores e bandeiras
17.03	Janelas exteriores e bandeiras
17.04	Janelas interiores e bandeiras
17.05	Roda-cadeiras
17.06	Rodapés
17.07	Sancas
17.08	Ferragens e acessórios para carpintarias
<b>18.00</b>	<b>Serralharias</b>
18.01	Guarda-corpos / corrimãos metálicos
18.02	Caixilharia de alumínio de vidro simples
18.03	Caixilharia de alumínio de vidro duplo
18.04	Caixilharia em perfis de aço
18.05	Rodapé metálico
18.06	Portas metálicas
18.07	Pavimento em chapa de metal distendido
18.08	Gradeamentos metálicos, em vãos exteriores
18.09	Ferragens e acessórios para serralharias
18.10	Vedantes entre a caixilharia e outros elementos
18.11.00	Outros elementos metálicos
18.11.01	Ligadores metálicos em estruturas de madeira
18.11.02	Chapas para proteção de tubos de queda
<b>19.00</b>	<b>Vidros e espelhos</b>
19.01	Vidro simples em janelas e portas
19.02	Vidro martelado simples em janelas e portas
19.03	Vidro duplo em janelas e portas
19.04	Vidro aramado em janelas e portas
19.05	Portas de vidro temperado
19.06	Espelhos
19.07.00	Outros elementos
19.07.01	Massa de vidraceiro
19.07.02	Vidro perfilado
<b>20.00</b>	<b>Pinturas / marcações / acabamentos</b>
20.01	Tinta de água lisa em interiores
20.02	Tinta de água texturada em interiores
20.03	Membrana elástica em exteriores
20.04	Karapas em interiores
20.05	Tinta sintética em exteriores
20.06	Tinta de esmalte
20.07	Verniz de proteção em elementos de betão
20.08	Verniz / velatura de proteção em elementos de madeira
20.09	Tinta epóxida para marcação de lugares de estacionamento
20.10	Fitas autocolantes antiderrapantes refletoras
20.11	Cera em revestimentos de pisos em madeira
20.12	Alcatifa em revestimentos de piso
20.13	Lacagem em caixilharia de alumínio
20.14	Tinta de água lisa em exteriores
20.15	Tinta em elementos de betão
20.16	Tinta em pavimentos desportivos
20.17	Tinta de água texturada em exteriores
<b>21.00</b>	<b>Equipamento fixo e móvel</b>
21.01	Estores exteriores
21.02	Estores interiores
21.03	Acessórios dos estores (manípulos,...)
21.04	Vedantes em móvel de cozinha (lava-loiças)
<b>22.00</b>	<b>Instalações de canalização e equipamentos</b>
22.01	Aparelhos sanitários
22.02	Torneiras e acessórios
22.03	Tubos de queda
22.04	Caldeiras
22.05	Algerozes
22.06	Ralos ou grelhas de drenagem
22.07	Fonte no espaço central
22.08	Tubagens
22.09	Vedantes em louças sanitárias
22.10	Contadores
22.11	Caldeiras
<b>23.00</b>	<b>Instalações elétricas</b>
23.01	Cablagem
23.02	Armaduras
23.03	Quadros elétricos
23.04	Interruptores
23.05	Tomadas
23.06	Contadores
23.07	Projetores de luz
<b>24.00</b>	<b>Instalações de AVAC</b>
24.01	Condutas
24.02	Equipamento

Tabela 4.2: Lista de Elementos Fonte de Manutenção fornecida nos relatórios de peritagem e adaptações efetuadas (fundo cinzento) (continuação).

<b>25.00</b>	<b>Instalações de telecomunicações</b>	<b>27.00</b>	<b>Instalações de segurança contra intrusão</b>
25.01	Cablagem	27.01	Sistemas de alarme
25.02	Quadros	27.02	Sistemas de controlo de acesso
25.03	Tomadas	<b>28.00</b>	<b>Instalações de gás</b>
25.04	Aparelhos	28.01	Caixas
<b>26.00</b>	<b>Instalações de segurança contra incêndios</b>	28.02	Contadores
26.01	Portas corta-fogo	28.03	Tubagem
26.02	Extintores	<b>29.00</b>	<b>Espaço funcional habitado</b>
26.03	<i>Sprinklers</i>	29.01	Conforto térmico
26.04	Detetores de fumo	29.02	Conforto acústico
26.05	Sinalética	29.03	Iluminação

Nas inspeções, as anomalias também foram identificadas segundo a listagem das anomalias mais prováveis (apresentada na Tabela 4.3). Na base de dados, para corresponder às necessidades de inserção de informação e, principalmente, para tentar minorar dúvidas suscitadas por algumas designações, adaptou-se a lista de anomalias originalmente fornecida nos relatórios de peritagem. As anomalias *A5 Pequena fissuração* e *A6 Fissuração média* passaram a reunir-se numa única designação *A5 Fissuração orientada* (distinguindo-se simultaneamente da fissuração de configuração mapeada), uma vez que distinguir entre fissuração pequena ou média corresponde já a ajuizar sobre a gravidade da anomalia. A anomalia *A7 Fenda ou fratura* passou a designar-se *A7 Fratura / Elemento(s) partido(s)*. Neste caso, as fendas foram incluídas na anomalia A5, enquanto fissuras com o nível de gravidade mais elevado, e os elementos partidos foram associados à anomalia A7, eliminando-se *A15 Elemento(s) partido(s)*, uma vez que a distinção entre as duas designações não era clara. Excluiu-se a anomalia *A11 Deterioração* por se considerar generalista, remetendo as anomalias deste tipo para outras que melhor as descrevessem. Eliminou-se a anomalia *A13 Armadura à vista*, uma vez que se sobrepunha à conjugação das anomalias *A8 Descasque ou escamação* e *A12 Corrosão*. Em virtude de, em termos práticos, se encontrarem excluídas do âmbito dos relatórios de peritagem, foram eliminadas as seguintes anomalias funcionais: *A26 Ruído incómodo*, *A27 Maus cheiros*, *A32 Deficiente conforto térmico*, *A33 Deficiente conforto acústico* e *A34 Condições deficientes de iluminação*.

Os relatórios de peritagem tinham ainda em conta uma pequena lista de reparações / manutenções a prescrever que não será aqui apresentada, por ter sido necessário proceder à sua completa reestruturação.

Tabela 4.3: Lista de anomalias fornecida nos relatórios de peritagem e com as anomalias alvo de adaptações a fundo cinzento.

A1	Sujidade diferencial
A2	Sujidade uniforme
A3	Descoloração ou mancha
A4	Fissuração mapeada
A5	Fissuração orientada
A6	Fissuração média
A7	Fratura / Elemento(s) partido(s)
A8	Descasque ou escamação
A9	Alveolização ou picadura
A10	Lacuna em profundidade
A11	Deterioração
A12	Corrosão
A13	Armadura à vista
A14	Elemento(s) solto(s)
A15	Elemento(s) partido(s)
A16	Elemento(s) em falta
A17	Desgaste localizado
A18	Desgaste uniforme
A19	Deficiente funcionamento
A20	Sem funcionamento
A21	Infiltrações
A22	Concreções
A23	Colonização / ataque biológico
A24	Vegetação parasitária
A25	Dejetos de aves
A26	Ruído incómodo
A27	Maus cheiros
A28	Detritos
A29	Deformação excessiva / assentamentos
A30	Graffiti
A31	Empolamento
A32	Deficiente conforto térmico
A33	Deficiente conforto acústico
A34	Condições deficientes de iluminação

### 4.3. Elaboração de uma base de dados de anomalias construtivas

#### 4.3.1. Introdução

Nestes subcapítulos, expõe-se o método utilizado para a recolha de dados e definem-se os parâmetros e os critérios específicos aplicados nos itens da caracterização construtiva, da localização e das anomalias. Trata-se de informações essenciais para a compreensão da base de dados elaborada.

### 4.3.2. Definição do modelo de recolha de dados

O problema colocado, a recolha organizada de um conjunto de informações construtivas e informações sobre anomalias em edifícios escolares, foi abordado em grupo, tendo em conta as três tipologias escolares inspecionadas. Exigia-se que a informação recolhida pudesse ser organizada segundo uma estrutura comum que, além disso, se pudesse constituir como um modelo para futuras investigações ou bases de dados.

Deste modo, o modelo criado pressupôs uma estrutura flexível, à qual pudessem ser facilmente adicionados novos dados, possibilitando ainda eventuais futuras adaptações. Teve em conta a importância da sua legibilidade, mesmo com um grande leque de informações registadas. Foi também necessária a definição de parâmetros e critérios para a inserção de informação, incrementando a homogeneidade e o rigor.

O modelo de base de dados foi definido a partir do programa *Microsoft Excel*. A base de dados constituiu-se por um ficheiro do tipo *xlsx* para cada escola analisada. A divisão da base de dados em diferentes ficheiros procurou otimizar o desempenho informático, dada a dimensão que cada ficheiro poderia vir a ter e o consumo de memória que isso poderia implicar durante o seu preenchimento. Cada ficheiro foi organizado de acordo com diferentes folhas. Compõe-se por três folhas descritivas da escola, as folhas *Caracterização*, *Localização* e *Anomalias*, e por folhas auxiliares com listagens de informação passível de ser inserida nas anteriores. As folhas descritivas foram estruturadas em árvore, do geral para o particular.

A folha *Caracterização* refere-se a dados relacionados com a identificação da escola, da sua tipologia, às datas de construção, às áreas e aos edifícios constituintes. Na folha *Localização*, encontram-se dados identificativos da localidade e meio envolvente da escola, bem como uma breve caracterização das condições de exposição do local. Quanto à folha *Anomalias*, abrange toda a informação que descreve as várias anomalias identificadas, através de pequenas fichas, distribuídas de acordo com a localização relativa (espaço exterior, envolvente construída do edifício ou interior do edifício) e EFM da anomalia.

Complementares às folhas descritivas, existem então folhas auxiliares para a inserção da informação nos campos predefinidos. Essencialmente, correspondem a uma lista de materiais (para a caracterização construtiva dos edifícios, na Tabela 4.6), uma lista de EFM (de acordo com a Tabela 4.2), uma lista de anomalias (Tabela 4.3), uma lista de espaços funcionais (para localizar a anomalia no programa funcional, na Tabela 4.14), uma lista de causas possíveis (Tabela 4.15) e uma lista de recomendações de atuação (Tabela 4.16).

As listas foram uma das ferramentas de trabalho essenciais para a base de dados. Tendo em vista a compilação clara e homogénea de informação, o recurso a estas listagens permitiu a homogeneização de linguagem e a codificação de designações. Como mencionado, as listas de EFM e de anomalias eram fornecidas pelos próprios relatórios de peritagem. As restantes foram elaboradas com base no vocabulário, termos e descrições que constituíam os relatórios. Assim, após o início do preenchimento da base de dados, as listas foram progressivamente enriquecidas a partir da ferramenta informática *online Google Docs*. Assim, de cada



vez que surgia um novo termo, este era adicionado à lista correspondente, sendo de imediato dado a conhecer às autoras das outras duas dissertações, para que o pudessem utilizar. Este método permitiu que fosse adicionado o máximo de informação disponível a cada lista. No entanto, numa fase inicial, as listas tornaram-se necessariamente muito extensas, ou até repetitivas. Em consequência, após um período inicial de inserção de informação na base de dados, seguiu-se uma reorganização exaustiva destas listagens, excluindo possíveis repetições e, no caso das causas possíveis e das recomendações de atuação, reestruturando as listagens de acordo com a classificação de cada causa / recomendação segundo uma causa / recomendação geral, agrupando várias causas / recomendações particulares.

Paralelamente, elaborou-se um guião para o preenchimento da base de dados. Aí foram definidos os parâmetros para a inserção de informação segundo cada item. Em complemento deste guião geral, elaborou-se ainda um guia para a definição da gravidade das anomalias construtivas.

### 4.3.3. Parâmetros específicos de caracterização construtiva

Os dados de caracterização construtiva encontram-se reunidos na folha *Caracterização* (Tabela 4.4) de cada ficheiro. Aí são fornecidos os dados gerais de identificação da escola: código do relatório do ICIST, nome, tipologia escolar e data de construção (especificando a década correspondente). É anexo um pequeno esquema com o lote da escola e a disposição dos diferentes edifícios dentro dele. São ainda quantificadas as áreas gerais, ou seja, a área do terreno, a área de implantação e a área bruta de construção da escola (em m<sup>2</sup>).

Os edifícios constituintes da escola são organizados, de seguida, de acordo com a definição de diferentes tipologias funcionais. Este item varia de acordo com a tipologia escolar, uma vez que se encontra necessariamente relacionado com os diferentes projetos-tipo. As tipologias funcionais definidas para os edifícios das escolas industriais encontram-se na Tabela 4.5. Todas as escolas industriais têm edifícios de tipo *I.TF1 Corpo principal*, *I.TF3 Bloco oficial* e *I.TF4 Ginásio*. As restantes tipologias funcionais correspondem a blocos identificados apenas em algumas escolas, tais como os seguintes: blocos de bar ou associações de estudantes (*I.TF2*), blocos de laboratórios ou blocos administrativos autónomos (*I.TF5*), blocos de instalações sanitárias ou pequenas salas auxiliares (*I.TF6*), edifícios anteriores à construção da escola secundária (*I.TF7*) e passagens cobertas no exterior (*I.TF8*).

Para as tipologias funcionais presentes em cada escola, são identificados os diferentes blocos correspondentes, a sua área de implantação, o número de pisos e o ano de construção. Faz-se, então, uma caracterização construtiva de cada um desses blocos, de acordo com a lista de materiais reunida (Tabela 4.6). Os itens de caracterização são os seguintes: estrutura, paredes divisórias, paredes de fachada, pavimentos, coberturas, vãos e outros. Para os casos em que se dava maior destaque aos materiais estruturais, não descrevendo os revestimentos encontrados bloco a bloco, definiu-se uma grelha para integrar os itens de revestimento gerais, ou não especificados por edifício.



Tabela 4.4: Exemplo de preenchimento da folha Caracterização.


1. ESCOLAS												
caracterização	identificação	n.º de ordem	37									
		nome	E. S. D. Rainha Santa Isabel									
		esquema										
	tipologia	liceu										
		industrial	•									
		pavilhonar										
		singulares										
	data de construção	década	1910									
			1920									
			1930									
			1940									
			1950									
			1960	•								
			1970									
			1980									
			1990									
		ano	1964									
	área	terreno	22.700 m <sup>2</sup>									
		implantação	5.122 m <sup>2</sup>									
		bruta de construção	9.407 m <sup>2</sup>									
	edifícios constituintes	tipologia funcional	quantidade	1		quant.	bloco	implantação	pisos	ano		
I			TF 1	corpo principal	1	corpo principal	1.710 m <sup>2</sup>	4 pisos	1964			
Estrutura			Elementos verticais	pilares em betão armado (CC 01.01.c)								
			Elementos horizontais	vigas em betão armado (CC 01.02.d)								
			Escadas	betão armado (CC 01.03.b)								
			Fundações	directas (sapatas independentes ou ligadas por lintéis de fundação) (CC 01.04.b)								
Paredes divisórias			Suporte	alvenaria simples de tijolo furado (CC 02.01.a)								
			Revestimentos	reboco pintado (CC 02.02.a)								
Paredes de fachada			Suporte	alvenaria dupla de tijolo furado (CC 03.01.b)								
			Revestimentos	reboco pintado (CC 03.02.a)								
Pavimentos			Revestimentos	mosaicos cerâmicos (CC 04.01.a)								
Cobertura			Tipologia	inclinada (CC 05.01.a)								
			Estrutura	laje aligeirada em betão (CC 05.02.g)								
			Revestimentos	chapa metálica (CC 05.03.c)								
			Impermeabilização	tela (CC 05.04.a)								
			Drenagem	tubos-ladrão / gárgulas (CC 05.05.f)								
Vãos			Caixilhos	madeira (CC 06.01.a)								
			Vidros	simples (CC 06.02.a)								
			Protecção	gradeamento metálico ou rede metálica (CC 06.03.a)								
			Guarnição	peitoris e / ou outros elementos prefabricados em betão (CC 06.04.a)								
Outros			Tectos	reboco pintado (CC 07.01.a)								
informação adicional			Paredes	Revestimentos	pedra (CC 02.02.f)							
			Pavimentos	Revestimentos	pedra (CC 04.01.d)							



Tabela 4.5: Tipologias funcionais dos edifícios constituintes das escolas industriais e comerciais.

I.TF1	Corpo principal
I.TF2	Blocos de espaços de uso coletivo
I.TF3	Bloco oficial
I.TF4	Ginásio
I.TF5	Edifícios de apoio
I.TF6	Edifícios secundários
I.TF7	Edifícios preexistentes
I.TF8	Passadiços exteriores

Tabela 4.6: Lista de materiais para a caracterização construtiva dos edifícios.

Estrutura	Elementos verticais	paredes resistentes de alvenaria ordinária de pedra ou mista com tijolo (CC 01.01.a)	pilares em betão armado com cofragem perdida em tubos de fibrocimento pintados (CC 01.01.d)
		paredes resistentes de alvenaria de tijolo maciço ou perfurado (CC 01.01.b)	pilares prefabricados em betão armado (CC 01.01.e)
		pilares em betão armado (CC 01.01.c)	
	Elementos horizontais	lajes aligeiradas em betão (CC 01.02.a)	longarinas prefabricadas em betão armado (CC 01.02.f)
		lajes maciças em betão armado (CC 01.02.b)	vergas em betão armado (CC 01.02.g)
		lajes em betão (maciças ou aligeiradas) (CC 01.02.c)	perfis / vigas metálicos (CC 01.02.h)
		vigas em betão armado (CC 01.02.d)	pavimentos em madeira (CC 01.02.i)
		vigas prefabricadas em betão armado (CC 01.02.e)	
	Escadas	betão armado prefabricado (CC 01.03.a)	madeira (CC 01.03.d)
		betão armado (CC 01.03.b)	metálicas (CC 01.03.e)
		pedra (CC 01.03.c)	
	Fundações	embasamento em alvenaria de pedra (CC 01.04.a)	embasamento em betão armado (CC 01.04.c)
diretas (sapatas independentes ou ligadas por lintéis de fundação) (CC 01.04.b)			
Paredes divisórias	Suporte	alvenaria simples de tijolo furado (CC 02.01.a)	divisórias leves metálicas e em vidro, contraplacado ou painéis plásticos (CC 02.01.e)
		alvenaria de tijolo maciço (CC 02.01.b)	divisórias leves em estrutura de alumínio ou aço galvanizado e contraplacado ou gesso cartonado (CC 02.01.f)
		blocos de betão celular autoclavado (Ytong) (CC 02.01.c)	divisórias leves em derivados de madeira (CC 02.01.g)
	Revestimentos	divisórias leves em alumínio (CC 02.01.d)	
		reboco pintado (CC 02.02.a)	mosaicos hidráulicos (CC 02.02.g)
		estruque pintado (CC 02.02.b)	azulejos cerâmicos (CC 02.02.h)
		pintura (CC 02.02.c)	pastilha cerâmica (CC 02.02.i)
		karapas (CC 02.02.d)	corticite (CC 02.02.j)
		marmorite (CC 02.02.e)	tábuas de contraplacado (CC 02.02.k)
		pedra (CC 02.02.f)	

Tabela 4.6: Lista de materiais para a caracterização construtiva dos edifícios (continuação).

	alvenaria ordinária de pedra ou mista com tijolo (CC 03.01.a)	betão armado (CC 03.01.d)
Suporte	alvenaria dupla de tijolo furado (CC 03.01.b)	alvenaria de tijolo maciço com face à vista (CC 03.01.e)
Paredes de fachada	grelhas prefabricadas decorativas em betão (CC 03.01.c)	blocos de betão (CC 03.01.f)
	reboco pintado (CC 03.02.a)	ladrilhos cerâmicos (CC 03.02.f)
Revestimentos	pintura (CC 03.02.b)	azulejos cerâmicos (CC 03.02.g)
	marmorite (CC 03.02.c)	tijoleira / ladrilhos de barro vermelho (CC 03.02.h)
	pedra (CC 03.02.d)	mosaicos hidráulicos (CC 03.02.i)
	chapa zincada (CC 03.02.e)	sem acabamento (CC 03.02.j)
	mosaicos cerâmicos (CC 04.01.a)	soalho de madeira (CC 04.01.j)
Pavimentos Revestimentos	mosaicos hidráulicos (CC 04.01.b)	soalho de madeira com revestimento sintético (CC 04.01.k)
	tijoleira / ladrilhos de barro vermelho (CC 04.01.c)	sintético (CC 04.01.l)
	pedra (CC 04.01.d)	vinílico (CC 04.01.m)
	calçada portuguesa (CC 04.01.e)	linóleo (CC 04.01.n)
	grés cerâmico (CC 04.01.f)	corticite (CC 04.01.o)
	piso flutuante (CC 04.01.g)	betonilha (CC 04.01.p)
	tacos de madeira (CC 04.01.h)	marmorite (CC 04.01.q)
	parquet-mosaico (CC 04.01.i)	ladrilhos cerâmicos pitonados (CC 04.01.r)
Tipologia	inclinada (CC 05.01.a)	plana (CC 05.01.c)
	shed (CC 05.01.b)	
Estrutura	pilares e vigas ou vigotas prefabricadas de betão armado (CC 05.02.a)	lajetas prefabricadas em betão armado (CC 05.02.j)
	asnas prefabricadas em betão armado (CC 05.02.b)	metálica (CC 05.02.k)
	vigas em betão armado (CC 05.02.c)	perfis / vigas metálicas (CC 05.02.l)
	vigotas prefabricadas em betão armado (CC 05.02.d)	asnas metálicas (CC 05.02.m)
Cobertura	muretes de alvenaria (CC 05.02.e)	asnas (CC 05.02.n)
	lajes em betão (maciças ou aligeiradas) (CC 05.02.f)	madeira (CC 05.02.o)
	laje aligeirada em betão (CC 05.02.g)	asnas em madeira (possível reforço com ligadores metálicos) (CC 05.02.p)
	laje de esteira (CC 05.02.h)	madres, varas e ripas de madeira (CC 05.02.q)
	laje maciça em betão armado (CC 05.02.i)	
	telha cerâmica (CC 05.03.a)	tela betuminosa (CC 05.03.m)
	telha de vidro (CC 05.03.b)	asfalto betuminoso (CC 05.03.n)
Revestimentos	chapa metálica (CC 05.03.c)	gravilha (sobre emulsão betuminosa) (CC 05.03.o)
	painel tipo sanduíche (CC 05.03.d)	emulsão betuminosa (CC 05.03.p)
	chapa ondulada de fibrocimento (CC 05.03.e)	chapa ondulada em policarbonato simples ou alveolar (CC 05.03.q)

Tabela 4.6: Lista de materiais para a caracterização construtiva dos edifícios (continuação).

	canaletes de fibrocimento fixados com grampos metálicos <sup>5</sup> (CC 05.03.f)	chapa lisa em policarbonato simples ou alveolar (CC 05.03.r)	
	forro em madeira pelo interior (CC 05.03.g)	chapa ondulada em poliéster reforçado com fibras de vidro (CC 05.03.s)	
	tela (CC 05.03.h)	vidro ou outros elementos translúcidos (CC 05.03.t)	
	tela de betume asfáltico autoprotégida (CC 05.03.i)	mosaico hidráulico ou cerâmico (CC 05.03.u)	
	tela de betume asfáltico modificado autoprotégida (CC 05.03.j)	lajetas prefabricadas em betão com apoios pontuais ou lineares (CC 05.03.v)	
	tela de betume asfáltico protegida com alumínio gofrado (CC 05.03.k)	brita (sobre manta geotêxtil e placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido) (CC 05.03.x)	
	tela de betume asfáltico (CC 05.03.l)	godo (CC 05.03.y)	
Impermeabilização <sup>6</sup>	tela (CC 05.04.a)	tela betuminosa (CC 05.04.d)	
	tela de betume asfáltico autoprotégida (CC 05.04.b)	tela de betume asfáltico protegida com alumínio gofrado (CC 05.04.e)	
	tela de betume asfáltico (CC 05.04.c)	emulsão betuminosa (CC 05.04.f)	
Drenagem	queda direta pelos bordos da cobertura (CC 05.05.a)	tubos de queda exteriores (CC 05.05.d)	
	caleiras longitudinais, transversais e/ou periféricas (CC 05.05.b)	tubo de queda único (CC 05.05.e)	
	tubos de queda interiores (CC 05.05.c)	tubos-ladrão / gárgulas (CC 05.05.f)	
Caixilhos	madeira (CC 06.01.a)	metálicos (CC 06.01.d)	
	alumínio (anodizado à cor natural ou lacado) (CC 06.01.a)	metálicos e em madeira (CC 06.01.e)	
	aço (CC 06.01.b)	betão armado (CC 06.01.f)	
	ferro forjado (CC 06.01.c)		
Vãos	Vidros	simples (CC 06.02.a)	martelados (CC 06.02.d)
		duplos (CC 06.02.b)	blocos de vidro (CC 06.02.e)
		aramados (CC 06.02.c)	
Proteção	gradeamento metálico ou rede metálica (CC 06.03.a)	estores de lâminas interiores (CC 06.03.c)	
	grelhas de betão prefabricadas (CC 06.03.b)	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	Tetos	reboco pintado (CC 07.01.a)	teto falso em grade de madeira (CC 07.01.i)
		estruque pintado (CC 07.01.b)	teto falso com estrutura em madeira a suportar placas de corticite (CC 07.01.j)
		fasquiado estucado (CC 07.01.c)	teto falso em placas de esferovite (CC 07.01.k)

<sup>5</sup> Assumem-se os canaletes e as chapas onduladas de fibrocimento como revestimentos de cobertura distintos, de acordo com a configuração do seu perfil e o seu método de fixação.

<sup>6</sup> Procede-se à repetição do sistema de impermeabilização quando este constitui igualmente um revestimento.

Tabela 4.6: Lista de materiais para a caracterização construtiva dos edifícios (continuação).

	teto falso (CC 07.01.d)	placas de aglomerado de cortiça (CC 07.01.l)
	teto falso com ou sem estrutura em alumínio e em gesso cartonado pintado ou gesso com fibras (CC 07.01.e)	placas de aglomerado de cortiça pintadas (CC 07.01.m)
	teto falso com ou sem estrutura e em cartão prensado (CC 07.01.f)	placas de aglomerado de partículas de madeira (CC 07.01.n)
	teto falso em chapa metálica (CC 07.01.g)	betão pintado (CC 07.01.o)
	teto falso em madeira (CC 07.01.h)	betão à vista (CC 07.01.p)
Rodapés	madeira (CC 07.02.a)	pedra (CC 07.02.e)
	mosaico hidráulico (CC 07.02.b)	corticite (CC 07.02.f)
	mosaico cerâmico (CC 07.02.c)	roda-cadeiras em madeira (CC 07.02.g)
	tijoleira / ladrilhos de barro vermelho (CC 07.02.d)	
Guardas	corrimãos / guardas metálicos e em madeira (CC 07.03.a)	guarda-corpos em alvenaria rebocada e pintada capeada a pedra (CC 07.03.d)
	corrimãos / guardas metálicos (CC 07.03.b)	guarda-corpos em alvenaria revestida a marmorite capeada a pedra (CC 07.03.e)
	corrimãos / guardas em madeira (CC 07.03.c)	
Beirados	prefabricados em betão armado (CC 07.04.a)	betão armado (CC 07.04.b)
	pedra natural aparelhada (CC.07.04.c)	
Platibandas	betão pintado (CC 07.05.a)	capeamento metálico (CC 07.05.e)
	betão rebocado pintado (CC 07.05.b)	capeamento em pedra (CC 07.05.f)
	capeamento em tela asfáltica autoprotégida (CC 07.05.c)	betão sem acabamento (CC 07.05.g)
	capeamento em tela asfáltica protegida com alumínio gofrado (CC 07.05.d)	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)

#### 4.3.4. Parâmetros específicos de caracterização da localização

A folha *Localização* (Tabela 4.7) reúne alguns dados sobre o território em que se insere cada escola. Desde logo, identifica-se administrativamente através do distrito e do concelho em que se insere. A localização específica é dada pelo nome da cidade e da rua da escola.

Para descrever o tipo de meio envolvente, são dadas três designações possíveis entre as seguintes:

- i) *ME 1 urbano tipo I*, referente a uma envolvente urbana com uma elevada densidade de construção e edifícios de maior altura, concretamente, mais de cerca de 50% de envolvente edificada num raio de 100 m e, desse edificado, mais de cerca de 50% com mais de 4 pisos;
- ii) *ME 2 urbano tipo II*, referente a uma envolvente urbana de reduzida densidade de construção e edifícios de médio porte, concretamente, mais de cerca de 50% da envolvente edificada num raio de 100 m e, desse edificado, menos de cerca de 50% com mais de 4 pisos;



- iii) *ME 3 rural*, referente a uma reduzida densidade de construção e grandes áreas livres, concretamente, mais de cerca de 50% da envolvente sem edifícios num perímetro de 100 m.

Tabela 4.7: Exemplo de preenchimento da folha Localização.

1. ESCOLAS				
localização	distrito	Évora		
	concelho	Estremoz		
	cidade	Estremoz		
	rua	Rua Professor Egas Moniz		
	meio envolvente	ME 1	urbano tipo I	
		ME 2	urbano tipo II	•
		ME 3	rural	
	condições de exposição	CE 1		
		CE 2	•	Situação normal
		CE 3		

O local de implantação da escola é também descrito de acordo com as suas condições de exposição ambiental. Para este efeito, recorreu-se ao zonamento climático resultante da combinação vento-precipitação e ao conceito de exposição definidos pelo Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (1998). A partir de dados do Instituto de Meteorologia, naquela publicação foi estabelecido um zonamento climático de Portugal Continental, como observado na Figura 4.1. Definiram-se três zonas em função da quantidade média de precipitação anual, altitude do local e distância à costa litoral. Particularmente em relação à faixa costeira, alargaram-se as condições da zona mais gravosa a uma penetração para o interior de 20 km. No entanto, tinha sido excluída desta faixa a costa Sul algarvia, que, para efeitos do presente estudo, foi considerada também como uma zona de maior severidade climática. Assim, a localização de cada escola deveria corresponder a uma das seguintes zonas:

- i) *Zona I*, que corresponde ao interior Sul do Continente, estendendo-se pelo Alentejo e parte do Algarve;
- ii) *Zona II*, referente a uma área de Norte a Sul do Continente com altitude inferior a 600 m, exceto Zona I e faixa costeira de 20 km;
- iii) *Zona III*, referente ao interior Norte do Continente com altitudes superiores a 600 m e a uma faixa costeira de 20 km (incluindo-se neste estudo a costa Oeste e a costa Sul).

Após a identificação da zona climática em que se insere a escola, identifica-se o grau de exposição, que varia de local para local em complemento do zonamento climático, de acordo com as seguintes situações da envolvente:

- i) *Situação protegida*, referente a áreas totalmente rodeadas por elevações de terreno, abrigadas em todas as direções da incidência de ventos;
- ii) *Situação normal*, referente a áreas planas, podendo apresentar ligeiras ondulações do terreno;

- iii) *Situação exposta*, referente a áreas do litoral até a uma distância de 5 km do mar, no cimo das falésias, em ilhas ou penínsulas estreitas, estuários ou baías muito cavadas; também referente a vales estreitos (que canalizam ventos), montanhas altas e isoladas e algumas áreas de planaltos.

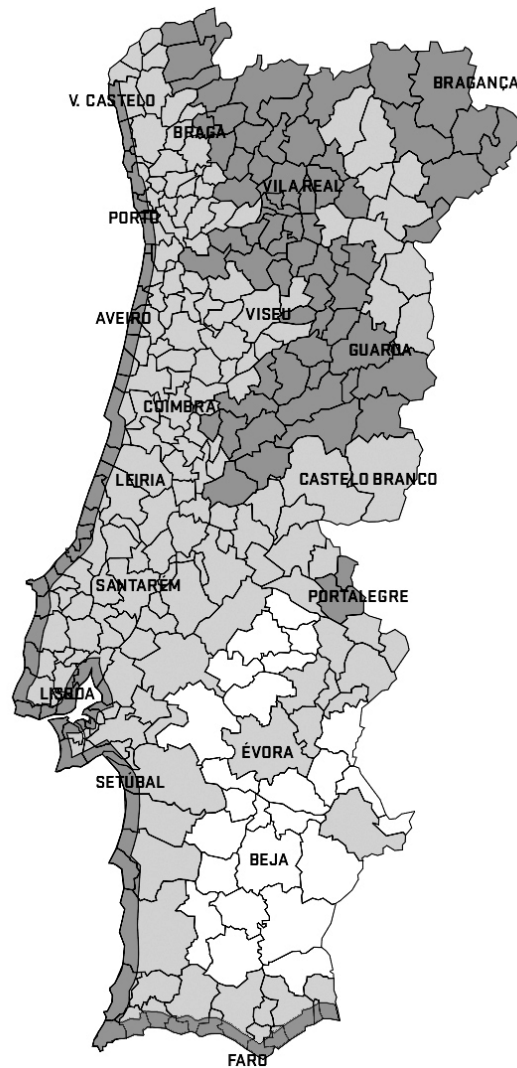


Figura 4.1: Zonamento climático resultante da combinação vento-precipitação adaptado à divisão administrativa; a branco zona I, a cinzento claro zona II, a cinzento escuro zona III (adaptado de Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, 1998).

## 4.3.5. Parâmetros específicos de caracterização das anomalias

### 4.3.5.1. Introdução

A caracterização das anomalias construtivas identificadas em cada escola encontra-se na folha *Anomalias* (Tabela 4.8). Aí, a informação ramifica-se do seguinte modo:

- i) no primeiro nível, distingue-se a situação da anomalia, que se pode encontrar na envolvente exterior da escola ou num edifício;

- ii) no segundo nível, quando a anomalia se encontra num edifício, assinala-se a localização relativa do EFM da anomalia, ou seja, na envolvente construída do edifício ou no seu interior;
  - a. consideram-se na envolvente construída todos os EFM que se encontram claramente num ambiente exterior ou que medeiam ambiente exterior e ambiente interior, isto é, todos os EFM de suporte e todos os revestimentos pelo exterior;
  - b. consideram-se no interior do edifício todos os revestimentos interiores (mesmo que sobre um suporte pertencente à envolvente), lajes térreas e estruturas de cobertura quando não estiverem embebidas numa laje (por exemplo, uma viga de betão de cobertura associada a uma laje de betão é considerada um suporte na envolvente, as vigotas prefabricadas de betão isoladas numa cobertura consideram-se no interior);
- iii) no terceiro nível, identifica-se o Elemento Fonte de Manutenção onde ocorre a anomalia em análise, de acordo com a lista na Tabela 4.2, ou seja:
  - a. identifica-se o grupo de EFM a que pertence, como por exemplo *03 Elementos em betão*;
  - b. identifica-se o EFM, como por exemplo *03.02 Pilares de betão*;
- iv) no quarto nível, inicia-se a ficha descritiva da anomalia, cujo primeiro item é o registo do bloco escolar em que surge a anomalia;
  - a. a identificação do edifício em que se encontra a anomalia é feita não só através do registo do bloco escolar, mas também da tipologia funcional a que este pertence, de acordo com a classificação apresentada na Tabela 4.5; por exemplo, o bloco escolar *oficina de mecânica* pertence à tipologia funcional *I.TF3 bloco oficial*;
- v) a ficha descritiva da anomalia é sempre acompanhada de uma fotografia representativa da mesma, identificada de acordo com o código de legenda do relatório;
- vi) os restantes itens da ficha descritiva da anomalia são abordados mais aprofundadamente nos títulos seguintes.

#### 4.3.5.2. Identificação da anomalia

Na ficha descritiva da anomalia (com exemplos na Tabela 4.8), após a identificação do bloco escolar em que a anomalia se situa, deve ser identificada a designação da anomalia em causa. Da lista apresentada na Tabela 4.3, considera-se a designação, ou as várias designações (em fichas diferentes), que podem descrever a anomalia em análise do modo mais adequado. Tendo em vista um registo homogéneo de informação, foi necessário definir critérios para a distinção das diferentes designações.

Deste modo, pode-se definir as anomalias e o melhor modo de utilização das diferentes designações da seguinte forma:

- i) *A1 Sujidade diferencial* aplica-se a revestimentos e refere-se a situações em que há uma transição brusca entre uma área limpa e uma área suja, formando zonas de sujidade pontual com origem em partículas em suspensão no ar que se depositam sobre as superfícies (Figura 4.2);


- ii) *A2 Sujidade uniforme* aplica-se a revestimentos e refere-se a áreas em que a sujidade forma uma camada de leitura contínua com origem em partículas em suspensão no ar que se depositam sobre as superfícies (Figura 4.3);
- iii) *A3 Descoloração ou mancha* aplica-se a revestimentos e refere-se a áreas de aspeto contrastante em zonas localizadas de uma superfície (Figura 4.4); é comum que se refira a manchas de humidade ou que se conjugue com outras anomalias, como A2, A21 e A23;
- iv) *A4 Fissuração mapeada* aplica-se geralmente a revestimentos e refere-se a um tipo de fissuração comum em revestimentos contínuos em que as fissuras se vão ramificando sucessivamente formando um padrão numa área relativamente abrangente (Figura 4.5) e que surgem quando o material esgotou a sua capacidade de deformação; uma vez que estas anomalias foram identificadas por uma inspeção visual, não é possível definir com rigor a profundidade com que atingem os suportes; por esse motivo, definiu-se o código *A4.b* complementar ao dos revestimentos e aplicável aos acabamentos por repetição integral da ficha descritiva da anomalia;
- v) *A5 Fissuração orientada* aplica-se a suportes e refere-se às fissuras lineares verticais, horizontais ou oblíquas (Figura 4.6), que surgem quando o material esgotou a sua capacidade de deformação; tal como a fissuração mapeada, não é possível definir com rigor a profundidade com que a fissuração orientada atinge os elementos fonte de manutenção, definindo-se, por isso, os dois códigos complementares *A5.a*) e *A5.b*) aplicáveis a revestimentos e acabamentos, respetivamente, por repetição integral da ficha descritiva da anomalia;
- vi) *A7 Fratura / Elemento(s) partido(s)* aplica-se a suportes, ou revestimentos de coberturas, e abrange diferentes situações de rotura dos elementos construtivos, como consequência do esgotamento da capacidade de deformação do elemento construtivo, após submissão a esforços externos e/ou deformações impostas, ficando inutilizado ou fragilizado para o seu desempenho funcional (Figura 4.7);
- vii) *A8 Descasque ou escamação* pode aplicar-se a suportes, revestimentos ou acabamentos, de acordo com as situações específicas, referindo-se a perdas de secção (como a perda do recobrimento de um elemento em betão armado), ao desprendimento de um reboco ou à queda de camadas de tinta de uma pintura (Figura 4.8);
- viii) *A9 Alveolização ou picadura* aplica-se a revestimentos ou acabamentos, referindo-se a pequenas cavidades em revestimentos ou à sucessão de pequenos vazios em tintas; nas escolas industriais analisadas, não foi possível identificar este tipo de anomalia;
- ix) *A10 Lacuna em profundidade* aplica-se aos vários EFM e refere-se a situações como perda de material e existência de vazios (Figura 4.9);
- x) *A12 Corrosão* aplica-se a suportes, referindo-se às diferentes situações de perda de material metálico a partir de diferentes processos eletroquímicos no material, podendo haver oxidação prévia; refere-se a elementos metálicos (Figura 4.10) ou elementos com componentes metálicos (no caso das armaduras de elementos em betão); para que seja identificada, pode ser visível ou serem apenas visíveis os seus efeitos, desde que seja clara a sua existência;
- xi) *A14 Elementos soltos* aplica-se aos vários EFM e refere-se a situações de desprendimento e desalinhamiento de peças, como por exemplo em revestimentos não contínuos (Figura 4.11);

Tabela 4.8: Exemplo de preenchimento da folha Anomalias.

## 2. ANOMALIAS

2. ANOMALIAS									
localização específica	envolvente	01	Pavimentos e drenagens exteriores	01.03	Calceiras superficiais e drenagem	bloco das instalações sanitárias nascente	A16	Elemento(s) em falta	 <p>I.87 - Revestimento de parede em reboco pintado: manchas devido a humidades ascensionais causadas pela inexistência de calceiras periféricas de drenagem, existindo um contacto direto das paredes com o terreno</p> <p>Quantidade de elementos afetados: pontual</p> <p>Edifícios: I.TF6 edifícios secundários</p> <p>Causas possíveis: C4 Execução/projeto; C4h Deficiente execução</p> <p>Precedência de anomalias: -</p> <p>Quadrante solar relevante: Sul</p> <p>Espaço funcional relevante: -</p> <p>Gravidade: 2</p> <p>Futuros desenvolvimentos / consequências: A3 Descoloração ou mancha; R5 Colocação / execução; R5c Criação de um sistema de calceiras com uma pendente adequada (no mínimo 2%) e pontos de drenagem, ligados a tubos de queda; R5n Colocação de ralos de pinha na embocadura dos tubos de queda; R6 Remoção; R6e Picagem de zonas que se encontrem destacadas, fissuradas, com humidade, sais solúveis ou empoladas; R1 Limpeza; R1c Lavagem com água e detergente, incluindo escovagem; R6 Remoção; R6d Avivamento de fissuras; R7 Reconstituição de elementos; R7d Aplicação de argamassa cimentícia pré-doseada (desumidificadora em zonas com humidade); R2 Tratamento / preparação superficial ou acabamento; R2n Aplicação de nova pintura com as demãos necessárias (colocação prévia de fitas nos remates)</p> <p>Recomendações de atuação</p> <p>Observações: -</p>
	edifício	envolvente	03	elementos em betão	03.02	pilares de betão	bloco das salas de desenho	A5	Fissuração orientada

Tabela 4.8: Exemplo de preenchimento da folha Anomalias (continuação).

										Aplicação de cordão de empanque de espuma de polietileno de preenchimento, de um mástique elástico à base de poliuretano para selagem e de acabamento com argamassa elastomérica
										R7e
										R2
										R2n
										Aplicação de nova pintura com as demãos necessárias (colocação prévia de fitas nos remates)
									Observações	-
									Imagem	
										I.53 - Fissuração em parede de alvenaria (casa de banho masculina, 1.º piso do corpo principal)
									Quantidade de elementos afetados	pontual
									Edifícios	I.TF1 corpo principal
									Causas possíveis	C2 Ambiental
										C2a Efeitos termo-higrométricos
										C4 Execução/projeto
										C4l Rigidez excessiva na ligação entre elementos
										C4j Retração
									Precedência de anomalias	-
									Quadrante solar relevante	-
									Espaço funcional relevante	E11 Instalações sanitárias/balneários
										E1 Zonas de circulação
									Gravidade	1
									Futuros desenvolvimentos / consequências	-
										R1 Limpeza
										R1a Lavagem com jacto de água, incluindo escovagem e/ou aspiração
										R6 Remoção
										R6d Avivamento de fissuras
										R7 Reconstituição de elementos
										R7b Aplicação por injeção de argamassa ou resina epóxida adequada
										R7f Aplicação de argamassa bastarda pré-doseada não retráctil
										R2 Tratamento / preparação superficial ou acabamento
										R2n Aplicação de nova pintura com as demãos necessárias (colocação prévia de fitas nos remates)
									Observações	-

- xii) *A16 Elementos em falta* aplica-se a vários tipos de EFM em situações em que já não existe um elemento construtivo, ou parte deste (Figura 4.12);
- xiii) *A17 Desgaste localizado* aplica-se a revestimentos e acabamentos, referindo-se a situações pontuais de deterioração superficial (Figura 4.13);
- xiv) *A18 Desgaste uniforme* aplica-se a revestimentos e acabamentos, referindo-se a situações de deterioração superficial homogénea (Figura 4.14);
- xv) *A19 Deficiente funcionamento* aplica-se aos vários tipos de EFM quando não se verifica o cumprimento de exigências funcionais; pode, por exemplo, referir-se a uma junta de dilatação com um preenchimento deficiente, à pendente insuficiente de uma cobertura ou a uma reparação inadequada (Figura 4.15);
- xvi) *A20 Sem funcionamento* aplica-se aos vários tipos de EFM e refere-se a situações de inutilização ou ruína (Figura 4.16);
- xvii) *A21 Infiltrações* aplica-se a suportes ou a revestimentos de coberturas em situações de falha de estanqueidade, em que a água, tanto da chuva como da rotura de tubagens, surge onde não estava prevista, conjugando-se frequentemente com a anomalia A3 (Figura 4.17);
- xviii) *A22 Concreções* aplica-se a elementos de betão com ligeiras saliências de argamassa correspondentes a falhas de cofragem; nas escolas industriais analisadas, não foi possível identificar este tipo de anomalia;
- xix) *A23 Colonização / ataque biológico* aplica-se a revestimentos, referindo-se a casos de existência não desejada dos mais variados tipos de fungos ou aos efeitos produzidos por insetos xilófagos (Figura 4.18);
- xx) *A24 Vegetação parasitária* aplica-se a revestimentos ou suportes em que se encontrem plantas onde não se pretende que existam (Figura 4.19);
- xxi) *A25 Dejetos de aves* aplica-se a revestimentos que se encontrem afetados por guano; nas escolas industriais analisadas, não foi possível identificar este tipo de anomalia;
- xxii) *A28 Detritos* aplica-se a revestimentos e refere-se a uma situação particular de sujidade, quando se constitui por elementos soltos sobre, por exemplo, uma cobertura (Figura 4.20);
- xxiii) *A29 Deformação excessiva / assentamentos* aplica-se a suportes que se encontrem alterados pela reação à ação de diferentes esforços externos, podendo apresentar-se, por exemplo, côncavos ou convexos, ou empenados, como modo de adaptação às situações (Figura 4.21);
- xxiv) *A30 Graffiti* aplica-se a acabamentos ou revestimentos (que constituam em si um acabamento), referindo-se a pinturas murais indesejadas, normalmente devidas a ações de vandalismo (Figura 4.22);
- xxv) *A31 Empolamento* aplica-se a acabamentos que se soltam do seu suporte formando bolhas de ar sob a sua película, podendo mesmo soltar-se, conjugando-se assim com a anomalia A8 (Figura 4.23).

Para as situações de identificação das anomalias A4 e A5, poderá haver lugar a uma repetição integral da anomalia de acordo com os possíveis EFM atingidos. Por exemplo, no caso de uma fissuração mapeada (A4) numa parede rebocada pintada, considera-se que a anomalia A4 atinge o revestimento 10.02 *Rebocos exteriores* e a anomalia A4.b) atinge o acabamento 20.00 *Pintura / marcações / acabamentos*. Se

a fissuração mapeada atingir um parede revestida com marmorite, considera-se a anomalia A4 apenas uma vez, já que a marmorite constitui simultaneamente um revestimento e um acabamento.

No caso de existência de uma fissuração orientada (A5) numa parede rebocada pintada, a título de exemplo, considera-se que a anomalia A5 atinge o suporte *06.01 Paredes exteriores duplas de tijolo furado*, a anomalia A5.a) atinge o revestimento *10.02 Rebocos exteriores* e a anomalia A5.b) atinge o acabamento *20.00 Pintura / marcações / acabamentos*. Se a fissura se situar na madre de uma estrutura de cobertura em madeira, a anomalia A5 é considerada apenas uma vez. Este método permite estabelecer uma maior variedade de relações entre os vários fatores que descrevem as anomalias.

Finalmente, foi estabelecido que anomalias idênticas, com as mesmas características, só seriam registadas uma vez. Portanto, no caso de existência de anomalias com a mesma designação, no mesmo edifício e tipo de EFM, com as mesmas causas, precedências e consequências, gravidade e recomendações, estas só seriam representadas por uma ficha de descrição.



Figura 4.2: Sijidade diferencial (A1) em reboco exterior por ação de salpicos de água, devido à inexistência de tubo de queda ligado à gárgula (Escola Secundária Henriques Nogueira).



Figura 4.3: Sijidade uniforme (A2) em reboco exterior (Escola Secundária Sebastião da Gama).



Figura 4.4: Mancha (A3) em lambril em marmorite devido a infiltrações pelo tardo de parede enterrada (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).



Figura 4.5: Fissuração mapeada (A4) em reboco exterior (Escola Secundária de S. Lourenço).



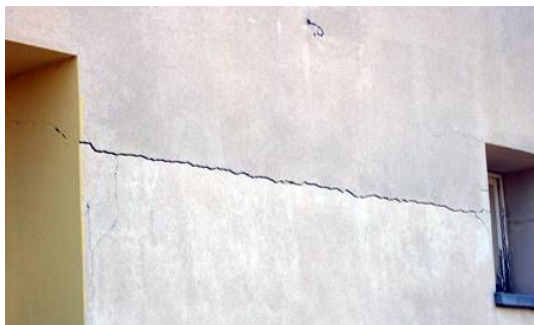


Figura 4.6: Fissuração orientada (A5) em parede exterior dupla de alvenaria de tijolo furado (Escola Secundária D. Sancho II).



Figura 4.7: Elemento partido (A7) em revestimento de cobertura em placas de fibrocimento (Escola Secundária Jácome Ratton).



Figura 4.8: Descasque (A8) de recobrimento de laje em betão armado (Escola Secundária Francisco de Arruda).



Figura 4.9: Lacuna (A10) em murete de cobertura em alvenaria (Escola Secundária D. Manuel I).



Figura 4.10: Corrosão (A12) de guarda-corpos / corrimão metálico junto ao apoio sobre murete (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.11: Elementos soltos (A14) em revestimento de cobertura em telhas cerâmicas (Escola Secundária Emídio Navarro).



Figura 4.12: Ralo de pinha em falta (A16) na embocadura de tubo de queda do sistema de drenagem de águas pluviais (Escola Secundária Tomás Cabreira).



Figura 4.13: Desgaste localizado (A17) em revestimento de cobertura em placas de fibrocimento por ação da água (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.14: Desgaste generalizado (A18) de pavimento em tacos de madeira (Escola Secundária Jorge Peixinho).

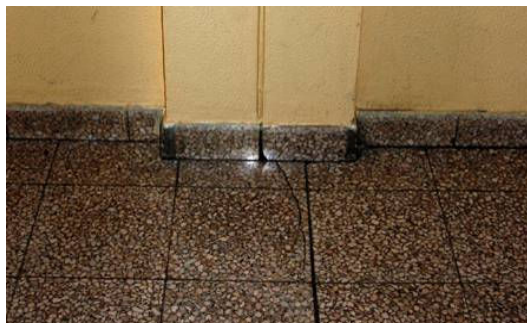


Figura 4.15: Deficiente funcionamento (A19) de junta de dilatação, uma vez que não continua no revestimento de pavimento (Escola Secundária Pedro de Santarém).



Figura 4.16: Cobertura sem funcionamento (A20) (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.17: Infiltrações (A21) em laje de cobertura tipo shed (Escola Secundária Jácome Ratton).



Figura 4.18: Colonização biológica (A23) em revestimento de teto e parede (Escola Secundária Rainha Santa Isabel).



Figura 4.19: Vegetação parasitária (A24) sobre revestimento de cobertura de passagem exterior (Escola Secundária de Moura).

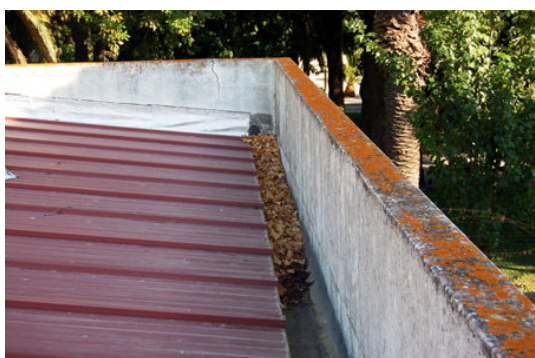


Figura 4.20: Detritos (A28) em calceira de drenagem de águas pluviais (Escola Secundária Tomás Cabreira).

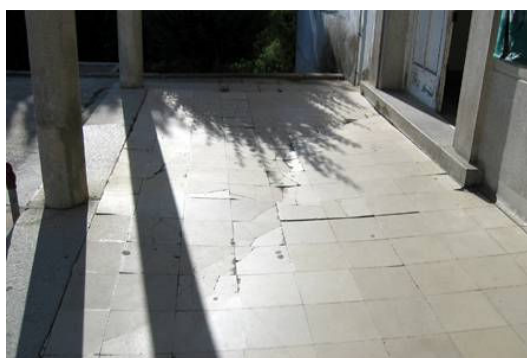


Figura 4.21: Assentamento (A29) de laje de alpendre exterior (Escola Secundária de S. Lourenço).



Figura 4.22: Graffiti (A30) sobre revestimento de parede em pedra (Escola Secundária D. Sancho II).



Figura 4.23: Empolamento (A31) de pintura de teto (Escola Secundária Tomás Cabreira).

#### 4.3.5.3. Sequenciação – anomalias precedentes e consequentes

Na ficha descritiva da anomalia, existem dois campos criados com o intuito de se estabelecerem relações sequenciais entre as anomalias identificadas. Raramente a patologia se manifesta exclusivamente numa única anomalia construtiva. Além das causas precedentes, muitas vezes existe uma anomalia original que dá origem a uma segunda anomalia que, por sua vez, pode ainda dar origem a outras. O registo do encaideamento de diferentes anomalias é feito nos campos *Precedência de anomalias* e *Futuros desenvolvimentos / consequências*. Aí, devem ser registadas anomalias perfeitamente identificáveis, com ficha descritiva própria, e anomalias que muito provavelmente antecederam ou podem vir a suceder àquela em análise.

Considere-se um exemplo comum: a existência de infiltrações (A21) em elementos em betão armado, que leva à corrosão da armadura (A12) e ao descasque do recobrimento (A8), podendo ainda originar manchas (A3) no revestimento, colonização biológica (A23), empolamento (A31) e escamação (A8) da tinta de acabamento. Pode também existir uma fissura (A5), por exemplo, que, pela sua gravidade, muito provavelmente vai progredir para um descasque (A8) de revestimento num futuro próximo. Nesse caso, mesmo que o descasque ainda não tenha ocorrido, foi indicado no campo *Futuros desenvolvimentos / consequências*.

As anomalias em juntas de dilatação são uma falha recorrente, em que se pode reconhecer, normalmente, um conjunto de anomalias. Logo, os critérios para a identificação da anomalia e EFM correspondente passam pela análise da afetação específica da anomalia. Assim, é necessário perceber se esta se encontra dentro da junta de dilatação (por exemplo, a fissuração do material de preenchimento) ou nas suas imediações (fissura paralela à junta de dilatação). Nos casos em que apenas a própria junta de dilatação é afetada, deve ser esse o EFM considerado. Quando a junta de dilatação é afetada e a anomalia se estende também a EFM adjacentes, consideram-se os EFM junta de dilatação e os EFM adjacentes, como por exemplo pilares. Se a anomalia se encontra apenas nas imediações da junta de dilatação, a anomalia construtiva deve ser identificada no EFM correspondente, indicando-se a anomalia *A19 Deficiente funcionamento* como precedente e, eventualmente, indicando causas associadas a problemas na junta de dilatação como conducentes à situação em análise.

Definiu-se ainda um critério aplicável a toda a ficha descritiva da anomalia quando os dados no relatório de peritagem se encontravam incompletos (tendo em conta o rol de elementos que se pretendia registar). Assim, sempre que possível, o dado omissos foi estudado, inferido e registado a cor específica (no caso, o azul). Este critério foi utilizado não só para dados omissos, mas também para a identificação adicional de dados através do conteúdo dos relatórios (principalmente através da análise detalhada das fotografias).

#### 4.3.5.4. Quantificação e gravidade

Na ficha de registo de anomalias, o campo *Quantidade de elementos afetados* refere-se à quantificação da anomalia. Definiu-se uma quantificação simples e direta, procurando não criar situações dúbias. Por esse motivo, existem apenas duas hipóteses de preenchimento: a anomalia pode ser *pontual* ou *generalizada*. Esta avaliação teve em conta tanto a descrição no relatório, como a fotografia ilustrativa da anomalia, considerando-se generalizadas as anomalias que abrangessem grandes áreas ou a totalidade de um EFM e todas as restantes como pontuais.

No âmbito desta base de dados, a quantificação da anomalia construtiva é, assim, considerada como uma qualidade própria de cada uma, independentemente da sua gravidade.

Por sua vez, a gravidade das anomalias é determinada pela intensidade com que o EFM é atingido. Com efeito, podem distinguir-se três fatores que contribuem para a gravidade final da anomalia, designadamente:

- i) a perceção imediata da gravidade, apenas comparável entre anomalias do mesmo tipo;
- ii) uma hierarquização das várias anomalias de acordo com o modo como podem comprometer a segurança dos ocupantes dos edifícios e a integridade da construção, ou pôr em causa o desempenho funcional do respetivo EFM e afetar esteticamente o elemento construtivo;
- iii) uma hierarquização dos EFM de acordo com a sua importância para a integridade da construção e segurança dos seus ocupantes.

A cada um destes fatores foi atribuído um valor, definido numa escala com três níveis de gravidade: 1, 2 e 3. Nesta escala, o nível 1 corresponde às situações menos preocupantes e o nível 3 às situações mais gravosas. A contribuição de cada um dos fatores foi considerada do seguinte modo:

- i) a cada anomalia registada foi atribuído um nível preliminar de gravidade, 1, 2 ou 3;
- ii) atribuiu-se um fator de ponderação a cada tipo de anomalia – 1, 0,7 ou 0,3, das anomalias de maior importância às de menor importância;
- iii) atribuiu-se um fator de ponderação a cada EFM – 1, 0,7 ou 0,3, consoante se considerasse de menor ou maior importância para a construção.

Os níveis preliminares de gravidade foram fixados por comparação com as anomalias do mesmo tipo. Para este efeito, foi elaborado um documento conjunto para as três dissertações sobre escolas secundárias com comparações-tipo, definindo uma referência de cada nível de gravidade preliminar para cada tipo de anomalia. Para as anomalias e para os EFM, foram elaborados, também em grupo, quadros com os fatores de ponderação correspondentes a cada um.

Com a conjugação dos valores obtidos, em dois passos de cálculo, obtiveram-se os três níveis de gravidade 1, 2 e 3, como se estabelece na Tabela 4.9 e na Tabela 4.10.

Tabela 4.9: Demonstração do primeiro passo de cálculo: a partir dos fatores de ponderação das anomalias e dos EFM define-se a ponderação final.

Fator de ponderação da anomalia (a)	Fator de ponderação do EFM (b)	Resultado intermédio (a x b)	Resultados intermédios ordenados	Ponderação final (d)
0,3	0,3	0,09	0,09	0,3
	0,7	0,21	0,21	
	1	0,30	0,21	
0,7	0,3	0,21	0,30	0,7
	0,7	0,49	0,30	
	1	0,70	0,49	
1	0,3	0,30	0,70	1
	0,7	0,70	0,70	
	1	1,00	1,00	

Tabela 4.10: Demonstração do segundo passo de cálculo: a partir do nível preliminar de gravidade e da ponderação final define-se a gravidade final.

Nível preliminar de gravidade (c)	Ponderação final (d)	Resultado (c x d)	Resultados ordenados	Gravidade final
1	0,3	0,3	0,3	1
	0,7	0,7	0,6	
	1	1	0,7	
2	0,3	0,6	0,9	2
	0,7	1,4	1	
	1	2	1,4	
3	0,3	0,9	2	3
	0,7	2,1	2,1	
	1	3	3	

Como mencionado, foram estabelecidos parâmetros de definição de gravidade dentro de cada tipo de anomalia, de modo a agilizar e tornar mais rigorosa a comparação entre as fotografias de anomalias do mesmo tipo. Os parâmetros definidos são os seguintes:

- i) *A1 Sujidade diferencial*: a sua gravidade é definida pela tonalidade e pela extensão da área abrangida (Figuras 4.24 a 4.26);



Figura 4.24: Nível 1 de sujidade diferencial (A1) em revestimento de viga das oficinas (Escola Secundária Henriques Nogueira).



Figura 4.25: Nível 2 de sujidade diferencial (A1) em revestimento de viga saliente na fachada (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.26: Nível 3 de sujidade diferencial (A1) em revestimento de paramento na fachada (Escola Secundária de Santo André).

<sup>7</sup> Fotografia comparativa de escola do tipo pavilhonar (Branco *et al.*, 2008a).

- ii) *A2 Sujidade uniforme*: a gravidade é definida pela tonalidade e pelo contraste entre a área com sujidade e a restante área do EFM (Figuras 4.27 a 4.29);



Figura 4.27: Nível 1 de sujidade uniforme (A2) em revestimento de cobertura inclinada em telha cerâmica (Escola Secundária Rainha Santa Isabel).



Figura 4.28: Nível 2 de sujidade uniforme (A2) em revestimento de cobertura inclinada em telha cerâmica (Escola Secundária Tomás Cabreira).



Figura 4.29: Nível 3 de sujidade uniforme (A2) em estrutura em madeira de teto falso do ginásio (Escola Secundária de S. Lourenço).

- iii) *A3 Descoloração ou mancha*: a sua gravidade distingue-se pelo contraste entre a mancha e a superfície de base, sendo a presença de eflorescências um fator de agravamento (Figuras 4.30 a 4.32);



Figura 4.30: Nível 1 de descoloração ou mancha (A3) em revestimento de teto de shed (Escola Secundária Henriques Nogueira).



Figura 4.31: Nível 2 de descoloração ou mancha (A3) em revestimento de teto (Escola Secundária Tomás Cabreira).

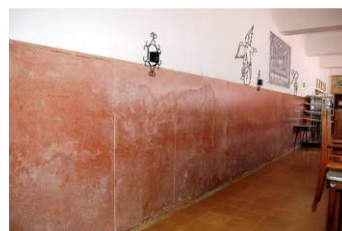


Figura 4.32: Nível 3 de descoloração ou mancha (A3) em revestimento de parede (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).

- iv) *A4 Fissuração mapeada*: a sua gravidade é definida pela extensão de área afetada e pela perceção visual da existência de fissuração, diretamente relacionada com a sua abertura (Figuras 4.33 a 4.35);



Figura 4.33: Nível 1 de fissuração mapeada (A4) em revestimento de teto (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.34: Nível 2 de fissuração mapeada (A4) em revestimento de teto de shed em oficina (Escola Secundária Henriques Nogueira).



Figura 4.35: Nível 3 de fissuração mapeada (A4) em revestimento de soco em marmorite (Escola Secundária D. Manuel I).

- v) *A5 Fissuração orientada*: a gravidade é definida pela perceção visual da existência de fissuração, diretamente relacionada com a sua abertura, tendo-se estabelecido como fatores de agravamento a existência simultânea de descasque, elementos partidos ou elementos soltos (Figuras 4.36 a 4.38);



Figura 4.36: Nível 1 de fissuração orientada (A5) em parede interior de alvenaria (Escola Secundária Henriques Nogueira).



Figura 4.37: Nível 2 de fissuração orientada (A5) em parede interior de alvenaria (Escola Secundária Emídio Navarro).



Figura 4.38: Nível 3 de fissuração orientada (A5) em parede exterior de alvenaria (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).

- vi) *A7 Fratura / Elemento(s) partido(s)*: o nível de gravidade é avaliado de acordo com a extensão de área afetada, com a possibilidade de futuros desenvolvimentos decorrentes da anomalia, agravando-se quando a anomalia se verifica em coberturas ou noutro EFM que comprometa a estanquidade da construção (esses casos serão nível 2 ou 3), tal como nas situações em que se coloca em risco a segurança dos utilizadores (Figuras 4.39 a 4.41);



Figura 4.39: Nível 1 de fratura / elemento(s) partido(s) (A7) em peitoril em pedra (Escola Secundária Henriques Nogueira).



Figura 4.40: Nível 2 de fratura / elemento(s) partido(s) (A7) em revestimento de cobertura em chapa de fibrocimento (Escola Secundária Emídio Navarro).



Figura 4.41: Nível 3 de fratura / elemento(s) partido(s) (A7) em revestimento de cobertura em chapa de fibrocimento (Escola Secundária Sebastião da Gama).

- vii) *A8 Descasque ou escamação*: de acordo com o tipo de descasque há diferentes critérios; se suceder em pinturas ou acabamentos, a gravidade é definida pela extensão da área afetada; se acontecer em recobrimentos de elementos de betão armado, deve-se considerar, além da extensão da área afetada, o volume do vazio, sendo a existência simultânea de fissuração, a iminência de progressão do descasque e a existência de armadura à vista fatores de agravamento (Figuras 4.42 a 4.44);



Figura 4.42: Nível 1 de descasque ou escamação (A8) em pintura de parede rebocada interior (Escola Secundária Jorge Peixinho).



Figura 4.43: Nível 2 de descasque ou escamação (A8) de bordos de junta de dilatação (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).



Figura 4.44: Nível 3 de descasque ou escamação (A8) de reboco de teto interior (Escola Secundária de S. Lourenço).

- viii) *A10 Lacuna em profundidade*: a gravidade deve ter em consideração a extensão de área ou volume atingido e as consequências associadas de acordo com o EFM afetado (Figuras 4.45 a 4.47);



Figura 4.45: Nível 1 de lacuna em profundidade (A10) manifestando-se em vários pequenos vazios em viga de betão de laje de esteira (Escola Secundária Pedro de Santarém).



Figura 4.46: Nível 2 de lacuna em profundidade (A10) em tela de impermeabilização (Escola Secundária D. Sancho II).



Figura 4.47: Nível 3 de lacuna em profundidade (A10) em bordo de laje de cobertura (Escola Secundária Francisco de Arruda).

- ix) *A12 Corrosão*: para a corrosão em armaduras de elementos de betão, deve considerar-se o nível 1 quando a corrosão ainda não se vê a olho nu, mas são notórios os seus efeitos; quando já há armaduras à vista, a gravidade dependerá da extensão de área afetada, tendo sempre em conta como fator de agravamento a perda perceptível de secção (Figuras 4.48 a 4.50); nos casos de corrosão noutros elementos metálicos, a extensão e a perda de secção mantêm-se como critérios a considerar, com a particularidade de, em elementos repetidos, como fixações metálicas de coberturas, se atribuir o nível 3 em caso de existência de sinais generalizados de corrosão (Figuras 4.51 a 4.53);



Figura 4.48: Nível 1 de corrosão (A12) pela fissura no sentido da armadura da viga de betão armado (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.49: Nível 2 de corrosão (A12) em viga com armadura à vista (Escola Secundária Tomás Cabreira).



Figura 4.50: Nível 3 de corrosão (A12) em armadura de viga (Escola Secundária Sebastião da Gama).



Figura 4.51: Nível 1 de corrosão (A12) em revestimento em chapa metálica de cobertura inclinada (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.52: Nível 2 de corrosão (A12) em estrutura metálica de suporte de cobertura (Escola Secundária Emídio Navarro).

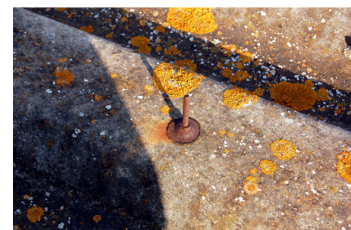


Figura 4.53: Nível 3 de corrosão (A12) em fixações de revestimento de cobertura inclinada (Escola Secundária Tomás Cabreira).

- x) *A14 Elementos soltos*: além de se dever considerar a extensão de área afetada, deve ter-se em conta possíveis consequências da existência da anomalia, tendo-se estabelecido que elementos soltos em coberturas ou que ponham em risco a segurança dos utilizadores devem ter gravidade de nível 2 ou 3 (Figuras 4.54 a 4.56);





Figura 4.54: Nível 1 de elemento(s) solto(s) (A14), no caso um perfil metálico de remate de revestimento de cobertura (Escola Secundária Ferreira Dias).

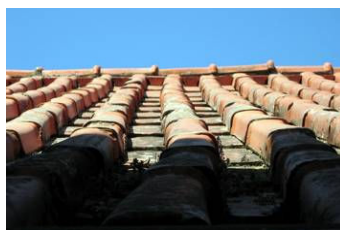


Figura 4.55: Nível 2 de elemento(s) solto(s) (A14) dado o desalinhamento das telhas cerâmicas de revestimento da cobertura inclinada (Escola Secundária Francisco de Arruda).



Figura 4.56: Nível 3 de elemento(s) solto(s) (A14) em revestimento de cobertura inclinada em telha cerâmica (Escola Secundária Ferreira Dias).

- xi) *A16 Elementos em falta*: na avaliação da gravidade da anomalia, deve-se ponderar possíveis consequências decorrentes, tendo em conta que às situações em coberturas ou quando fique comprometida a estanqueidade da construção devem ser atribuídos os níveis 2 ou 3 (Figura 4.57 a 4.59);

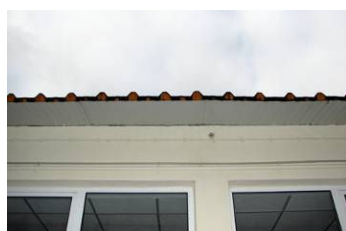


Figura 4.57: Nível 1 de elemento(s) em falta (A16), no caso um perfil metálico de remate de revestimento de cobertura (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.58: Nível 2 de elemento(s) em falta (A16), designadamente ausência de um ralo de pinha na embocadura do tubo de queda (Escola Secundária de S. Lourenço).



Figura 4.59: Nível 3 de elemento(s) em falta (A16) no revestimento de pavimento em tacos de madeira (Escola Secundária Rainha Santa Isabel).

- xii) *A17 Desgaste localizado*: deve ter-se em conta a extensão de área afetada e possíveis consequências associadas, de acordo com a função do EFM (Figuras 4.60 a 4.62); devem ser tidos em consideração alterações adicionais aos revestimentos (cor, tonalidade) e considerar as situações em coberturas, ficando comprometida a sua estanqueidade, de nível 2 ou 3;



Figura 4.60: Nível 1 de desgaste localizado (A17) em revestimento em mosaico hidráulico (Escola Secundária Gil Vicente<sup>8</sup>).



Figura 4.61: Nível 2 de desgaste localizado (A17) em tela de impermeabilização (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.62: Nível 3 de desgaste localizado (A17) em revestimento de escadas em pedra natural (Escola Secundária Gil Vicente<sup>8</sup>).

- xiii) *A18 Desgaste uniforme*: a sua gravidade está associada à espessura de desgaste perceptível, bem como a alterações de cor e tonalidade, tendo em conta que às situações em coberturas ou quando fique comprometida a estanqueidade da construção devem ser atribuídos os níveis 2 ou 3 (Figuras 4.63, a 4.65);

<sup>8</sup> Fotografia comparativa de escola do tipo liceu (Branco *et al.*, 2007a).



Figura 4.63: Nível 1 de desgaste uniforme (A18) em soco em pedra (Escola Secundária Sá da Bandeira<sup>9</sup>).



Figura 4.64: Nível 2 de desgaste uniforme (A18) em pavimento em taco de madeira (Escola Secundária Jorge Peixinho).



Figura 4.65: Nível 3 de desgaste uniforme (A18) de telhas cerâmicas em cobertura inclinada (Escola Secundária João de Deus<sup>10</sup>).

- xiv) *A19 Deficiente funcionamento*: no caso de juntas de dilatação, a gravidade depende da severidade das anomalias associadas decorrentes do deficiente funcionamento da junta (Figuras 4.66 a 4.68); noutros EFM, deve-se ter em conta possíveis consequências e a sua importância (Figuras 4.69 a 4.71);

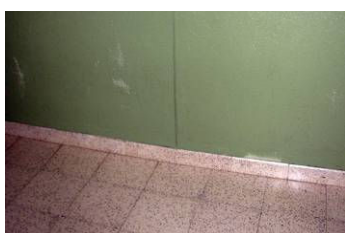


Figura 4.66: Nível 1 de deficiente funcionamento (A19), em que a junta de dilatação não tem continuidade no revestimento de pavimento (Escola Secundária Henriques Nogueira).

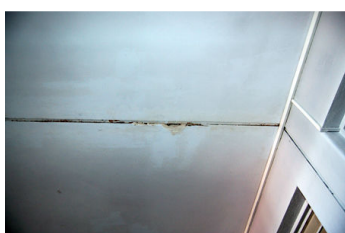


Figura 4.67: Nível 2 de deficiente funcionamento (A19) de junta de dilatação pela deterioração do seu preenchimento e sinais iniciais de infiltração (Escola Secundária Rainha Santa Isabel).



Figura 4.68: Nível 3 de deficiente funcionamento (A19), em que a junta de dilatação não tem continuidade no revestimento de pavimento, fissurando (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).



Figura 4.69: Nível 1 de deficiente funcionamento (A19), por deficiente reparação/execução de remate de cobertura com murete, que está a empolar (Escola Secundária Tomás Cabreira).



Figura 4.70: Nível 2 de deficiente funcionamento (A19) do sistema de drenagem por pendente insuficiente de cobertura, levando à acumulação de água (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.71: Nível 3 de deficiente funcionamento (A19) do sistema de drenagem da cobertura plana acessível, provocando danos no revestimento de fachada (Escola Secundária de S. Lourenço).

- xv) *A20 Sem funcionamento*: deve-se considerar a facilidade de reparação do elemento inutilizado, sendo uma agravante a quantidade e gravidade de anomalias associadas (Figuras 4.72 a 4.74);

<sup>9</sup> Fotografia comparativa de escola do tipo liceu (Branco *et al.*, 2008l).

<sup>10</sup> Fotografia comparativa de escola do tipo liceu (Branco *et al.*, 2010d).



Figura 4.72: Nível 1 de sem funcionamento (A20) do tubo de drenagem de calçada periférica (Escola Secundária Diogo de Gouveia<sup>11</sup>).



Figura 4.73: Nível 2 de sem funcionamento (A20) do tubo de drenagem de cobertura em terraço (Escola Secundária Eça de Queiroz<sup>12</sup>).



Figura 4.74: Nível 3 de sem funcionamento (A20), neste caso, a cobertura ruiu (Escola Secundária Ferreira Dias).

xvi) *A21 Infiltrações*: a sua gravidade pode ser definida pela perceção da infiltração, normalmente através de outras anomalias associadas e sua gravidade (Figuras 4.75 a 4.77);

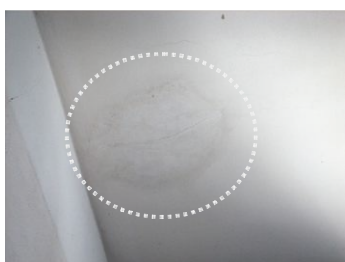


Figura 4.75: Nível 1 de infiltrações (A21) em laje de cobertura (Escola Secundária D. Manuel I).



Figura 4.76: Nível 2 de infiltrações (A21) em laje de esteira (Escola Secundária Emídio Navarro).



Figura 4.77: Nível 3 de infiltrações (A21) em laje de cobertura (Escola Secundária Francisco de Arruda).

xvii) *A23 Colonização / ataque biológico*: a avaliação da gravidade desta anomalia deve ter em conta a extensão de área afetada, a sua tonalidade, a uniformidade da anomalia e, como fator agravante, a localização no interior de um edifício; além disso, o ataque biológico a elementos de madeira deve considerar a perda de secção perceptível (Figuras 4.78, a 4.80);

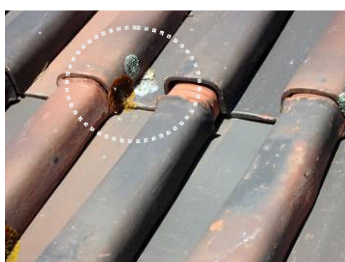


Figura 4.78: Nível 1 de colonização / ataque biológico (A23) em revestimento de cobertura em telha cerâmica (Escola Secundária D. Sancho II).



Figura 4.79: Nível 2 de colonização / ataque biológico (A23) em revestimento de paramento interior (Escola Secundária Pedro de Santarém).

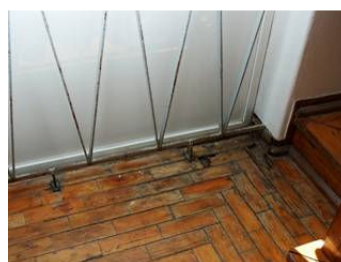


Figura 4.80: Nível 3 de colonização / ataque biológico (A23) em revestimento de pavimento em taco de madeira (Escola Secundária Rainha Santa Isabel).

xviii) *A24 Vegetação parasitária*: a gravidade é definida de acordo com a extensão de área afetada, o tipo de elemento afetado e com o grau de crescimento da vegetação (Figuras 4.81 a 4.83);

<sup>11</sup> Fotografia comparativa de escola do tipo liceu (Branco *et al.*, 2008c).

<sup>12</sup> Fotografia comparativa de escola do tipo liceu (Branco *et al.*, 2007c).

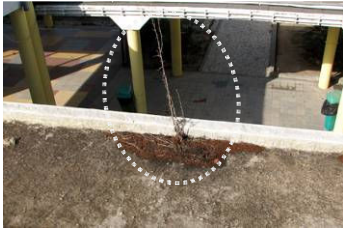


Figura 4.81: Nível 1 de vegetação parasitária (A24) sobre cobertura em terraço (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.82: Nível 2 de vegetação parasitária (A24) em palas na fachada (Escola Secundária de S. Lourenço).



Figura 4.83: Nível 3 de vegetação parasitária (A24) em caleira de drenagem no pavimento exterior (Escola Secundária de Moura).

- xix) *A28 Detritos*: a avaliação da sua gravidade deve considerar a extensão de área afetada e o seu volume, tendo em conta como agravante a dificuldade de remoção desses detritos e o modo como perturbam o correto funcionamento do EFM (Figuras 4.84 a 4.86);

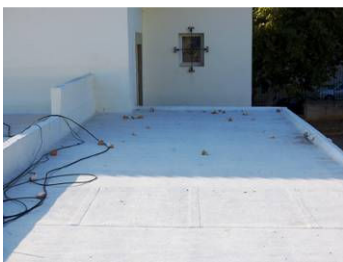


Figura 4.84: Nível 1 de detritos (A28) sobre cobertura em terraço (Escola Secundária Tomás Cabreira).



Figura 4.85: Nível 2 de detritos (A28) em caleira de cobertura em terraço (Escola Secundária Henriques Nogueira).



Figura 4.86: Nível 3 de detritos (A28) em cobertura em terraço (Escola Secundária de D. Sancho II).

- xx) *A29 Deformação excessiva / assentamentos*: a gravidade é definida pela perceção da anomalia, considerando-se como fatores de agravamento a existência de outras anomalias decorrentes desta (Figuras 4.87 a 4.89);



Figura 4.87: Nível 1 de deformação excessiva / assentamentos (A29) em placas metálicas na cobertura exterior de ginásio (Escola Secundária Padre Alberto Neto<sup>13</sup>).

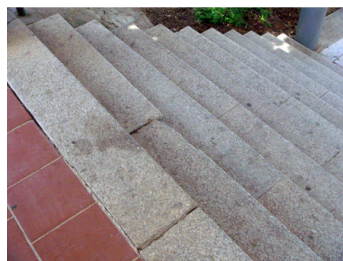


Figura 4.88: Nível 2 de deformação excessiva / assentamentos (A29) em degrau de escadas exteriores (Escola Secundária de Moura).



Figura 4.89: Nível 3 de deformação excessiva / assentamentos (A29) de teto falso, devido ao mau funcionamento da cobertura (Escola Secundária Ferreira Dias).

- xxi) *A30 Graffiti*: a avaliação da gravidade desta anomalia deve ter em conta a extensão de área afetada, sendo que um *tag* corresponderá ao nível 1 de gravidade, considerando-se a dificuldade de reparação do suporte como uma agravante (Figuras 4.90 a 4.92);

<sup>13</sup> Fotografia comparativa de escola do tipo pavilhonar (Branco *et al.*, 2008i).

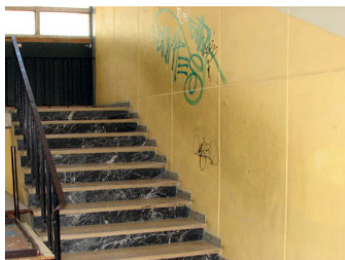


Figura 4.90: Nível 1 de graffiti (A30) em lambril de escadas interiores (Escola Secundária Ferreira Dias).



Figura 4.91: Nível 2 de graffiti (A30) em revestimentos de paramentos exteriores (Escola Secundária D. Sancho II).



Figura 4.92: Nível 3 de graffiti (A30) sobre revestimento de paramento exterior (Escola Secundária de S. Lourenço).

xxii) *A31 Empolamento*: a gravidade depende da extensão de área afetada, tendo em conta a presença ou a iminência de descasque como fator de agravamento (Figuras 4.93 a 4.95).



Figura 4.93: Nível 1 de empolamento (A31) de pintura em teto interior (Escola Secundária Jorge Peixinho).



Figura 4.94: Nível 2 de empolamento (A31) de pintura em paramento interior (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).



Figura 4.95: Nível 3 de empolamento (A31) de pintura em paramento interior (Escola Secundária de Sebastião da Gama).

As anomalias foram hierarquizadas segundo os critérios referidos de acordo com os fatores de ponderação estabelecidos na Tabela 4.11. Do mesmo modo, os diferentes EFM foram hierarquizados, estabelecendo-se os fatores de ponderação indicados na Tabela 4.12. A gravidade final de uma anomalia é encontrada de acordo com o exemplo dado na Tabela 4.13.

#### 4.3.5.5. Orientação solar e enquadramento espacial

A ficha descritiva de cada anomalia inclui dois campos para uma melhor compreensão do seu contexto. O primeiro é o campo *Quadrante solar relevante*, onde deve ser indicada caso a caso a orientação solar predominante da anomalia, de acordo com os pontos cardeais Norte, Sul, Este e Oeste. Este campo faz sentido para as situações registadas na envolvente exterior da escola ou na envolvente construída.

O segundo campo de contextualização indica o *Espaço funcional relevante*, identificando-se, sempre que possível, o compartimento interior em que se detetou determinada anomalia construtiva. Para este efeito e de modo complementar à base de dados, foi elaborada uma lista dos diferentes tipos de espaços funcionais que poderiam ser identificados nas várias tipologias de escolas abrangidas (industriais, liceus e pavilhonares). Essa lista consta da Tabela 4.14.

Tabela 4.11: Lista final de anomalias construtivas indicando os fatores de ponderação atribuídos a cada uma.

<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Fator de ponderação</b>
A1	Sujidade diferencial	0,3
A2	Sujidade uniforme	0,3
A3	Descoloração ou mancha	0,3
A4	Fissuração mapeada	0,3
A5	Fissuração orientada	0,7
A7	Fratura / Elemento(s) partido(s)	1
A8	Descasque ou escamação	1
A9	Alveolização ou picadura	0,3
A10	Lacuna em profundidade	1
A12	Corrosão	1
A14	Elemento(s) solto(s)	0,7
A16	Elemento(s) em falta	0,7
A17	Desgaste localizado	0,3
A18	Desgaste uniforme	0,3
A19	Deficiente funcionamento	0,7
A20	Sem funcionamento	1
A21	Infiltrações	1
A22	Concreções	0,3
A23	Colonização / ataque biológico	0,3
A24	Vegetação parasitária	0,7
A25	Dejetos de aves	0,3
A28	Detritos	0,3
A29	Deformação excessiva / assentamentos	1
A30	<i>Graffiti</i>	0,3
A31	Empolamento	0,3

Tabela 4.12: Lista final de EFM no âmbito dos relatórios de peritagem indicando os fatores de ponderação atribuídos a cada um.

<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Fator de ponderação</b>	<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Fator de ponderação</b>
<i>01</i>	<i>Pavimentos e drenagens exteriores</i>		01.09.03	Caixas de visita	0,3
01.01	Lajetas de betão prefabricado em pavimentos	0,3	01.09.04	Pavimentos em pedra natural	0,3
01.02	Pavimentos em betume asfáltico	0,3	<i>02</i>	<i>Elementos construtivos exteriores</i>	
01.03	Caleiras superficiais e drenagem	0,3	02.01	Muros e muretes de betão armado	1
01.04	Muretes dos caminhos	0,3	02.02	Muros e muretes de alvenaria de tijolo furado	0,7
01.05	Escadas exteriores	1	02.03	Bancadas do campo de jogos	0,3
01.06	Calçada em vidro	0,3	02.04	Placas de fibrocimento em coberturas exteriores	0,7
01.07	Grelhas metálicas de pavimento	0,3	02.05	Vedações metálicas	0,3
01.08	Vala de drenagem periférica	0,3	02.06	Fixações metálicas	0,7
01.09.00	Outros elementos	0,3	02.07	Mobiliário exterior	0,3
01.09.01	Tijoleira / Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho	0,3	02.08	Lajetas	0,3
01.09.02	Tubagens enterradas	0,3	02.09	Equipamento desportivo	0,3

Tabela 4.12: Lista final de EFM no âmbito dos relatórios de peritagem indicando os fatores de ponderação atribuídos a cada um (continuação).

Código	Designação	Fator de ponderação	Código	Designação	Fator de ponderação
02.10	Guardas metálicas exteriores	0,3	04.04.00	Outras estruturas metálicas	1
02.11	Gradeamentos metálicos	0,3	04.04.01	Vigas	1
02.12	Arranjos exteriores	0,3	04.04.02	Escadas	1
02.13.00	Outros elementos	0,3	05	<i>Estruturas de madeira</i>	
02.13.01	Painéis metálicos em coberturas exteriores	0,7	05.01	Suporte de coberturas inclinadas	1
02.13.02	Elementos decorativos	0,3	05.02.00	Outras estruturas de madeira	0,7
03	<i>Elementos em betão</i>		05.02.01	Suporte de tetos falsos	1
03.01	Platibandas de betão	0,7	05.02.02	Escadas	1
03.02	Pilares de betão	1	05.02.03	Platibandas	0,7
03.03.00	Vigas de betão não especificadas	1	06	<i>Alvenarias</i>	
03.03.01	Vigas de betão da cobertura	1	06.01	Paredes exteriores duplas de tijolo furado	0,7
03.03.02	Vigas de betão entre pisos	1	06.02	Paredes simples de tijolo furado	0,3
03.03.03	Vigas de betão em elementos exteriores	1	06.03	Paredes simples de tijolo face-à-vista	0,3
03.04.00	Laje de betão não especificada	1	06.04	Paredes simples de alvenaria ordinária de pedra	1
03.04.01	Laje de cobertura	1	06.05	Paredes simples em blocos de vidro	0,3
03.04.02	Laje de esteira	1	06.06.00	Outros elementos	0,7
03.04.03	Laje entre pisos	1	06.06.01	Muretes de cobertura	0,7
03.04.04	Laje de piso térreo	1	06.06.02	Paredes em alvenaria de pedra ou mista com tijolo	1
03.04.05	Laje de alpendre exterior	1	06.06.03	Paredes de blocos de betão celular autoclavado	0,3
03.05	Embasamento em betão	1	07	<i>Divisórias leves</i>	
03.06	Peitoris e soleiras de betão	0,3	07.01	Paredes interiores de derivados de madeira	0,3
03.07	Ombreiras e vergas em betão	0,7	07.02	Paredes interiores plásticas	0,3
03.08	Bancadas de trabalho prefabricadas	0,3	07.03	Paredes interiores de painéis em gesso cartonado com estrutura metálica	0,3
03.09	Bancadas do gimnodesportivo	0,7	08	<i>Cantarias</i>	
03.10	Caixilharias de betão	0,3	08.01	Peitoris e soleiras	0,3
03.11	Beirados de betão	0,3	08.02	Ombreiras e vergas	0,7
03.12	Escadas exteriores em betão	1	08.03	Soco	0,3
03.13.00	Outros elementos	0,3	08.04	Forras de elementos	0,3
03.13.01	Grelhas prefabricadas	0,7	08.05.00	Outros elementos	0,3
03.13.02	Palas exteriores	1	08.05.01	Capeamentos	0,7
03.13.03	Varandas	1	09	<i>Juntas de dilatação</i>	
03.13.04	Cachorros	1	09.01	Juntas de dilatação	1
03.13.05	Lâminas verticais	0,7	09.02	Capeamentos em chapa de zinco	0,7
03.13.06	Escadas interiores em betão	1	10	<i>Revestimentos de paramentos</i>	
03.13.07	Elementos prefabricados em betão para canalização	0,3	10.01	Rebocos interiores	0,3
03.13.08	Paredes de betão armado	1	10.02	Rebocos exteriores	0,7
03.13.09	Painéis prefabricados	1	10.03	Azulejos cerâmicos	0,3
04	<i>Estruturas metálicas</i>		10.04	Painéis em gesso cartonado	0,3
04.01	Estrutura em aço para suporte de coberturas de grande vão	1			
04.02	Estrutura em aço para suporte das claraboias	1			
04.03	Pórticos metálicos	1			

Tabela 4.12: Lista final de EFM no âmbito dos relatórios de peritagem indicando os fatores de ponderação atribuídos a cada um (continuação).

Código	Designação	Fator de ponderação	Código	Designação	Fator de ponderação
10.05	Chapas onduladas de poliéster reforçado com fibra de vidro	0,3	14.02	Poliéster reforçado com fibra de vidro	0,7
10.06	Placas de pedra natural	0,7	14.03	Placas de fibrocimento	0,7
10.07	Ladrilhos cerâmicos	0,3	14.04	Placas metálicas	0,7
10.08.00	Outros elementos	0,3	14.05	Placas metálicas <i>sandwich</i> (espuma rígida de poliuretano)	0,7
10.08.01	Marmorite	0,3	14.06	Fixações metálicas	0,7
10.08.02	Mosaico hidráulico	0,3	14.07	Telhas cerâmicas	0,7
11	<i>Revestimentos de pisos</i>		14.08	Telhas de microbetão	0,7
11.01	Betonilhas afagadas e esquadreladas	0,3	14.09	Forros em madeira	0,7
11.02	Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho	0,3	14.10.00	Outros elementos	0,7
11.03	Mosaico hidráulico	0,3	14.10.01	Tela / membrana de impermeabilização	0,7
11.04	Pedra natural	0,3	14.10.02	Claraboia	1
11.05	Tacos de madeira	0,3	14.10.03	Perfil metálico de remate	0,7
11.06	Soalho de madeira	0,3	14.10.04	Chapas plásticas	0,7
11.07	Mosaico de aglomerado de cortiça prensada	0,3	15	<i>Coberturas em terraço</i>	
11.08	Lajetas de betão prefabricado em pavimentos	0,3	15.01	Sistema de cobertura em terraço não acessível	0,7
11.09	Revestimento sintético	0,3	15.02	Sistema de cobertura em terraço acessível	0,7
11.10	Resina epóxida	0,3	15.03.00	Outros elementos	0,7
11.08	Lajetas de betão prefabricado em pavimentos	0,3	15.03.01	Tela / membrana de impermeabilização	0,7
11.09	Revestimento sintético	0,3	17	<i>Carpintarias</i>	
11.10	Resina epóxida	0,3	17.01	Portas exteriores e bandeiras	0,3
11.11	Revestimento de PVC em gimnodesportivos	0,3	17.02	Portas interiores e bandeiras	0,3
11.12	Material de preenchimento de juntas	0,3	17.03	Janelas exteriores e bandeiras	0,3
12	<i>Revestimentos de tetos</i>		17.04	Janelas interiores e bandeiras	0,3
12.01	Rebocos interiores	0,7	17.05	Roda-cadeiras	0,3
12.02	Aglomerado de cortiça	0,3	17.06	Rodapés	0,3
12.03.00	Outros elementos	0,7	17.07	Sancas	0,3
12.03.01	Elementos de madeira	0,7	17.08	Ferragens e acessórios para carpintarias	0,3
12.03.02	Rebocos exteriores	0,7	18	<i>Serralharias</i>	
12.03.03	Painéis em gesso cartonado	0,7	18.01	Guarda-corpos / corrimãos metálicos	0,7
13	<i>Revestimentos de escadas</i>		18.02	Caixilharia de alumínio de vidro simples	0,7
13.01	Betonilhas afagadas	0,3	18.03	Caixilharia de alumínio de vidro duplo	0,7
13.02	Ladrilhos cerâmicos de barro vermelho	0,3	18.04	Caixilharia em perfis de aço	0,7
13.03	Mosaico hidráulico	0,3	18.05	Rodapé metálico	0,3
13.05	Soalho de madeira	0,3	18.06	Portas metálicas	0,3
13.06	Pedra natural	0,3	18.07	Pavimento em chapa de metal distendido	0,3
13.07	Outros elementos	0,3			
14	<i>Revestimentos de coberturas inclinadas</i>				
14.01	Policarbonato e vedantes	0,7			



Tabela 4.12: Lista final de EFM no âmbito dos relatórios de peritagem indicando os fatores de ponderação atribuídos a cada um (continuação).

Código	Designação	Fator de ponderação	Código	Designação	Fator de ponderação
18.08	Gradeamentos metálicos, em vãos exteriores	0,3	19.06	Espelhos	0,3
18.09	Ferragens e acessórios para serralharias	0,3	19.07.00	Outros elementos	0,7
18.10	Vedantes entre a caixilharia e outros elementos	0,7	19.07.01	Massa de vidraceiro	0,7
18.11.00	Outros elementos metálicos	0,3	19.07.02	Vidro perfilado	0,7
18.11.01	Ligadores metálicos em estruturas de madeira	0,7	20.00	<i>Pinturas / marcações / acabamentos</i>	<i>0,3</i>
18.11.02	Chapas para proteção de tubos de queda	0,3	22	<i>Instalações de canalização e equipamentos</i>	
19	<i>Vidros e espelhos</i>		22.01	Aparelhos sanitários	0,7
19.01	Vidro simples em janelas e portas	0,7	22.02	Torneiras e acessórios	0,3
19.02	Vidro martelado simples em janelas e portas	0,7	22.03	Tubos de queda	0,7
19.03	Vidro duplo em janelas e portas	0,7	22.04	Caleiras	0,7
19.04	Vidro aramado em janelas e portas	0,7	22.05	Algerozes	0,7
19.05	Portas de vidro temperado	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

Tabela 4.13: Exemplo de cálculo de gravidade da anomalia A8.




		
Nível 1 de escamação (A8) de pintura de parede interior (Escola Secundária Jorge Peixinho).	Nível 2 de descasque (A8) de bordos de junta de dilatação (Escola Secundária Dr. Solano de Abreu).	Nível 3 de descasque (A8) de reboco de teto interior (Escola Secundária de S. Lourenço).
<b>Ponderação anomalia (a)</b>	1	1
<b>Ponderação EFM (b)</b>	0,3	1
<b>Resultado intermédio (a x b)</b>	0,3	1
<b>Ponderação final (d)</b>	0,7	1
<b>Gravidade preliminar (c)</b>	1	2
<b>Resultado (d x c)</b>	0,7	2
<b>Gravidade final</b>	1	3

Tabela 4.14: Lista dos diferentes tipos de espaços funcionais.

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

#### 4.3.5.6. Causas possíveis

Na ficha descritiva da anomalia, as *Causas possíveis* são um dos itens de maior relevo. Nesse campo, devem ser indicadas as causas mais prováveis que levaram à ocorrência da anomalia no EFM, de acordo com as indicações do relatório e a análise da fotografia conjugadas com os conhecimentos no campo da patologia construtiva.

As causas possíveis foram estruturadas numa lista complementar à base de dados organizada de acordo com grupos temáticos de causas para anomalias construtivas, como apresentado na Tabela 4.15. Em casos extremos, em que não foi de todo possível identificar o modo de aparecimento da anomalia, utilizou-se a causa *C0 Causa desconhecida*.

O campo *Causas possíveis* foi preenchido com a identificação do grupo de causas seguido das alíneas correspondentes, quantas vezes necessário, abrangendo todas as possibilidades de origem da anomalia necessárias. Por exemplo, para uma anomalia com origem estrutural (C1), nomeadamente problemas de *C1a Deficiente recobrimento* e *C1c Reduzida resistência do betão*, e origem no projeto (C4) por *C4e Deficiente dimensionamento*, devem ser referidas como causas possíveis C1, C1a, C1c, C4 e C4e.

Os diferentes grupos de causas procuram agrupar origens de anomalias com um denominador comum. As causas *C1 Estrutural* estão relacionadas com efeitos mecânicos sobre o edifício. As causas do tipo *C2 Ambiental* referem-se a efeitos físicos ou químicos sobre os materiais decorrentes do meio envolvente. As causas do tipo *C3 Temporal* estão relacionadas com a passagem do tempo. As causas *C4 Execução /projeto* agrupam situações com origem no processo de conceção e construção, não as distinguindo, pois os dados disponíveis não permitiam essa diferenciação sistemática e inequívoca. As causas do tipo

*C5 Humana / animal* agrupam situações de ação humana ou animal sobre o edifício, enquanto que as causas do tipo *C6 Acidental* se referem a ações fortuitas.

Tabela 4.15: Lista de causas possíveis para as anomalias construtivas.

C0	Causa desconhecida	
C1	Estrutural	C1a Deficiente recobrimento
		C1b Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes)
		C1c Reduzida resistência do betão
		C1d Deformação excessiva dos elementos estruturais
		C1e Sobrecarga excessiva
		C1f Assentamentos diferenciais
		C1g Desencaixe entre elementos
		C1h Desligamento
C2	Ambiental	C2a Efeitos termo-higrométricos
		C2b Exposição ao vento, chuva e poluição
		C2c Secagem
		C2d Humidade
		C2e Penetração de cloretos
		C2f Eflorescências
C3	Temporal	C3a Envelhecimento natural
		C3b Carbonatação
		C3c Falta de estanquidade a agentes agressivos exteriores
C4	Execução / projeto	C4a Deficientes remates
		C4b Falta de acesso
		C4c Forma arquitetónica de elementos exteriores
		C4d Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras
		C4e Deficiente dimensionamento
		C4f Termoforese
		C4g Deficiente drenagem
		C4h Deficiente execução
		C4i Deficiente impermeabilização
		C4j Retração
		C4k Reparação deficiente
		C4l Rigidez excessiva na ligação entre elementos
		C4m Acabamento / proteção inexistente ou deficiente
		C4n Deficiente pormenorização
		C4o Salpicos de água
		C4p Deficiente preenchimento / acabamento de junta de dilatação
C4q Deficiente ventilação		
C4r Falta de estanquidade a agentes agressivos exteriores		
C5	Humana / animal	C5a Dejetos de animais
		C5b Falta de manutenção
		C5c Ataque de insetos xilófagos
		C5d Vandalismo
		C5e Ataque de fungos
C6	Acidental	C6a Ação sísmica
		C6b Rotura na canalização

Tabela 4.15: Lista de causas possíveis para as anomalias construtivas (continuação).

C6c	Ação humana
C6d	Colapso
C6e	Incêndio

#### 4.3.5.7.Recomendações de atuação

Da ficha descritiva das anomalias construtivas faz também parte a indicação de uma sequência de operações para a reabilitação do EFM, tal como tinham em vista os relatórios de peritagem. Assim, no campo *Recomendações de atuação* devem ser indicadas as operações mais adequadas para o restabelecimento da operacionalidade do EFM, de acordo com as indicações do relatório, mas considerando também as boas práticas de reabilitação e manutenção dos edifícios.

As recomendações indicadas neste campo foram compiladas numa lista complementar à base de dados organizada segundo recomendações gerais e recomendações particulares correspondentes, como apresentado na Tabela 4.16. Tal como se procede para o campo *Causas possíveis*, as recomendações devem ser identificadas primeiro pela recomendação geral seguida da recomendação particular associada.

De acordo com o conceito de patologia como uma sucessão de acontecimentos, em oposição a anomalias isoladas, os critérios de prescrição de recomendações na base de dados tiveram em conta que uma anomalia que no fundo seja um conjunto de anomalias (por exemplo, uma infiltração [A21] associada a manchas [A3], colonização biológica [A23], empolamento [A31] e descasque [A8]) deve incluir em todas as fichas que a descrevam todos os passos para a sua resolução, desde a sua origem aos acabamentos. Portanto, devem referir-se, sempre que possível, operações de reabilitação que atuem sobre as causas da anomalia primária, completando a recomendação com soluções de reparação localizada da anomalia ou anomalias subsequentes. Assim, para que o problema fique totalmente reparado, por exemplo, se estiver em causa uma parede pintada, a última operação a propor é a pintura adequada da parede.

Especificamente nas situações em que as juntas de dilatação são inexistentes ou deficientemente dimensionadas, as recomendações de atuação ficam incompletas, pois não é possível retificar a origem do problema (criar juntas adequadas *a posteriori*). A anomalia fica, assim, apenas parcialmente resolvida.

Tabela 4.16: Lista de recomendações de atuação para resolução das anomalias construtivas.

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

Tabela 4.16: Lista de recomendações de atuação para resolução das anomalias construtivas (continuação).

		R1k	Passagem com lixa e escova, limpeza e desgorduramento com diluente
		R1l	Limpeza a seco por micro-abrasão
R2	Tratamento / preparação superficial ou acabamento	R2a	Tapamento de imperfeições com mástique para metal
		R2b	Tratamento curativo e preventivo com produto inseticida / fungicida por pincelagem
		R2c	Pulverização de produto hidrófugo
		R2d	Aplicação com pincel de revestimento anticorrosivo na armadura à vista previamente decapada
		R2e	Aplicação de tinta com elasticidade
		R2f	Pintura de elementos exteriores em betão que não se encontrem pintados
		R2g	Betumagem de juntas entre tacos ou régua de madeira
		R2h	Afagamento de pavimento para regularização de superfície, incluindo posterior aspiração e limpeza
		R2i	Aplicação de duas demãos de tapa-poros incluindo posterior lixagem do pavimento
		R2j	Aplicação de duas demãos de velatura de escurecimento em toda a área
		R2k	Pintura com primário anti-corrosão e camadas de tinta de proteção
		R2l	Aplicação de três demãos de tinta de água e massa <i>karapas</i>
		R2m	Aplicação de duas demãos de tapa-poros com rolo de borracha em toda a superfície, incluindo posterior lixagem
		R2n	Aplicação de nova pintura com as demãos necessárias (colocação prévia de fitas nos remates)
R2o	Aplicação de uma demão de aderente selante e duas demãos de tinta acrílica, em elementos em betão		
R3	Substituição	R3a	Substituição de elementos de revestimento ou de elementos de remate
		R3b	Substituição integral do elemento
		R3c	Substituição e/ou tratamento de armaduras à vista
		R3d	Substituição por sistema de impermeabilização invertido com isolamento térmico
		R3e	Substituição de tubos dreno de secção adequada e sobressaindo suficientemente dos paramentos, com embocaduras protegidas por ralos de pinha
		R3f	Substituição da chapa de fibrocimento por um material novo (cerâmico ou metálico)
		R3g	Substituição do sistema de suporte da claraboia
		R3h	Substituição do revestimento da cobertura em terraço por outro adequadamente concebido e executado
		R3i	Substituição de caixilharia por outra de material diferente do existente
		R3j	Substituição do material de preenchimento das juntas entre elementos construtivos
R3k	Colocação de novo sistema de impermeabilização		
R3l	Remoção do material vedante e aplicação de um material novo		
R4	Fixação e/ou reforço	R4a	Alteração do sistema de fixação das vigas, acompanhando as juntas de dilatação e a sua própria dilatação
		R4b	Fixação dos prumos verticais dos guarda-corpos com elementos adicionais transversais
		R4c	Reforço pontual da estrutura através da substituição por novos elementos do mesmo material
		R4d	Introdução de tirantes para ligação de troços de parede atualmente desligados
		R4e	Escoramento ativo ao solo de vigas e asnas, anulando assentamentos nos apoios
		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
		R4g	Colocação de cantoneiras metálicas nos apoios das vigas ligadas entre si com varões de alta resistência
		R4h	Reforço das zonas onde apoiam as consolas dos beirados
		R4i	Reconstituição com argamassa não retráctil de alta resistência e reposição do novo betão através de novos chumbadores
		R4j	Colmatação de linha de cumecira como elementos metálicos de geometria adequada
		R4k	Reparação de elementos estruturais de madeira e suas ligações introduzindo / repondo elementos metálicos
R4l	Reforço de fundação / embasamento através de técnica adequada		
R5	Colocação / execução	R5a	Colocação de sistema de subtelha
		R5b	Execução da junta de dilatação com continuidade entre todos os elementos construtivos
		R5c	Criação de muretes nos bordos das lajes
		R5d	Execução de camada de forma para correção da pendente

Tabela 4.16: Lista de recomendações de atuação para resolução das anomalias construtivas (continuação).

	R5e	Criação de um sistema de calceiras com uma pente adequada (no mínimo 2%) e pontos de drenagem, ligados a tubos de queda	
	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)	
	R5g	Colocação de sistema de algerozes ligados a tubos de queda	
	R5h	Criação de pingadeiras quando não existam e correção quando disfuncionais	
	R5i	Colocação de uma camada de isolamento térmico	
	R5j	Introdução de disposições construtivas que assegurem uma adequada ventilação das coberturas	
	R5k	Correção do sistema de impermeabilização nos pontos singulares, com o devido prolongamento das telas	
	R5l	Colocação de caixas de drenagem no topo dos tubos de queda	
	R5m	Execução de novo sistema de impermeabilização com telas autoprotégidas	
	R5n	Colocação de ralos de pinha na embocadura dos tubos de queda	
	R5o	Criação de juntas nos revestimentos preenchidas com material resiliente	
	R5p	Colocação de uma guarda metálica no perímetro da cobertura	
	R5q	Correção da cota de soleira	
	R5r	Separação superior das paredes das vigas / lajes com um material tipo poliuretano	
	R5s	Colocação de tubos de queda, incluindo ralos de pinha nas suas embocaduras	
	R5t	Reparação local de infiltrações e limpeza das zonas afetadas	
	R5u	Colocação de tubos dreno de secção adequada e sobressaindo suficientemente dos paramentos, com embocaduras protegidas por ralos de pinha	
	R5v	Colocação de perfil de remate adequado para proteção superficial da junta de dilatação	
	R5w	Criação de juntas elásticas entre a alvenaria e a estrutura, de forma a promover a dessolidarização entre os elementos	
R6	Remoção	R6a	Remoção / picagem do betão de recobrimento e eliminação de partículas soltas resultantes dessa operação
		R6b	Remoção dos materiais de revestimento que não respeitem as juntas de dilatação e recolocação dos mesmos com uma junta apropriada
		R6c	Eliminação das claraboias
		R6d	Avivamento de fissuras
		R6e	Picagem de zonas que se encontrem destacadas, fissuradas, com humidade, sais solúveis ou empoladas
		R6f	Remoção das argamassas existentes como material de enchimento das juntas
		R6g	Descasque superficial do betão contaminado por cloretos
R7	Reconstituição de elementos	R7a	Aplicação de argamassa de regularização de elevada resistência mecânica não retráctil
		R7b	Aplicação por injeção de argamassa ou resina epóxida adequada
		R7c	Aplicação de argamassa não retráctil armada com rede de fibra de vidro
		R7d	Aplicação de argamassa cimentícia pré-doseada (desumidificadora em zonas com humidade)
		R7e	Aplicação de cordão de empanque de espuma de polietileno de preenchimento, de um mástique elástico à base de poliuretano para selagem e de acabamento com argamassa elastomérica
		R7f	Aplicação de argamassa bastarda pré-doseada não retráctil
		R7g	Reparação do betão deteriorado dos bordos das juntas (quando aplicável) e preenchimento com material elástico
		R7h	Aplicação de uma camada de betão projetado com cerca de 2 a 3 cm
		R7i	Reconstituição com um elemento em betão armado prefabricado
		R7j	Preenchimento de fissuras com mástique
		R7k	Aplicação de argamassa compatível com a marmorite preexistente com pequenas espátulas, nivelamento com esponja húmida e reintegração cromática
R7l	Colmatação com argamassa de marmorite com cor, textura e composição semelhante à original e reintegração cromática		

Tabela 4.16: Lista de recomendações de atuação para resolução das anomalias construtivas (continuação).

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

#### 4.4. Limitações ao desenvolvimento do estudo

Durante a recolha de informação para o preenchimento da base de dados, para a obtenção de resultados fiáveis, registaram-se algumas condicionantes ao estudo, ou melhor, alguns constrangimentos naturais, tendo em conta a quantidade de dados recolhidos (na totalidade foram inspeccionadas exaustivamente 56 escolas secundárias), que devem estar presentes aquando da análise dos resultados obtidos.

De um modo geral, há que considerar que as inspeções às escolas secundárias e a elaboração dos relatórios implicaram um esforço coletivo do ICIST, sendo, deste modo, realizados em momentos distintos por diferentes indivíduos que, muito embora, partissem de critérios idênticos, podem ter produzido registos com algumas ligeiras discrepâncias. Estas diferenças podem ser mais notórias, por exemplo, na referência a anomalias precedentes e a futuros desenvolvimentos, procurando-se minorá-las durante a inserção de informação na base de dados.

O tipo de informação recolhida nas peritagens diferiu de acordo com a fase em que foram realizadas. Se, inicialmente, o estudo abrangia estruturas, acabamentos, espaços exteriores e redes de infraestruturas, a partir da sétima escola inspeccionada, restringiu-se a inspeção a questões estruturais e à entrada de água nos edifícios. Nas escolas industriais, esta limitação não é particularmente evidente, uma vez que as mesmas não foram inspeccionadas na fase inicial. Assim, os relatórios das inspeções a estas escolas têm uma relativa homogeneidade de conteúdos.

Ainda assim, ao longo dos relatórios, quer na caracterização construtiva dos edifícios, quer na caracterização das anomalias construtivas, houve situações pontuais de omissão de informação que nem sempre foi possível colmatar. A informação sobre os revestimentos dos edifícios das escolas nem sempre estava completa, ou, por vezes, encontrava-se referida genericamente, tendo também em conta a especificidade da escola. Assim, algumas escolas tinham, de facto, um leque reduzido de revestimentos e estes eram comuns aos vários edifícios. Registaram-se algumas situações em que não era referida a causa associada à anomalia em análise e em que não foi possível depreendê-la. Frequentemente, o espaço em que se

registou a anomalia não foi identificado e muitas vezes não havia dados suficientes para o poder reconhecer. Do mesmo modo, a informação sobre a orientação solar da anomalia construtiva é escassa, em alguns relatórios. Ainda assim, procurou-se, sempre que possível, proceder à sua identificação.

Finalmente, para a análise dos resultados obtidos é muito importante notar que cada anomalia descrita numa ficha pode representar várias anomalias naquele edifício que sejam exatamente iguais. Consequentemente, será mais importante avaliar a repetição de casos de escola para escola e as relações entre os elementos descritivos da anomalia do que a quantidade isolada de situações identificadas numa escola.



## 5. Análise e discussão de resultados

---

### 5.1. Introdução

Neste capítulo, procede-se à apresentação dos resultados obtidos pelo preenchimento da base de dados de anomalias construtivas. Estes resultados estatísticos são analisados e discutidos de acordo com os temas que permitem caracterizar as escolas secundárias de tipologia industrial.

Expõem-se as informações relativas à caracterização construtiva e à localização das escolas e também sobre o estado de degradação das mesmas, de acordo com a informação disponível sobre a localização relativa das anomalias, os principais Elementos Fonte de Manutenção, as principais anomalias e as tipologias funcionais dos edifícios nas escolas industriais.

### 5.2. Caracterização construtiva e da localização das escolas

#### 5.2.1. Introdução

Para a amostra de escolas secundárias do tipo industrial e comercial e a partir dos dados recolhidos nas folhas *Caracterização* e *Localização* da base de dados, é feita uma breve análise à caracterização construtiva das escolas e dos edifícios que as compõem, bem como aos dados descritivos da localização de cada escola.

Para a caracterização construtiva, são analisados em maior detalhe os materiais estruturais utilizados e o tipo de cobertura dos edifícios. A localização das escolas é caracterizada de acordo com os dados relativos ao meio envolvente e às condições de exposição ambiental.

#### 5.2.2. Caracterização construtiva

Em termos de data de construção, na amostra estudada, 46,7% (7 em 15) das escolas foram construídas na década de 1950 e 53,3% (8 em 15) na década de 1960. A idade das escolas é a apresentada na Tabela 5.1. A norma BS 7543:1992 (Dias, 2003), sobre a durabilidade dos edifícios e dos elementos, produtos e componentes da construção, estabelece o tempo de vida útil expectável para cada tipo de edifício. De acordo com essa norma e com os dados da amostra em estudo, os edifícios escolares devem ser projetados para um período mínimo de 60 anos, pelo que, em 2011, as escolas industriais em estudo aproximavam-se do final do seu período de vida útil expectável, caso não houvesse grandes operações de reabilitação.

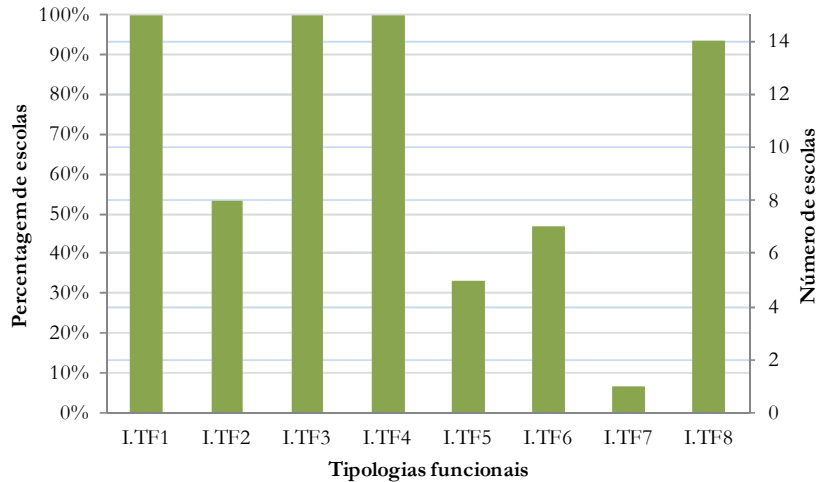
Tabela 5.1: **Idade** de cada escola industrial da amostra.

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Idade</b>
49	E.S. Tomás Cabreira	61
21	E.S. Francisco de Arruda	55
24	E.S. Sebastião da Gama	55
20	E.S. Emídio Navarro	53
22	E.S. Jácome Ratton	53
31	E.S. de São Lourenço	53
27	E.S. Dr. Solano de Abreu	52
12	E.S. D. Manuel I	50
45	E.S. D. Sancho II	50
55	E.S. Ferreira Dias	49
47	E.S. Jorge Peixinho	48
52	E.S. de Moura	48
37	E.S. Rainha Santa Isabel	47
40	E.S. Pedro de Santarém	43
56	E.S. Henriques Nogueira	42
	<b>média</b>	50,6
	<b>desvio padrão</b>	4,8
	<b>mediana</b>	50
	<b>moda</b>	53

Quanto à caracterização funcional, todas as 15 escolas apresentam edifícios do tipo *corpo principal*, *bloco oficial* e *ginásio* (Figura 5.1). O corpo principal e o ginásio de cada escola são edifícios singulares. O bloco oficial é também um edifício único em 10 escolas (66,7%), surgindo subdividido em dois edifícios em 33,3% dos casos (5 das 15 escolas). Em 93,3% das escolas (14) existem passadiços exteriores. No entanto, nesta análise, os passadiços exteriores não são contabilizados como edifícios. Deste modo, consideram-se 84 edifícios inspecionados (independentemente da sua dimensão), dos quais 23,8% são blocos oficiais (20), 19,0% edifícios secundários (16), 17,9% do tipo corpo principal (15) e também 17,9% (15) ginásios (Figura 5.2). Dos 84 edifícios, 9,5% (8 edifícios) foram construídos de raiz ou alvo de ampliação num período posterior à edificação da escola a que pertencem. Existem ainda 2 edifícios (2,4%) preexistentes adaptados a funções escolares aquando da construção da escola.

Construtivamente, importa distinguir na amostra a existência de estruturas exclusivamente de betão e estruturas portantes que recorrem a sistemas mistos com betão armado e alvenaria ordinária de pedra. Assim, analisando o tipo de materiais estruturais dos elementos verticais dos edifícios (Figura 5.4), verifica-se que em 7 das 15 escolas (46,7%) há pelo menos um edifício a recorrer à alvenaria ordinária de pedra em paredes portantes. Estas estruturas conjugam-se com elementos horizontais em betão armado e, também pontualmente, com elementos verticais em betão armado. Se esta análise for feita de acordo com as tipologias funcionais dos edifícios, observa-se a predominância da utilização dos pilares em betão armado, betonados *in-situ*, com cofragem perdida ou prefabricados. Pela análise da Figura 5.3, verifica-se que há alvenaria ordinária de pedra em 6 dos 15 edifícios do tipo *corpo principal* (40,0%), num dos 10 *blocos de espaços de uso coletivo* (10,0%), em 3 dos 20 edifícios do tipo *bloco oficial*

(15,0%), em 6 dos 15 edifícios do tipo *ginásio* (40,0%), num dos 7 *edifícios de apoio* (14,3%) e no único edifício do tipo *edifícios preexistentes* (100%). No total, os edifícios com as características estruturais associadas ao uso da alvenaria ordinária de pedra representam 21,4% dos casos (18 edifícios em 84). Já os edifícios que contam com pilares em betão representam 94,0% das situações (79 edifícios em 84), demonstrando-se, assim, a coexistência de betão armado e alvenaria ordinária de pedra em elementos verticais de estruturas. Volta a frisar-se que não se consideram como edifícios os passadiços térreos.



- I.TF1 corpo principal
- I.TF2 blocos de espaços de uso coletivo
- I.TF3 bloco oficial
- I.TF4 ginásio
- I.TF5 edifícios de apoio
- I.TF6 edifícios secundários
- I.TF7 edifícios preexistentes
- I.TF8 passadiços exteriores.

Figura 5.1: Distribuição das **tipologias funcionais** pelas escolas.

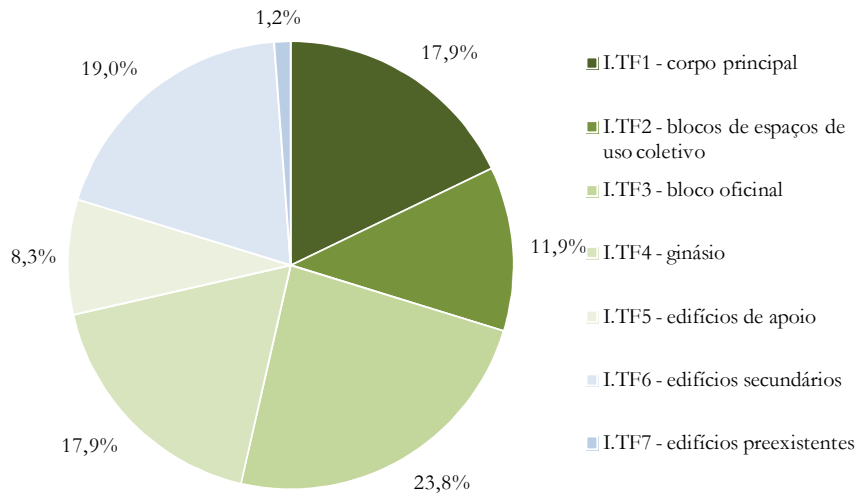


Figura 5.2: Distribuição da totalidade dos **edifícios** inspecionados pelas **tipologias funcionais**.

É igualmente importante distinguir os tipos de cobertura utilizados, de acordo com o seu funcionamento (inclinada, em *shed* ou plana) e com o revestimento. Neste sentido, pode observar-se na Figura 5.5 que as 15 escolas têm pelo menos um edifício com uma cobertura inclinada e que apenas 14 têm uma cobertura do tipo *shed*. Quanto aos revestimentos (Figura 5.6), o mais empregue é a telha cerâmica, em 12 escolas e 30 edifícios (35,7% dos edifícios), seguido da chapa ondulada de fibrocimento, em

11 escolas e 27 edifícios (32,1%), e do mosaico hidráulico ou cerâmico, em 9 das 15 escolas e em 9 dos 84 edifícios (10,7%). Mais uma vez, encontram-se coberturas inclinadas em todas as tipologias funcionais (Figura 5.7), predominando nos edifícios do tipo *corpo principal* e *ginásio*. As coberturas do tipo *shed* verificam-se apenas nos *blocos oficiais* e se, como foi referido, existem apenas 14 escolas com coberturas deste tipo, pode concluir-se que numa das escolas o bloco oficial não faz uso do *shed*. Trata-se da Escola Secundária Tomás Cabreira, em que o sistema de cobertura das oficinas procura criar as mesmas condições de iluminação proporcionadas pelo sistema *shed* utilizando faixas intercaladas de cobertura inclinada (com um maior pé-direito interior) e cobertura plana (de menor pé-direito interior). As coberturas planas encontram-se com maior frequência em passadiços exteriores.

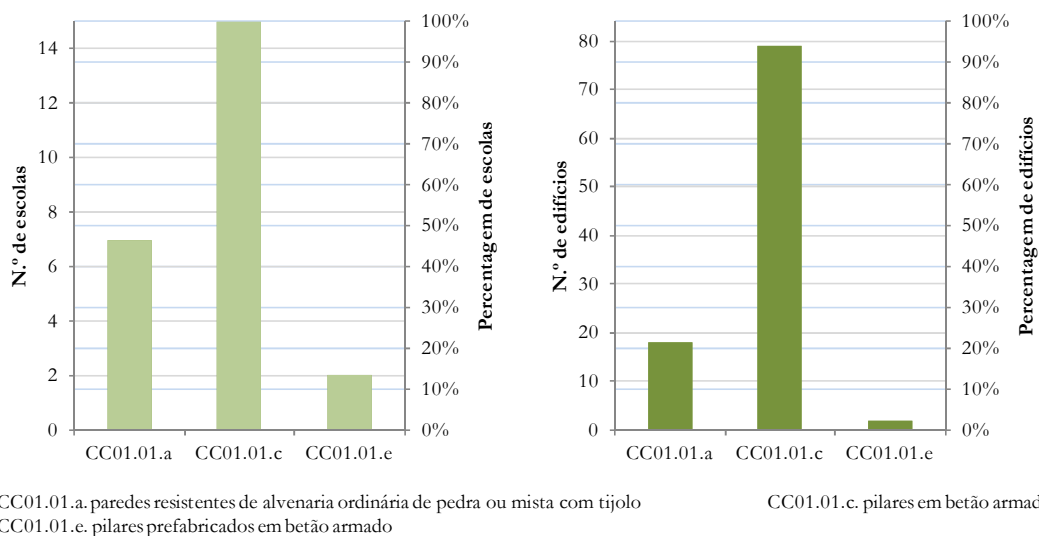


Figura 5.4: Frequência dos diferentes **materiais estruturais em elementos verticais**. Para as escolas, considerou-se a indicação do material para pelo menos um dos edifícios. Para os edifícios, consideraram-se os vários materiais em elementos estruturais verticais.

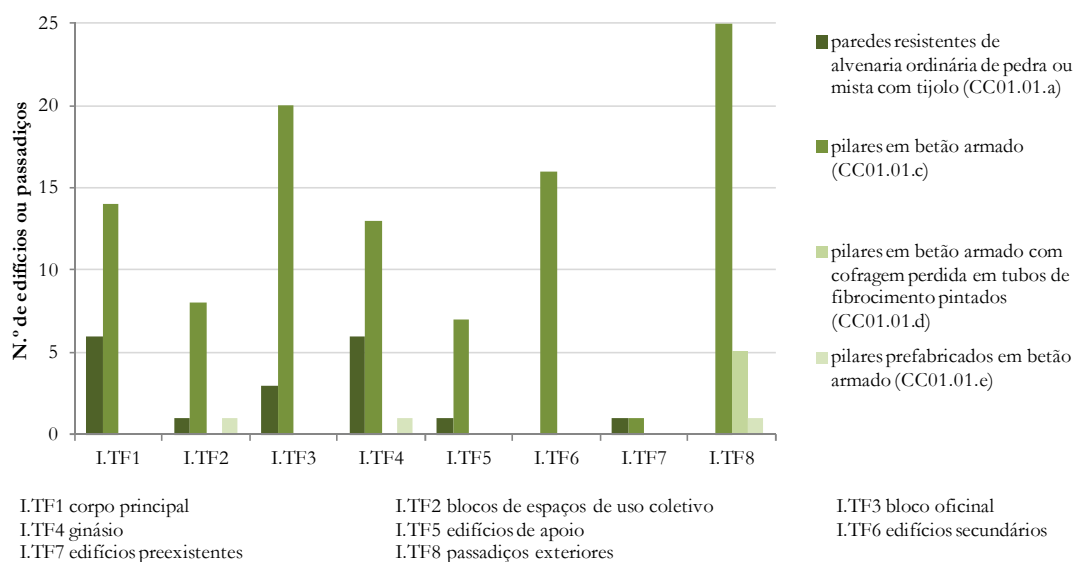


Figura 5.3: Frequência absoluta dos **materiais estruturais em elementos verticais** dos edifícios e passadiços de acordo com a sua tipologia funcional.

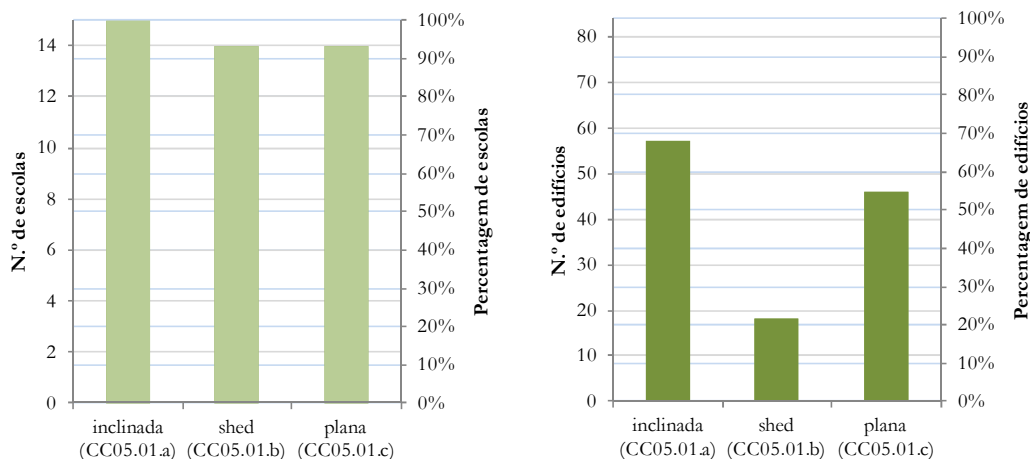


Figura 5.5: Frequência dos diferentes **tipos de cobertura**. Para as escolas, considerou-se a indicação do tipo de cobertura para pelo menos um dos edifícios. Para os edifícios, consideraram-se todos os tipos de cobertura existentes em cada um.

No campo dos revestimentos de coberturas, a Figura 5.8 mostra que a telha cerâmica se encontra com frequência em edifícios do tipo *corpo principal* (8 em 84 edifícios no total, ou 53,3% dos blocos principais), *bloco oficial* (10 em 84 edifícios no total, ou 50,0% dos blocos oficiais) e *ginásio* (8 em 84 edifícios no total, ou 53,3% dos ginásios). As chapas onduladas de fibrocimento são frequentes nos edifícios do tipo *bloco oficial*, onde se encontram 12 revestimentos neste material em 20 edifícios (60,0%). O revestimento em mosaico hidráulico ou cerâmico encontra-se em 6 coberturas planas de *ginásio* (40,0% dos ginásios). As telas de betume asfáltico autoprotégidas são relevantes ao revestirem 6 dos 35 *passadiços exteriores* (17,1%), tal como as telas betuminosas simples, que, além disso, revestem 5 das 20 coberturas dos *blocos oficiais* (25,0%) e 5 dos 16 *edifícios secundários* (31,3%).

A semelhança construtiva existente entre os edifícios do tipo *corpo principal* e *ginásio* é uma das ilações possíveis. Da análise realizada, verifica-se que as duas tipologias são representadas por edifícios singulares em cada escola, sempre com características construtivas idênticas a nível da utilização de materiais estruturais e do tipo de coberturas e revestimentos das mesmas.

Em suma, a amostra representa 15 escolas secundárias do Centro e Sul de Portugal Continental, todas em uso e sem terem sofrido obras de reabilitação de fundo aquando da inspeção, registando-se apenas trabalhos pontuais e escassos de manutenção, para fazer face à degradação natural de materiais de revestimento e acabamento e para lidar com necessidades imediatas.

Nestas escolas, seguindo projetos-tipo base, os corpos principais deviam seguir a orientação predefinida Norte-Sul. Os restantes edifícios dispunham-se pelo lote de acordo com o espaço disponível. Como se pode observar nas Figuras 5.9 a 5.23, a orientação Norte-Sul é aproximadamente seguida em 13 escolas. Na Escola Secundária de S. Lourenço e na Escola Secundária Tomás Cabreira, a orientação predefinida não é respeitada. De um modo geral, o corpo principal apresenta-se como um retângulo alongado em planta, com entrada num dos topos ou ao centro, mas tal não acontece na Escola Secundária Tomás Cabreira, em que as salas de aula se dispõem em torno de um pátio, pelo que a orientação Norte-Sul deixa de fazer sentido, não se tratando do retângulo alongado existente nas outras escolas.

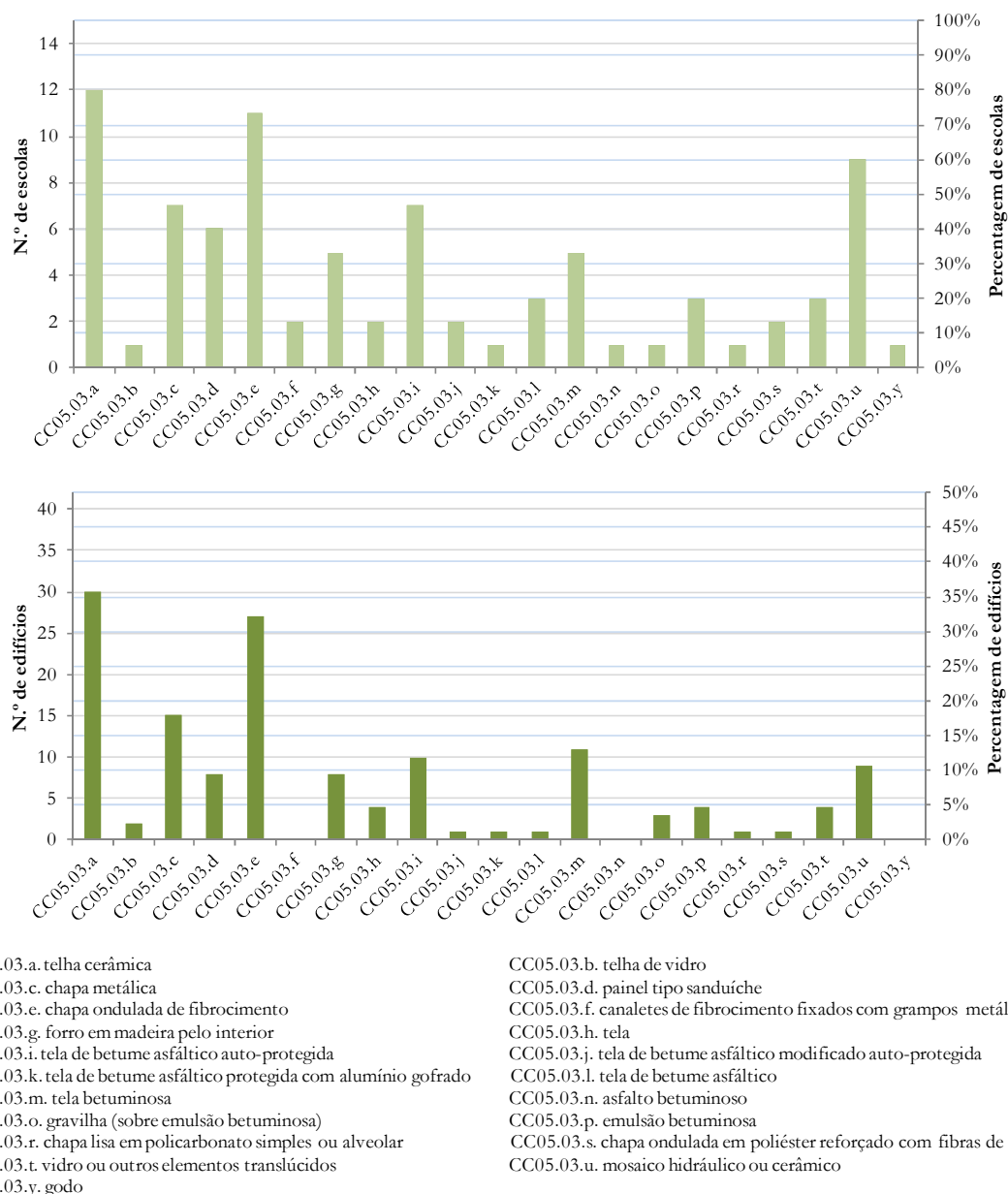


Figura 5.6: Freqüência dos diferentes **materiais de revestimento de cobertura**. Para as escolas, considerou-se a indicação do material para pelo menos um dos edifícios. Para os edifícios, consideraram-se todos os materiais existentes nos revestimentos de cobertura.

Do ponto de vista estrutural, os edifícios usam betão armado em lajes, vigas e pilares, o que, em alguns edifícios, é conjugado com paredes portantes de alvenaria ordinária de pedra, de acordo com o ano de construção e o projeto-tipo seguido (resumo na Tabela 5.2). A laje aligeirada é o tipo de laje mais utilizado, constituída por vigotas de betão prefabricadas e abobadilhas cerâmicas. As paredes não portantes são em alvenaria de tijolo cerâmico furado simples ou duplas, consoante se encontrem no interior ou no exterior, respetivamente. De um modo geral, as paredes são rebocadas e pintadas, tal como os tetos. Encontram-se ainda áreas pontuais revestidas a pedra, ladrilhos cerâmicos ou hidráulicos e marmorite. As estruturas em betão armado estão, nestas escolas, sempre revestidas, no mínimo, com pintura.

Há alguma variedade de materiais em vãos, pois, em determinados casos, os vãos originais foram já substituídos. Só aí se encontra vidro duplo e alumínio lacado, pois a generalidade dos vãos utiliza o vidro simples com caixilhos em madeira, alumínio anodizado, aço ou betão.

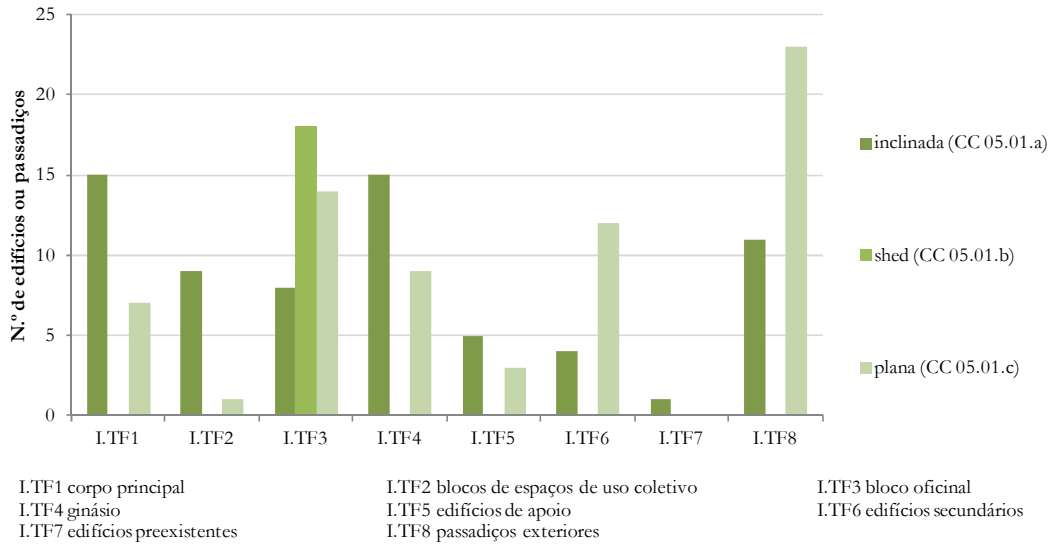
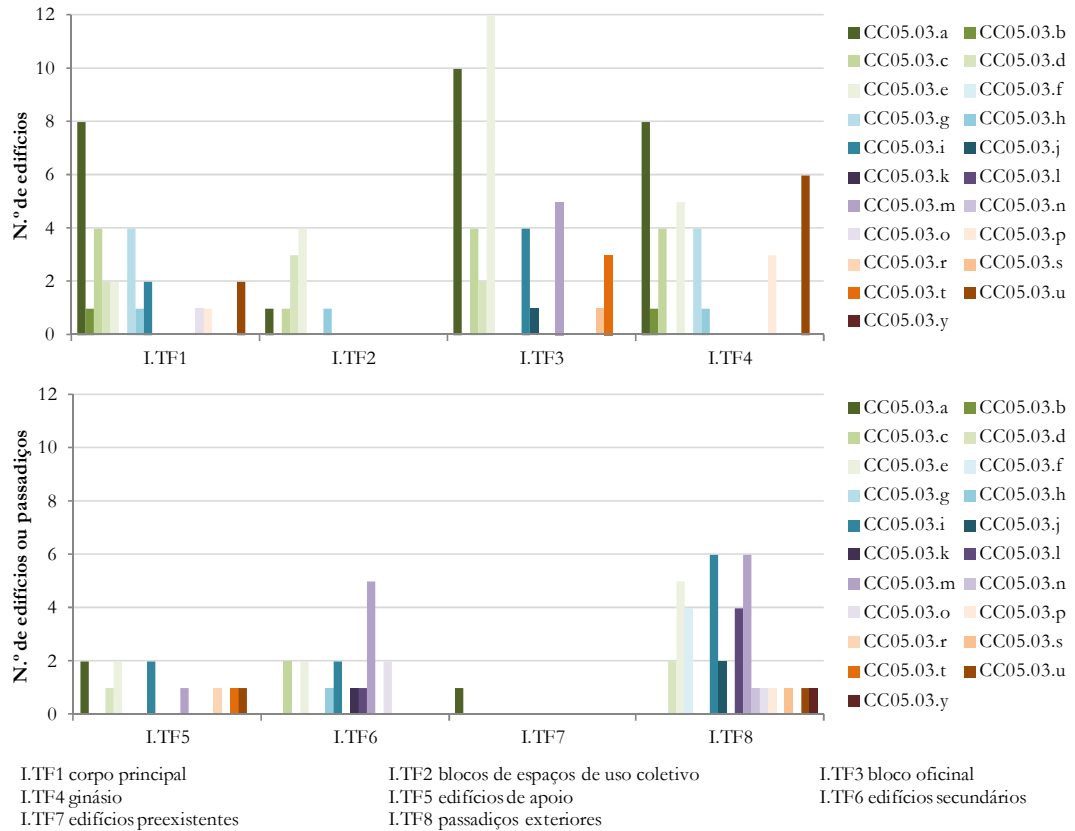


Figura 5.7: Frequência absoluta dos tipos de cobertura em edifícios e passadiços considerando a tipologia funcional.



- |  |  |
|--|--|
| CC05.03.a. telha cerâmica  | CC05.03.b. telha de vidro  |
| CC05.03.c. chapa metálica  | CC05.03.d. painel tipo sanduíche                                     |
| CC05.03.e. chapa ondulada de fibrocimento                          | CC05.03.f. canaletas de fibrocimento fixados com grampos metálicos   |
| CC05.03.g. forro em madeira pelo interior                          | CC05.03.h. tela  |
| CC05.03.i. tela de betume asfáltico auto-protégida                 | CC05.03.j. tela de betume asfáltico modificado auto-protégida        |
| CC05.03.k. tela de betume asfáltico protegida com alumínio gofrado | CC05.03.l. tela de betume asfáltico                                  |
| CC05.03.m. tela betuminosa   | CC05.03.n. asfalto betuminoso  |
| CC05.03.o. gravilha (sobre emulsão betuminosa)                     | CC05.03.p. emulsão betuminosa  |
| CC05.03.r. chapa lisa em policarbonato simples ou alveolar         | CC05.03.s. chapa ondulada em poliéster reforçado com fibras de vidro |
| CC05.03.t. vidro ou outros elementos translúcidos                  | CC05.03.u. mosaico hidráulico ou cerâmico                            |
| CC05.03.y. godo  |  |

Figura 5.8: Frequência absoluta dos materiais de revestimentos de cobertura em edifícios e passadiços considerando a tipologia funcional.

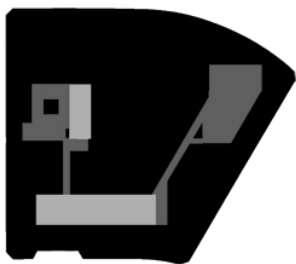


Figura 5.9: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária D. Manuel I, em Beja.

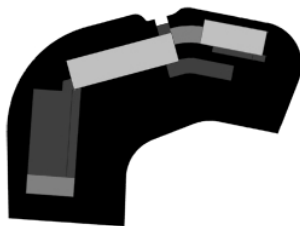


Figura 5.10: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Emídio Navarro, em Almada.

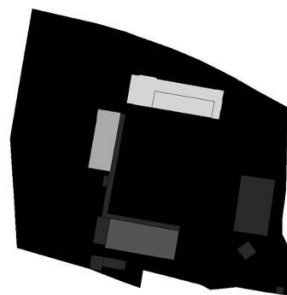


Figura 5.11: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Francisco de Arruda, em Lisboa.

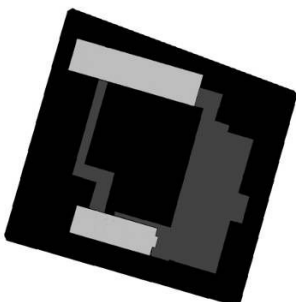


Figura 5.12: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Jácome Ratton, em Tomar.

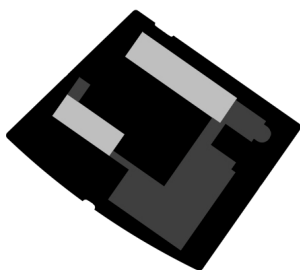


Figura 5.13: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Sebastião da Gama, em Setúbal.

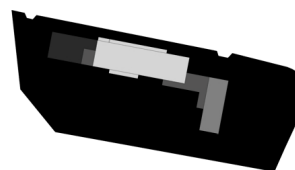


Figura 5.14: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Dr. Solano de Abreu, em Abrantes.

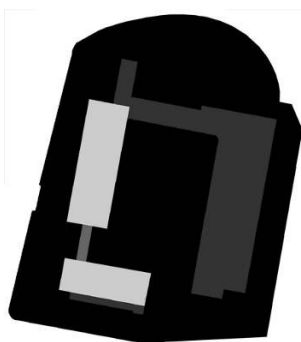


Figura 5.15: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária de S. Lourenço, em Portalegre.

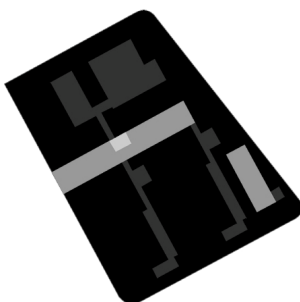


Figura 5.16: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Rainha Santa Isabel, em Estremoz.

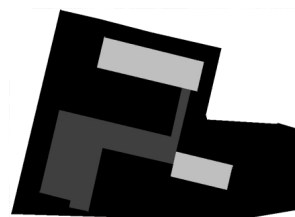


Figura 5.17: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Pedro de Santarém, em Lisboa.

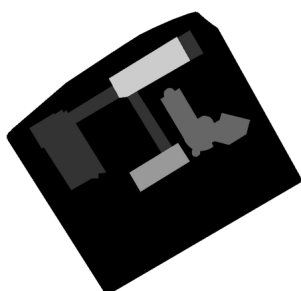


Figura 5.18: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária D. Sancho II, em Évora.

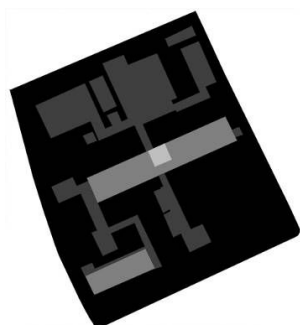


Figura 5.19: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Jorge Peixinho, no Montijo.

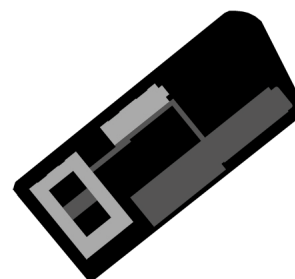


Figura 5.20: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Tomás Cabreira, em Faro.



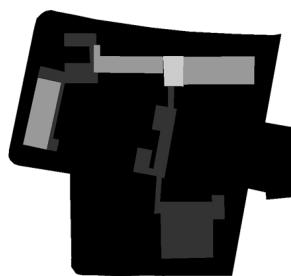


Figura 5.21: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária de Moura, em Moura.

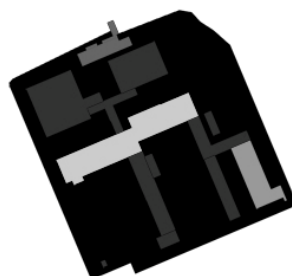


Figura 5.22: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Ferreira Dias, em Sintra.



Figura 5.23: Esquema da planta de implantação da Escola Secundária Henriques Nogueira, em Torres Vedras.

Tabela 5.2: Resumo dos **materiais estruturais** utilizados em cada escola.

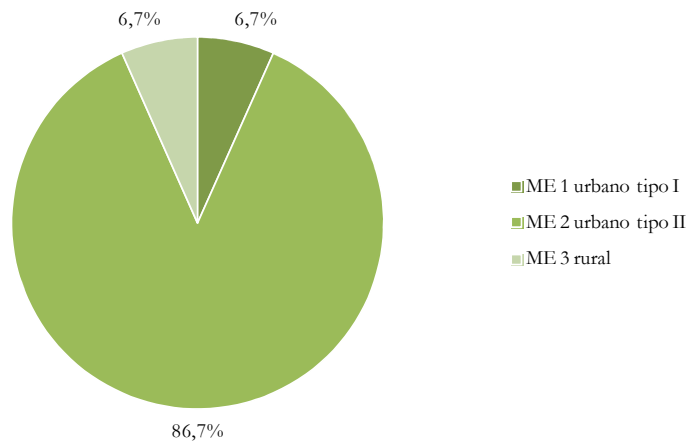
Código	Nome	Ano	Presença de betão armado em estruturas de edifícios	Presença de alvenaria ordinária de pedra em estruturas de edifícios
12	E.S. D. Manuel I	1961	●	●
20	E.S. Emídio Navarro	1958	●	●
21	E.S. Francisco de Arruda	1956	●	●
22	E.S. Jácome Ratton	1958	●	●
24	E.S. Sebastião da Gama	1956	●	
27	E.S. Dr. Solano de Abreu	1959	●	
31	E.S. de S. Lourenço	1958	●	●
37	E.S. Rainha Santa Isabel	1964	●	
40	E.S. Pedro de Santarém	1968	●	
45	E.S. D. Sancho II	1961	●	
47	E.S. Jorge Peixinho	1963	●	
49	E.S. Tomás Cabreira	1950	●	●
52	E.S. de Moura	1963	●	
55	E.S. Ferreira Dias	1962	●	●
56	E.S. Henriques Nogueira	1969	●	

### 5.2.3. Localização das escolas

Os meios que circundam as escolas têm maioritariamente uma reduzida densidade de construção e edifícios de médio porte, com 13 das 15 escolas a inserirem-se num *meio urbano do tipo II* (Figura 5.24).

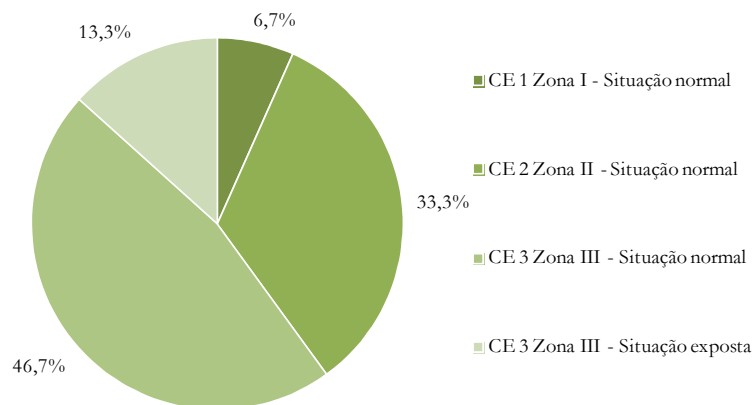
Quanto às condições de exposição ambiental, conjugam-se na Figura 5.25 os dados climáticos com o grau de exposição de cada local. Assim, 7 das 15 escolas (46,7%) situam-se em *Zona III*, ou seja, particularmente

nestes casos, numa faixa costeira de 20 km, e num meio em condições de *Situação normal*, em área plana ou com ligeiras ondulações de terreno. Além disso, 5 das 15 escolas (33,3%) situam-se em *Zona II*, numa altitude inferior a 600 m e fora da faixa costeira de 20 km, igualmente num meio em *Situação normal*.



ME 1 urbano tipo I: envolvente urbana com elevada densidade de construção e edifícios de maior altura  
 ME 2 urbano tipo II: envolvente urbana de reduzida densidade de construção e edifícios de médio porte  
 ME 3 rural: envolvente com reduzida densidade de construção e grandes áreas livres

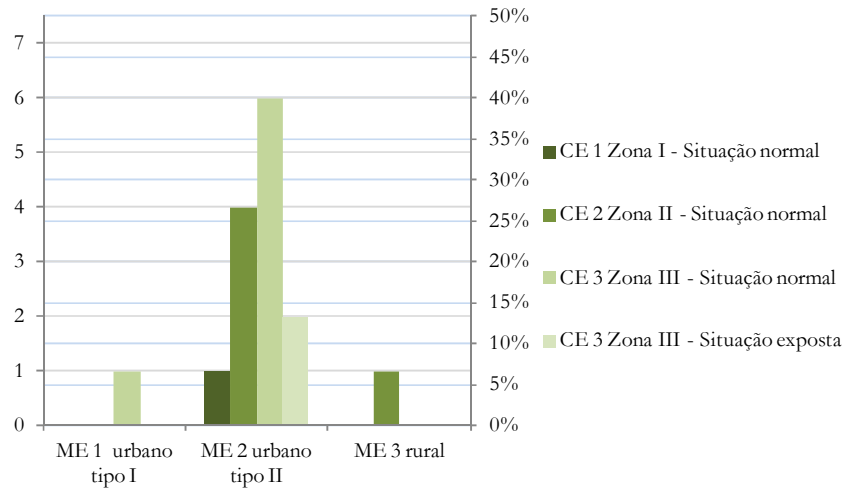
Figura 5.24: Frequência relativa de escolas em cada tipo de **meio envolvente**.



CE 1 Zona I - Situação normal: no interior Sul do Continente e área plana ou com ligeiras ondulações do terreno  
 CE 2 Zona II - Situação normal: de Norte a Sul do Continente a altitude inferior a 600 m e fora de faixa costeira de 20 km e área plana ou com ligeiras ondulações de terreno  
 CE 3 Zona III - Situação normal: no interior Norte do Continente a altitude superior a 600 m ou em faixa costeira de 20 km e área plana ou com ligeiras ondulações de terreno  
 CE 3 Zona III - Situação exposta: no interior Norte do Continente a altitude superior a 600 m ou em faixa costeira de 20 km e área do litoral até 5 km do mar

Figura 5.25: Frequência relativa de escolas sujeitas a cada tipo de **condições de exposição ambiental**.

Em suma, 40,0% das escolas encontram-se num meio urbano de reduzida densidade de construção com edifícios de médio porte, numa faixa costeira de 20 km plana ou com ligeiras ondulações de terreno. Já 26,7% das escolas implantam-se num meio urbano de reduzida densidade de construção e com edifícios de médio porte, mas fora dessa faixa costeira e numa altitude inferior a 600 m, em áreas planas ou com ligeiras ondulações de terreno (Figura 5.26).



ME 1 urbano tipo I: envolvente urbana com elevada densidade de construção e edifícios de maior altura  
 ME 2 urbano tipo II: envolvente urbana de reduzida densidade de construção e edifícios de médio porte  
 ME 3 rural: envolvente com reduzida densidade de construção e grandes áreas livres

CE 1 Zona I - Situação normal: no interior Sul do Continente e área plana ou com ligeiras ondulações do terreno  
 CE 2 Zona II - Situação normal: de Norte a Sul do Continente a altitude inferior a 600 m e fora de faixa costeira de 20 km e área plana ou com ligeiras ondulações de terreno  
 CE 3 Zona III - Situação normal: no interior Norte do Continente a altitude superior a 600 m ou em faixa costeira de 20 km e área plana ou com ligeiras ondulações de terreno  
 CE 3 Zona III - Situação exposta: no interior Norte do Continente a altitude superior a 600 m ou em faixa costeira de 20 km e área do litoral até 5 km do mar

Figura 5.26: Frequência absoluta e relativa de escolas considerando o **meio envolvente** e as **condições de exposição ambiental**.

## 5.3. Caracterização do estado de degradação das escolas

### 5.3.1. Introdução

A análise ao estado de degradação das escolas industriais em estudo é feita através da informação recolhida na folha *Anomalias* da base de dados. Nos subcapítulos que se seguem, decompõem-se esses registos de acordo com a seguinte estrutura:

- i) breve análise às recomendações de atuação preconizadas;
- ii) análise da localização relativa das anomalias, na envolvente construída ou no interior do edifício;
- iii) análise de acordo com os Elementos Fonte de Manutenção com anomalias;
- iv) análise referente às anomalias mais significativas;
- v) breve análise ao estado de degradação das tipologias funcionais.

No total, registam-se 2822 anomalias em 119 edifícios e passadiços exteriores de 15 escolas, o que resulta numa média em torno das 24 anomalias por edifício ou passadiço e das 188 anomalias por escola. Não se analisam detalhadamente as anomalias na envolvente exterior da escola, tendo em consideração que apenas 1,5% do total das anomalias registadas se encontravam neste contexto, havendo mesmo 4 escolas sem qualquer entrada de informação acerca da sua envolvente exterior. Pode referir-se, no entanto, que 53,5% dessas anomalias são em pavimentos e drenagens exteriores, particularmente 32,6% em calçadas

superficiais e drenagem, e 46,5% registam-se em elementos construtivos exteriores, destacando-se 39,5% de anomalias na envolvente da escola em placas de fibrocimento em coberturas exteriores.

### 5.3.2. Recomendações de atuação

Na base de dados, a ficha de registo das anomalias inclui a indicação de recomendações de atuação para a resolução da anomalia. No entanto, no contexto desta dissertação, essas informações não são consideradas detalhadamente para a análise estatística por nem sempre serem suficientemente pormenorizadas. Na realidade, as escolas inspecionadas já foram alvo de projetos de reabilitação que, além disso, extravasaram os objetivos de reparação localizada patentes nas indicações feitas pelo ICIST e constantes da lista de recomendações de atuação (Tabela 4.16). Contudo, genericamente, nos dados recolhidos para os edifícios, há 14028 ações recomendadas para 2779 anomalias, o que constitui uma média de 5 ações por anomalia. Observando a Figura 5.27, percebe-se que as tarefas do tipo limpeza (23,6%), remoção parcial de elementos (18,0%) e tratamento superficial ou acabamento (17,4%) assumem maior destaque. Trata-se de operações de base para o início e para a finalização dos trabalhos, de algum modo transversais aos vários tipos de EFM. Em contrapartida, só pontualmente se indicaram ações de fixação ou reforço (1,0%), apropriadas para situações mais específicas. Quanto às recomendações particularizadas, apresentadas na Figura 5.28, o acabamento por aplicação de nova pintura nas demãos necessárias (aconselhado para 71,2% das anomalias) foi amplamente prescrito, uma vez que a pintura é também o acabamento mais comum nos paramentos e tetos dos diferentes edifícios. O avivamento de fissuras (56,1%), um trabalho de remoção preparatório para diferentes procedimentos, foi também uma das ações mais indicadas. Na lista das recomendações particulares, são também importantes três tipos de ações de limpeza, nomeadamente: *R1a Lavagem com jato de água, incluindo escovagem e/ou aspiração* (31,8%), *R1c Lavagem com água e detergente, incluindo escovagem* (39,0%), e *R1d Desinfestação com biocida* (37,9%). Por um lado, as ações de limpeza também constituem um trabalho preparatório para a generalidade dos procedimentos. Por outro lado, em casos pontuais de reduzida gravidade, constituem em si mesmo a resolução de situações de manchas ou de sujidade. A aplicação de biocida, além de ser adequada para solucionar a ocorrência de colonização biológica, constitui, mais uma vez, um trabalho preparatório preventivo.

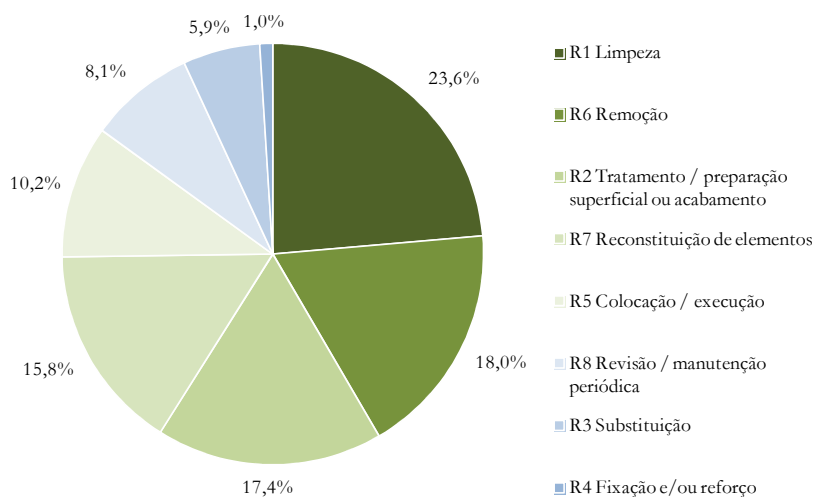
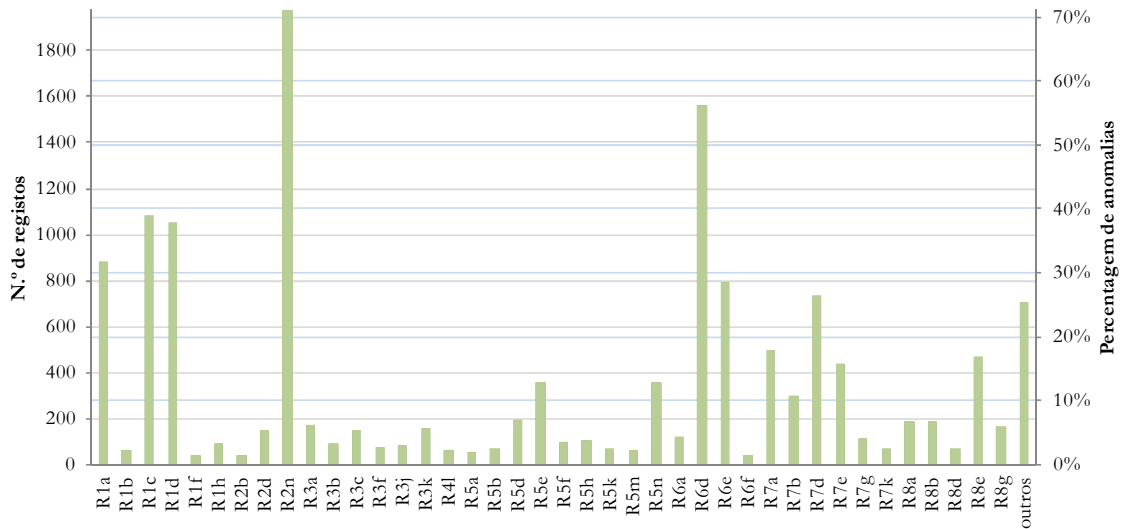


Figura 5.27: Distribuição das recomendações de atuação registadas por grupos de recomendações.



- R1a Lavagem com jato de água, incluindo escovagem e/ou aspiração
- R1b Limpeza com jato de ar comprimido
- R1c Lavagem com água e detergente, incluindo escovagem
- R1d Desinfestação com biocida
- R1f Remoção de vegetação parasitária
- R1h Lavagem com jato de água de baixa pressão e passagem à escova macia ou esponja, com detergente neutro
- R2b Tratamento curativo e preventivo com produto inseticida / fungicida por pincelagem
- R2d Aplicação com pincel de revestimento anticorrosivo na armadura à vista previamente decapada
- R2n Aplicação de nova pintura com as demãos necessárias (colocação prévia de fitas nos remates)
- R3a Substituição de elementos de revestimento ou de elementos de remate
- R3b Substituição integral do elemento
- R3c Substituição e/ou tratamento de armaduras à vista
- R3f Substituição da chapa de fibrocimento por um material novo (cerâmico ou metálico)
- R3j Substituição do material de preenchimento das juntas entre elementos construtivos
- R3k Colocação de novo sistema de impermeabilização
- R4l Reforço de fundação / embasamento através de técnica adequada
- R5a Colocação de sistema de subtelha
- R5b Execução da junta de dilatação com continuidade entre todos os elementos construtivos
- R5d Execução de camada de forma para correção da pendente
- R5e Criação de um sistema de calceiras com uma pendente adequada (no mínimo 2%) e pontos de drenagem, ligados a tubos de queda
- 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)
- R5h Criação de pingadeiras quando não existam e correção quando disfuncionais
- R5k Correção do sistema de impermeabilização nos pontos singulares, com o devido prolongamento das telas
- R5m Execução de novo sistema de impermeabilização com telas autoprotetidas
- R5n Colocação de ralos de pinha na embocadura dos tubos de queda
- R6a Remoção / picagem do betão de recobrimento e eliminação de partículas soltas resultantes dessa operação
- R6d Avivamento de fissuras
- R6e Picagem de zonas que se encontrem destacadas, fissuradas, com humidade, sais solúveis ou empoadas
- R6f Remoção das argamassas existentes como material de enchimento das juntas
- R7a Aplicação de argamassa de regularização de elevada resistência mecânica não retrátil
- R7b Aplicação por injeção de argamassa ou resina epóxida adequada
- R7d Aplicação de argamassa cimentícia pré-doseada (desumidificadora em zonas com humidade)
- R7e Aplicação de cordão de empanque de espuma de polietileno de preenchimento, de um mástique elástico à base de poliuretano para selagem e de acabamento com argamassa elastomérica
- R7g Reparação do betão deteriorado dos bordos das juntas (quando aplicável) e preenchimento com material elástico
- R7k Aplicação de argamassa compatível com a marmorite preexistente com pequenas espátulas, nivelamento com esponja húmida e reintegração cromática
- R8a Inspeção dos EFM, com periodicidade adequada
- R8b Manutenção frequente
- R8d Garantia de fácil acesso às coberturas
- R8e Verificação e reparação de pontos com infiltrações e eventuais perfurações
- R8g Limpeza com periodicidade adequada

Figura 5.28: Frequência absoluta das **recomendações de atuação** registadas e da frequência relativa das mesmas em relação ao número total de anomalias registadas.

### 5.3.3. Localização relativa das anomalias no edifício

#### 5.3.3.1. Introdução

As anomalias registadas no edificado distribuem-se pela envolvente e pelo interior de modo equilibrado (Figura 5.29). As 1434 anomalias registadas na envolvente construída encontram-se em 64 tipos de EFM diferentes, o que corresponde a cerca de 22 anomalias por EFM. Já no interior do edifício, registaram-se 1345 anomalias em 34 tipos de EFM, ou seja, cerca de 40 anomalias por tipo de EFM. A análise detalhada, feita em seguida, distingue cada contexto de acordo com as características, suportes e causas.

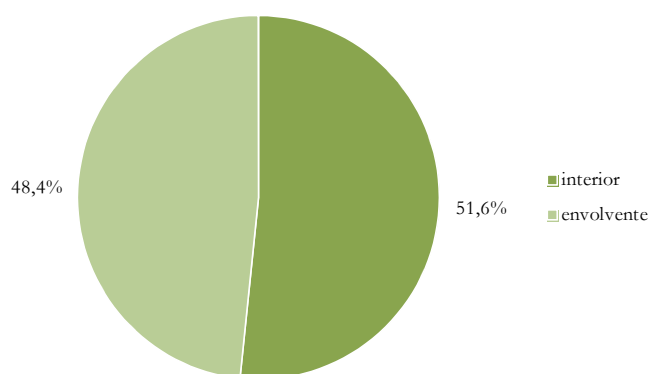


Figura 5.29: Frequência relativa de **anomalias** registadas no interior e na envolvente dos edifícios.

#### 5.3.3.2. Envolvente construída

As Figuras 5.30 e 5.31 ilustram a distribuição das anomalias da envolvente construída pelos EFM. Na primeira, os grupos de EFM em maior destaque são os elementos em betão (25,2%), revestimentos de paramentos (17,4%), revestimentos de coberturas inclinadas (13,1%), pinturas (11,4%) e coberturas em terraço (7,4%). Na segunda figura, particularizam-se os EFM e, com 15,7% dos registos, os rebocos exteriores têm maior incidência de anomalias na envolvente construída, seguidos das pinturas (11,4%), das lajes de cobertura (8,1%), das telhas cerâmicas (6,4%) e dos sistemas de cobertura em terraço não acessíveis (4,5%).

Quanto ao tipo de anomalias registadas na envolvente construída, estas distribuem-se de acordo com os dados da Figura 5.32. Assim, 15,3% são fissurações orientadas em suportes, 12,2% infiltrações, 10,4% descolorações ou manchas, 10,1% descasques ou escamações e 6,5% colonizações / ataques biológicos. As fissurações orientadas em revestimentos ou em acabamentos (7,3% e 7,0% dos registos, respetivamente) repetem-se nos suportes, não se tratando de anomalias de registo autónomo.

Lendo estes valores em conjugação, a fissuração orientada pode referir-se aos registos em lajes de cobertura e aos elementos em betão em geral. Do mesmo modo, as infiltrações registadas referem-se geralmente às lajes de cobertura. As manchas estão maioritariamente associadas aos rebocos exteriores e à generalidade dos revestimentos de paramentos. As anomalias de descasque são bastante abrangentes, no que se

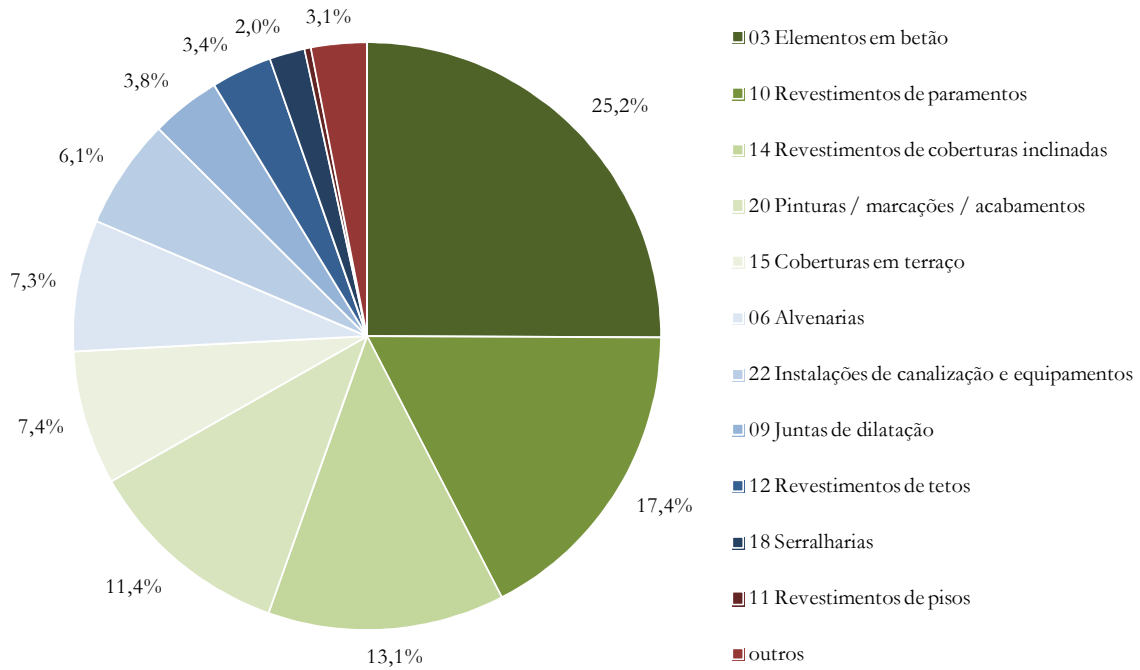


Figura 5.30: Frequência relativa de anomalias registadas em cada grupo de EFM na envolvente construída.

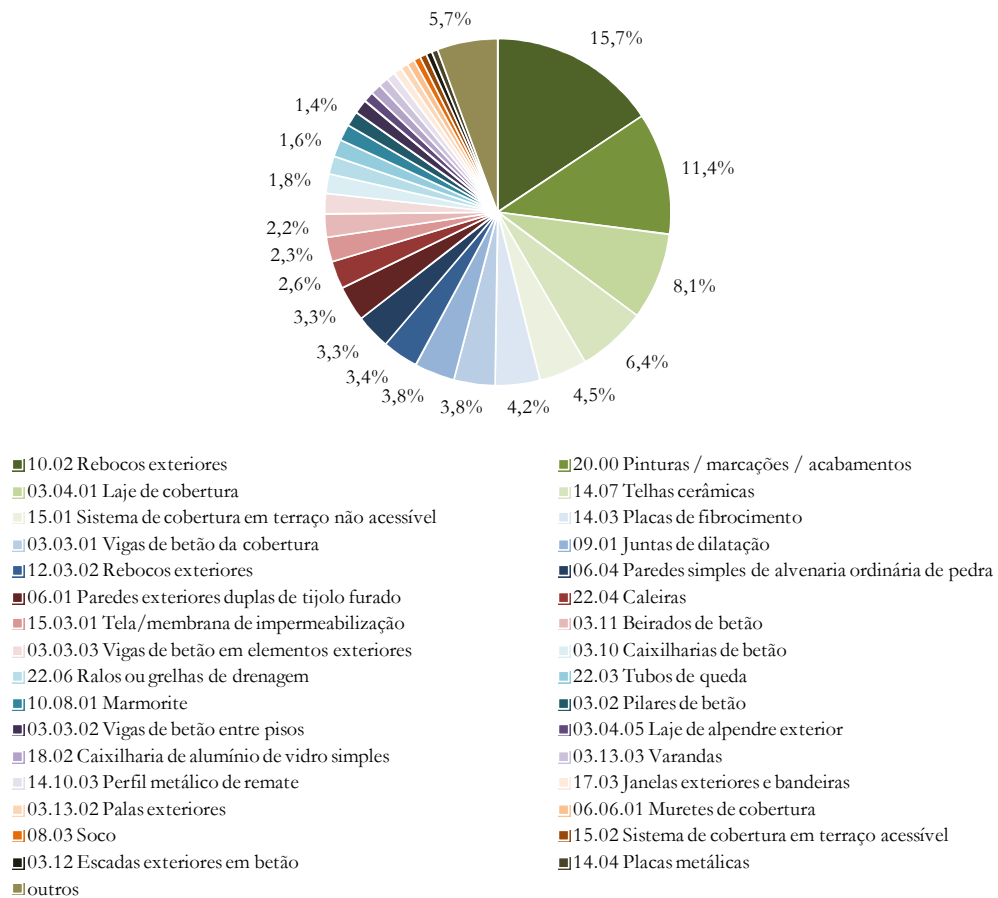


Figura 5.31: Frequência relativa de anomalias registadas em cada EFM na envolvente construída.

refere a EFM, pelo que, tendo em conta os mais afetados, estão associadas a rebocos exteriores, pinturas, lajes de cobertura, bem como à generalidade dos elementos em betão e dos revestimentos de paramentos. O número de registos em rebocos exteriores e em pinturas deve-se ainda à incidência de fissuração orientada [A5.a) e A5.b)] nestes EFM.

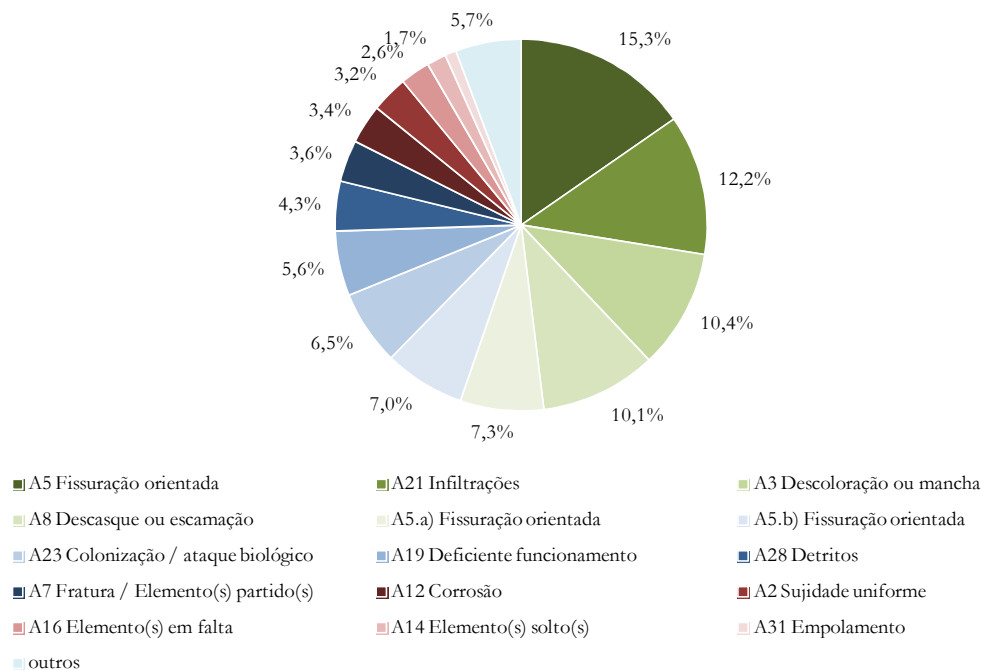


Figura 5.32: Frequência relativa das diferentes **anomalias** registadas na envolvente construída.

As anomalias registadas na envolvente construída têm origem principalmente no projeto e na execução (48,9%), em destaque na Figura 5.33. Particularizando, de acordo com a Figura 5.34, das 1434 anomalias registadas na envolvente construída 217 estão associadas ao escoamento de água devido a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras (15,1% das anomalias), 210 a efeitos termo-higrométricos (14,6%), 210 a deficiências de drenagem (14,6%), 198 a falta de manutenção (13,8%) e 151 a juntas de dilatação inexistentes ou deficientes (10,5%).

Os escoamentos referidos estão associados a descolorações ou manchas, a descasques e a colonizações biológicas em rebocos exteriores. Os efeitos termo-higrométricos são uma causa para fissurações orientadas nos vários EFM. Já a representatividade das deficiências de drenagem e da falta de manutenção relaciona-se com a existência de infiltrações. A inexistência de juntas de dilatação, ou o facto de existirem em deficientes condições de manutenção ou de dimensionamento, está associada a anomalias de fissuração orientada, descasque ou mesmo infiltração.

Da análise aos dados apresentados, destaca-se a relevância que a falta de manutenção tem como causa de anomalias na envolvente construída dos edifícios. Compreende-se que, na gestão de uma escola, o estabelecimento de prioridades de manutenção privilegie os espaços interiores, essenciais para o funcionamento das atividades letivas. Mas essa escolha tem também por base a falta de informação sobre as necessidades de manutenção de edifícios. Além disso, pela observação dos vários elementos que permitiram caracterizar as 15 escolas industriais, constata-se que não existem meios facilitadores do



acesso em segurança aos vários pontos dos edifícios. Deste modo, simples operações de limpeza tornam-se muito difíceis e dispendiosas e, portanto, raras. A manutenção das coberturas é um exemplo flagrante desta situação, pois 40,7% das anomalias registadas ocorrem em EFM de cobertura e nos seus sistemas de drenagem. Apesar da deficiente conceção destes sistemas, o seu bom funcionamento depende sempre de uma manutenção adequada.

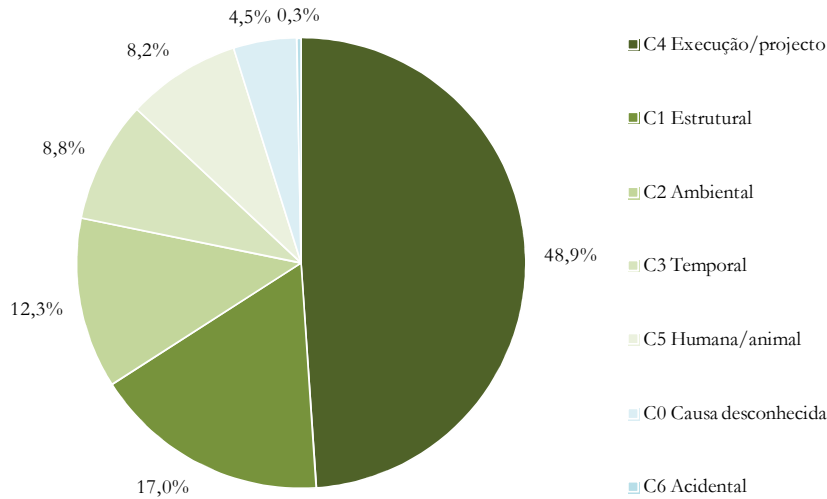
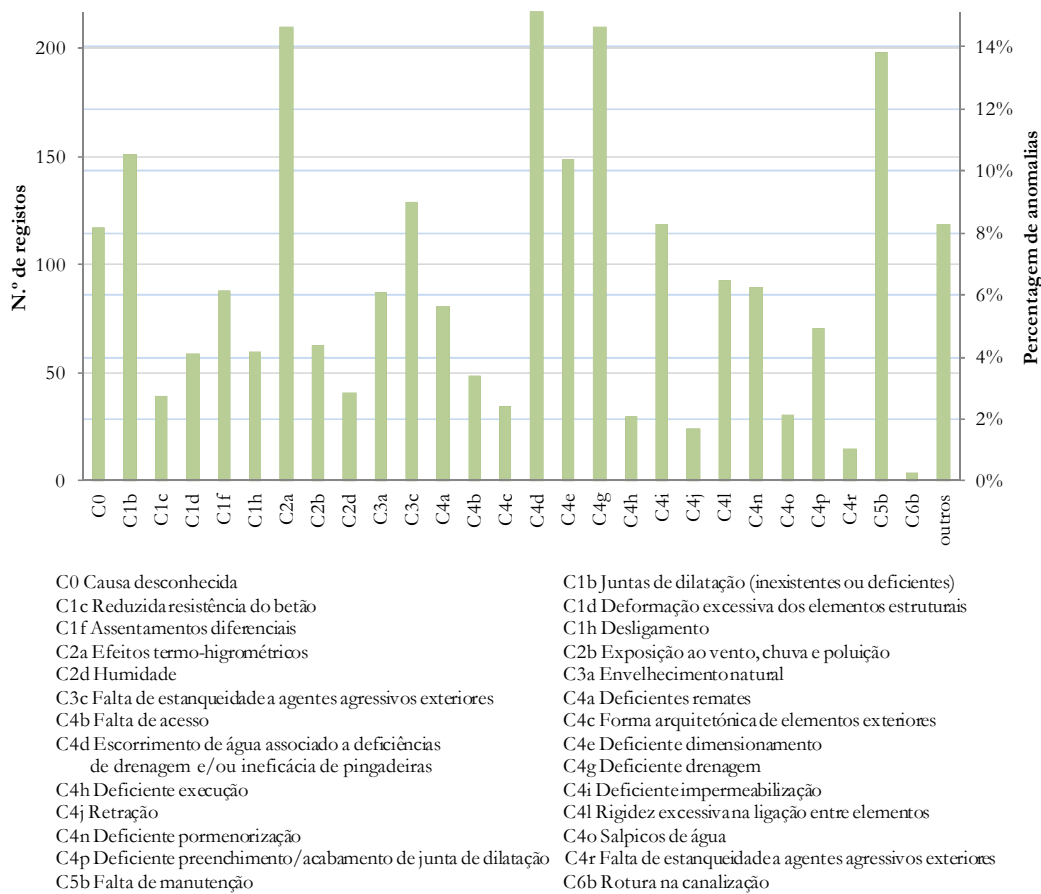


Figura 5.33: Distribuição das causas das anomalias registadas na envolvente construída por grupos de causas.



- C0 Causa desconhecida
- C1b Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes)
- C1c Reduzida resistência do betão
- C1d Deformação excessiva dos elementos estruturais
- C1f Assentamentos diferenciais
- C1h Desligamento
- C2a Efeitos termo-higrométricos
- C2b Exposição ao vento, chuva e poluição
- C2d Humidade
- C3a Envelhecimento natural
- C3c Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores
- C4a Deficientes remates
- C4b Falta de acesso
- C4c Forma arquitetónica de elementos exteriores
- C4d Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras
- C4e Deficiente dimensionamento
- C4g Deficiente drenagem
- C4i Deficiente impermeabilização
- C4j Retração
- C4l Rigidez excessiva na ligação entre elementos
- C4n Deficiente pormenorização
- C4o Salpicos de água
- C4p Deficiente preenchimento/acabamento de junta de dilatação
- C4r Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores
- C5b Falta de manutenção
- C6b Rotura na canalização

Figura 5.34: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas na envolvente construída e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias registadas na envolvente construída.

### 5.3.3.3. Interior do edifício

A maioria das anomalias do interior do edifício, tal como mostra a Figura 5.35, ocorre em pinturas (31,0%), revestimentos de paramentos (21,7%), revestimentos de tetos (18,4%), elementos em betão (10,4%) e alvenarias (7,1%). Particularizando (Figura 5.36), além das pinturas, os rebocos interiores de paramentos (19,8%) e os rebocos interiores de tetos (17,7%) são os EFM com maior incidência de anomalias no interior do edifício.

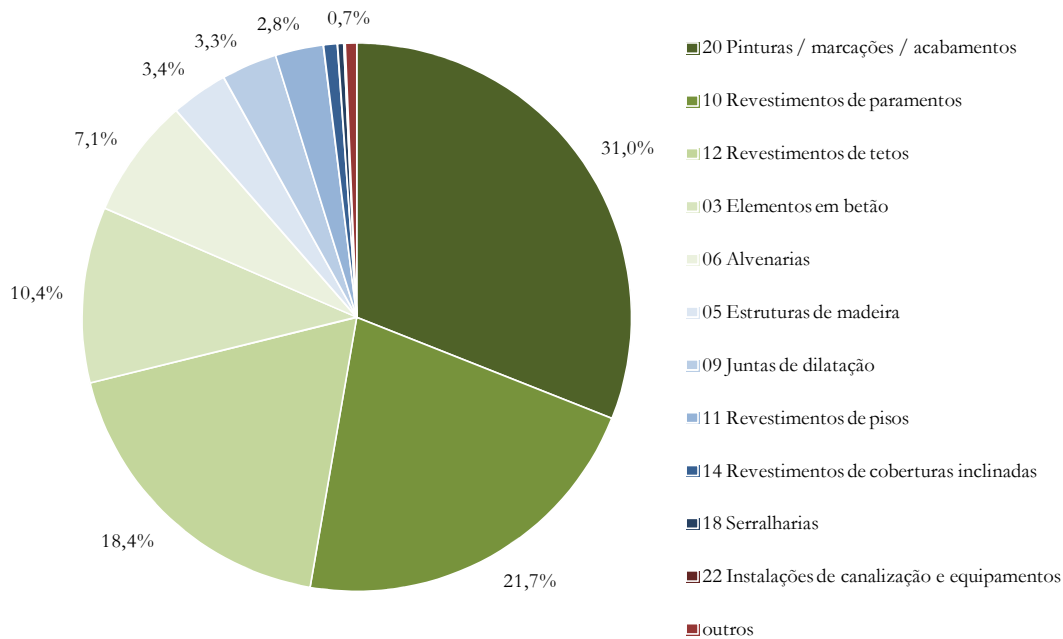


Figura 5.35: Frequência relativa de anomalias registadas em cada grupo de EFM no interior do edifício.

Os diferentes tipos de anomalias registadas no interior do edifício distribuem-se de acordo com os dados da Figura 5.37. Destacam-se as anomalias de fissuração orientada em revestimentos (18,7%) e de fissuração orientada em acabamentos (17,4%), que têm um registo combinado com os suportes (13,0%). Além destas, no interior, 17,1% das anomalias registadas são descolorações ou manchas, 9,5% descasques ou escamações, 5,4% empolamentos e 5,1% infiltrações.

Deve realçar-se que as anomalias registadas (e previamente analisadas) na envolvente construída podem refletir-se em revestimentos e acabamentos do interior do edifício. Assim acontece com as fissurações orientadas. As manchas estão associadas a rebocos interiores em paramentos e tetos e à generalidade dos revestimentos interiores. As fissurações orientadas em suportes do interior associam-se à incidência de anomalias na generalidade dos elementos em betão e das alvenarias no interior. Os descasques no interior dos edifícios afetam os vários EFM, com eventual maior incidência nas pinturas, podendo ainda registar-se nos diferentes revestimentos e elementos em betão.

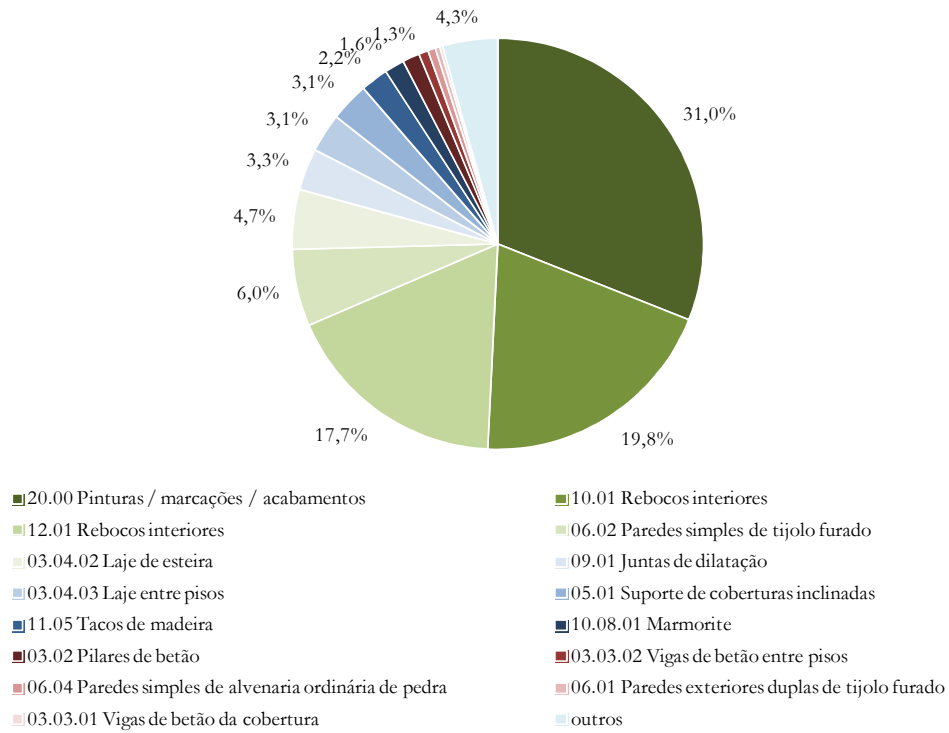


Figura 5.36: Frequência relativa de anomalias registadas em cada **EFM** no interior do edifício.

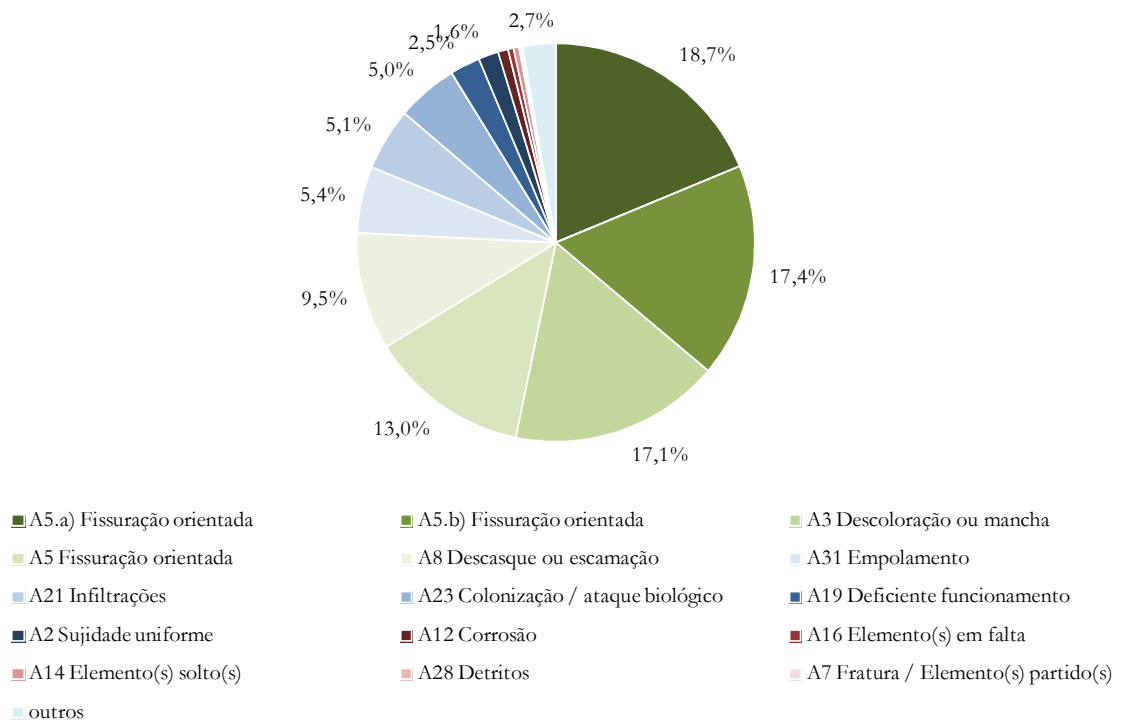


Figura 5.37: Frequência relativa das diferentes **anomalias** registadas no interior do edifício.

De acordo com a Figura 5.38, as principais causas de anomalias no interior do edifício têm origem em questões de projeto e execução (37,5%), estruturais (24,8%) e ambientais (20,0%). Na Figura 5.39, destaca-se, assim, que das 1345 anomalias registadas, 326 estão associadas a efeitos termo-higrométricos (24,2% das anomalias), 225 a falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (16,7%), 173 a juntas de dilatação inexistentes ou deficientes (12,9%), 168 a deficiências de drenagem (12,5%) e 150 a assentamentos diferenciais (11,2%).

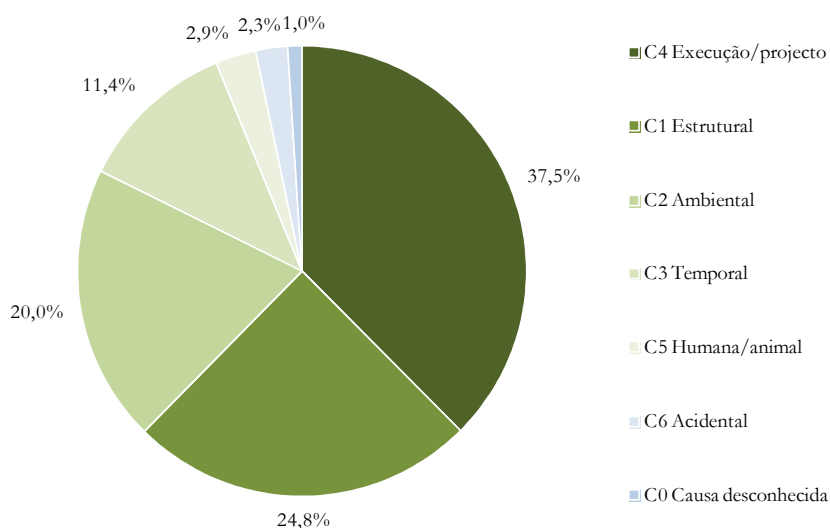


Figura 5.38: Distribuição das causas das anomalias no interior do edifício por **grupos de causas**.

Os efeitos termo-higrométricos, os problemas de juntas de dilatação e os assentamentos diferenciais provocam fissurações orientadas. A falta de estanqueidade, bem como as deficiências de drenagem, enquanto causas para a existência de infiltrações (registadas nos EFM da envolvente construída), associam-se a manchas, descasques e empolamentos que sucedem a essa anomalia primária.

Os resultados apresentados referentes às anomalias registadas no interior do edifício são um reflexo claro de um dos critérios adotados para o preenchimento da base dados. Como referido no capítulo 4, as inspeções às escolas, que serviram de base para a recolha de informação, foram essencialmente visuais e qualitativas. Por isso, não havendo um conhecimento rigoroso da profundidade da fissuração, optou-se pelo seu registo em repetição nos EFM de suporte, revestimento e acabamento. A preponderância que a fissuração orientada em revestimentos e acabamentos assume no interior do edifício deve-se a este critério, uma vez que, além das fissurações em suportes do interior, reflete também as fissurações em suportes da envolvente construída cujos revestimentos e acabamentos pelo interior são afetados. Este critério influencia, então, o número de registos de A5.a) e A5.b), o número de pinturas, revestimentos de paramentos e revestimentos de tetos afetados e os valores apresentados para as causas C2a, C1b e C1f.

Provavelmente devido à reduzida variedade de revestimentos e acabamentos utilizados no interior dos edifícios, aplicados, genericamente, sobre apenas dois tipos de suportes (betão e alvenaria), constata-se que as anomalias registadas no interior se distribuem principalmente por 15 EFM, menos de metade dos diferentes tipos de EFM afetados na envolvente construída.

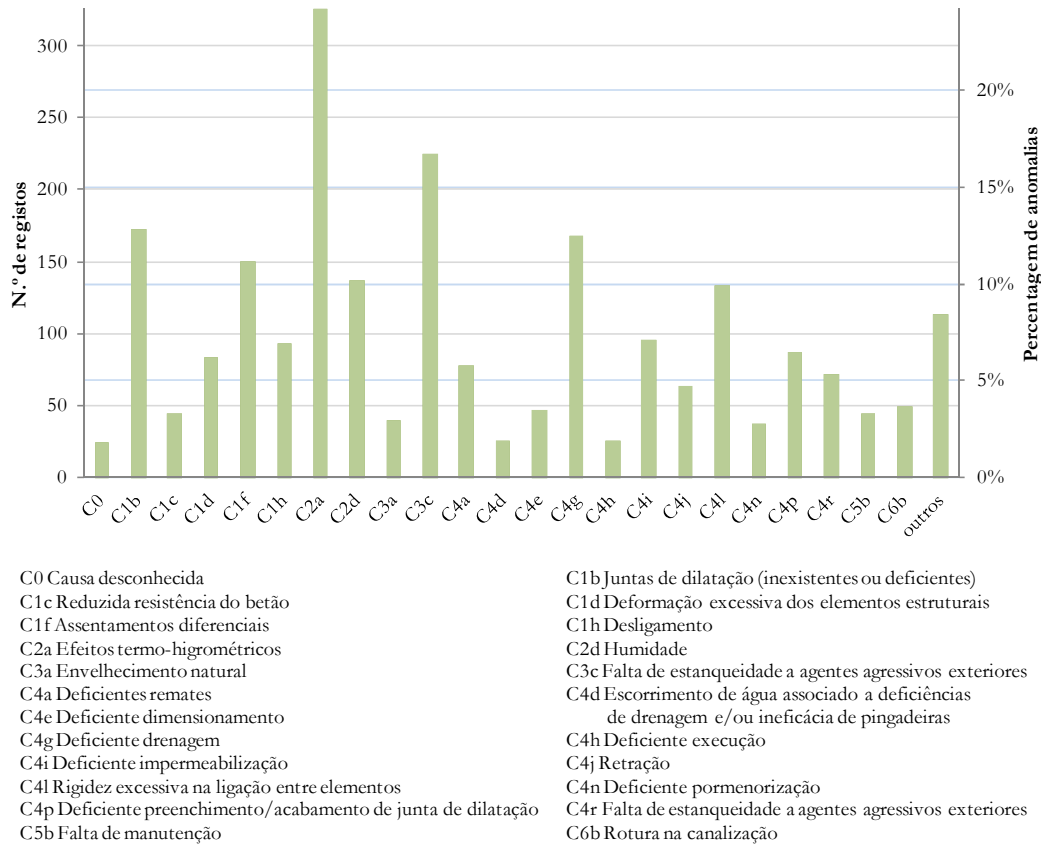


Figura 5.39: Frequência absoluta das **causas** das anomalias registadas no interior do edifício e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias registadas no interior do edifício.

### 5.3.4. Degradação dos principais Elementos Fonte de Manutenção

#### 5.3.4.1. Introdução

De um modo geral, há 17 grupos de EFM diferentes com registo de anomalias. Destes destacam-se, de acordo com a Figura 5.40, as pinturas (20,9% das anomalias registadas), os revestimentos de paramentos (19,5%), os elementos em betão (18,0%), os revestimentos de tetos (10,6%) e as alvenarias (7,2%). Pelo escasso número de anomalias, destacam-se os revestimentos de escadas, onde se registou apenas uma anomalia.

Quanto aos EFM em particular, na Figura 5.41, foram registadas anomalias em 84 EFM diferentes, assumindo maior relevância, além das pinturas, os rebocos interiores de paramentos (9,6%), os rebocos interiores de tetos (8,6%), os rebocos exteriores de paramentos (8,1%) e as lajes de cobertura (4,2%). Se não for contabilizada a incidência das anomalias de fissuração nos revestimentos e acabamentos, os EFM em destaque mantêm-se, tal como os grupos de EFM, passando, no entanto, a evidenciar-se em primeiro lugar o grupo dos elementos em betão com 27,9% das anomalias registadas.

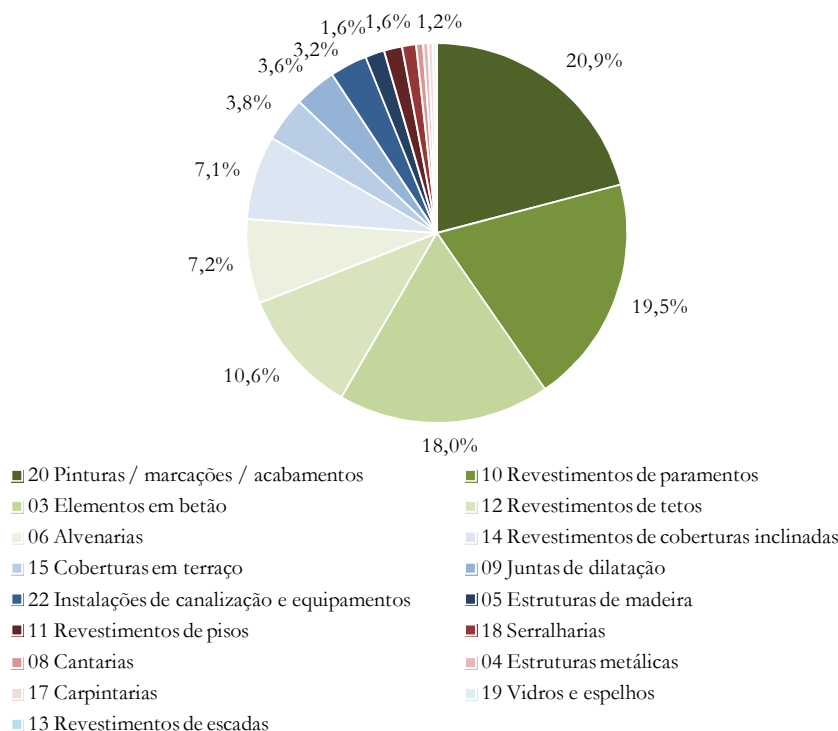


Figura 5.40: Frequência relativa de anomalias registadas em cada grupo de EFM.

Abordam-se, em seguida, as anomalias e causas frequentes em pinturas, revestimentos de paramentos, elementos em betão, revestimentos de tetos e alvenarias, enquanto grupos de EFM com maior incidência de anomalias, abordando também os principais EFM em cada grupo.

Desde logo, pode referir-se que a anomalia *A5 Fissuração orientada* surge sempre em destaque nos diferentes tipos de Elementos Fonte de Manutenção. Este facto deve-se à possibilidade de identificação da anomalia A5 nos mais variados tipos de elementos construtivos, quer estes sejam estruturais, revestimentos ou acabamentos. Além disso, uma vez que a fissuração orientada pode ser um sintoma de graves problemas estruturais, é natural que durante as peritagens se desse mais atenção a este tipo de anomalias. As causas relacionadas com a execução e o projeto (C4) também são assinaladas em todos os elementos em análise. Este grupo agrega duas motivações distintas (embora afins) para o aparecimento de anomalias, incluindo muitas situações variadas aplicáveis a um grande leque de EFM. Além disso, este facto é expectável, indo ao encontro dos resultados obtidos pelo *Bureau Securitas* e por Chong e Low (2006), apresentados no capítulo 2. Nos EFM em análise, sobressai ainda a causa particular *C2a Efeitos termo-higrométricos*, frequentemente referida em fissurações, sobretudo quando se desconhece o seu alcance em acabamentos, revestimentos e suportes. Refere-se às alterações dimensionais das argamassas constituintes do revestimento.

Quanto às recomendações de atuação para os EFM analisados, de um modo geral, não há diferenças significativas em relação aos dados apresentados para a totalidade da amostra. Ainda assim, nos revestimentos de paramentos e nas alvenarias, as recomendações do tipo *R7 Reconstituição de elementos* surgem entre as mais aconselhadas, nos revestimentos de paramentos em detrimento dos acabamentos (pois incluem-se revestimentos não pintados) e nas alvenarias em detrimento das ações de limpeza.

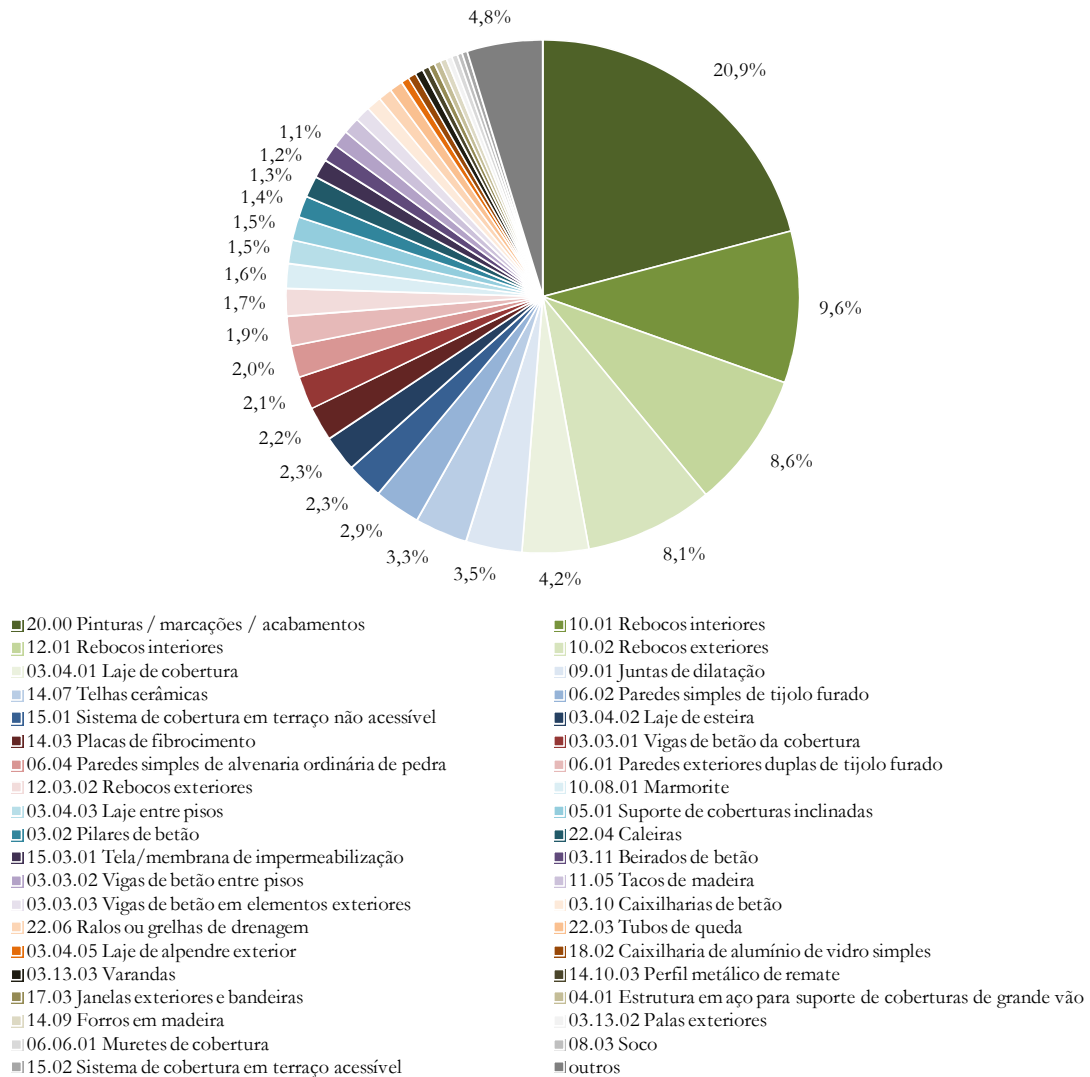


Figura 5.41: Frequência relativa de anomalias registradas em cada EFM.

### 5.3.4.2. Pinturas / marcações / acabamentos

Nas pinturas, as anomalias mais relevantes, abordadas na Figura 5.42, são as fissurações orientadas (57,9%). De acordo com a Figura 5.44, as causas associadas às anomalias em pinturas estão relacionadas com questões de execução ou projeto (39,1% das causas), estruturais (26,8%) e ambientais (19,6%). Segundo a Figura 5.43, são particularmente importantes os efeitos termo-higrométricos (em 28,7% das anomalias em pinturas) e as juntas de dilatação inexistentes ou deficientes (15,2%), causas associadas à fissuração, tal como a rigidez excessiva na ligação entre elementos (13,1%). A associação das anomalias a deficiências de drenagem (15,2%) e à falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (14,3%) relaciona-se com a frequência também elevada de escamações e empolamentos em pinturas (23,8% e 14,3% das anomalias, respetivamente). As situações que conduzem a um teor de água elevado no suporte provocam a perda de aderência da tinta, empolando e/ou escamando. Na hipótese de a fissuração detetada afetar exclusivamente o acabamento por pintura, também se associa a fissuração às

diferentes variações dimensionais de origem termo-higrométrica dos materiais. Se a tinta não for suficientemente elástica, não acompanha os movimentos do substrato e tende a quebrar.

Muito embora sejam frequentemente utilizadas como panaceia para os diversos males, enquanto face visível de muitos dos elementos construtivos, as pinturas acabam por refletir os problemas nos suportes, não sendo então de estranhar o elevado número de anomalias aí registado.

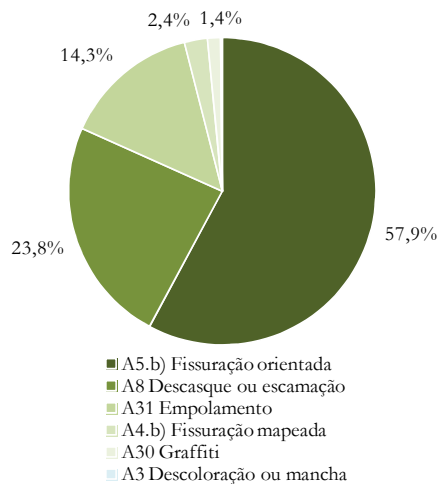


Figura 5.42: Frequência relativa de **anomalias** registadas em pinturas / marcações / acabamentos.

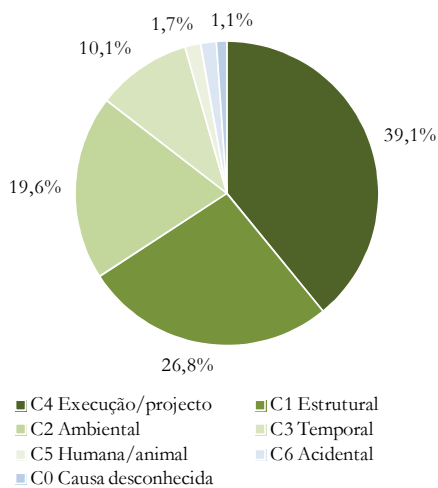
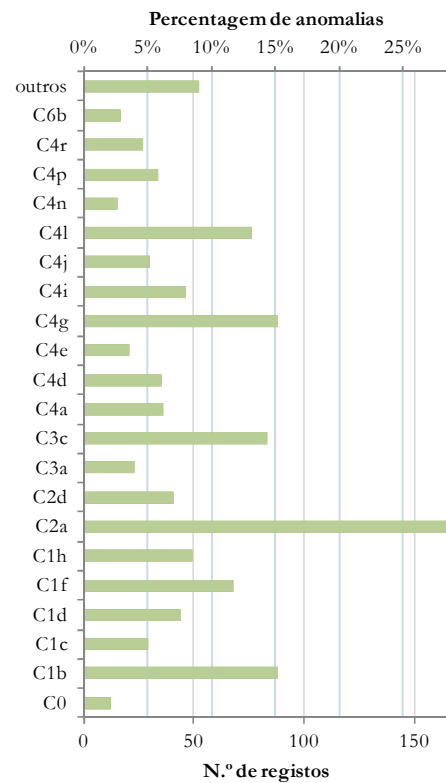


Figura 5.44: Distribuição das causas em pinturas / marcações / acabamentos por **grupos de causas**.



**C0** Causa desconhecida, **C1b** Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), **C1c** Reduzida resistência do betão, **C1d** Deformação excessiva dos elementos estruturais, **C1f** Assentamentos diferenciais, **C1h** Desligamento, **C2a** Efeitos termo-higrométricos, **C2d** Humidade, **C3a** Envelhecimento natural, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4a** Deficientes remates, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4e** Deficiente dimensionamento, **C4g** Deficiente drenagem, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4j** Retração, **C4l** Rigidez excessiva na ligação entre elementos, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4p** Deficiente preenchimento/acabamento de junta de dilatação, **C4r** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C6b** Rotura na canalização

Figura 5.43: Frequência absoluta das **causas** das anomalias registadas em pinturas / marcações / acabamentos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.

### 5.3.4.3. Revestimentos de paramentos

Como indicado na Figura 5.45, nos revestimentos de paramentos, as fissurações orientadas (46,3%) e as descolorações ou manchas (34,2%) são as anomalias com maior número de registos, tal como espe-



cificamente nos rebocos interiores (Figura 5.47, com 53,6% e 35,5% respetivamente). Nos rebocos exteriores (Figura 5.48), as descolorações ou manchas passam a assumir maior importância (34,8%), partilhada com as fissurações orientadas (34,4%) e as colonizações ou ataques biológicos (17,9%), que na generalidade dos revestimentos de paramentos representam 10,7% das anomalias registadas.

As questões de execução e projeto (48,0% das causas registadas) destacam-se como origem das anomalias em revestimentos de paramentos (Figura 5.46). Nos rebocos interiores (Figura 5.49), as causas principais são os efeitos termo-higrométricos (em 25,7% das anomalias), os assentamentos diferenciais (15,8%) e a rigidez excessiva na ligação entre os elementos (15,5%), que estão relacionadas com a anomalia mais evidente neste EFM, a fissuração orientada. A falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (13,6%), a humidade e as deficiências de drenagem (13,2% das anomalias em rebocos interiores em paramentos em ambos os casos) também são causas relevantes para a ocorrência de anomalias no rebocos interiores de paramentos e estão na origem das descolorações ou manchas, representativas nesta amostra. Nos rebocos exteriores (Figura 5.50), as anomalias devem-se principalmente a escorrimentos de água associados a deficiências de drenagem ou à ineficácia de pingadeiras (causa de 42,9% das anomalias) que, como as deficiências de drenagem (19,5%), estão ligadas ao número de manchas e de colonizações biológicas registadas neste EFM. Quanto às fissurações orientadas, também relevantes, devem-se a efeitos termo-higrométricos (19,5%), juntas de dilatação inexistentes ou deficientes (11,3%) e à rigidez excessiva na ligação entre elementos (em 10,0% dos registos em rebocos exteriores de paramentos).

O valor mais elevado de descolorações ou manchas registado nos rebocos exteriores é compreensível, dado o maior nível de exposição a agentes ambientais, fator igualmente relevante no número considerável de registos de colonização biológica no exterior.

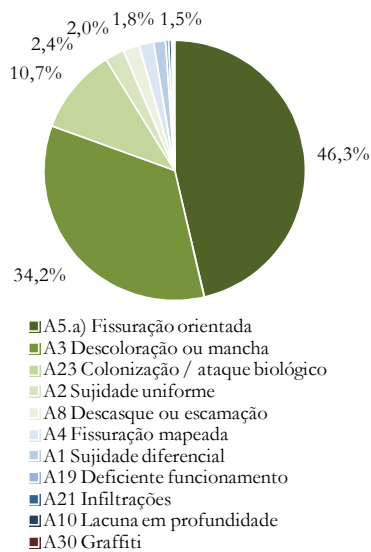


Figura 5.45: Frequência relativa de **anomalias** em revestimentos de paramentos.

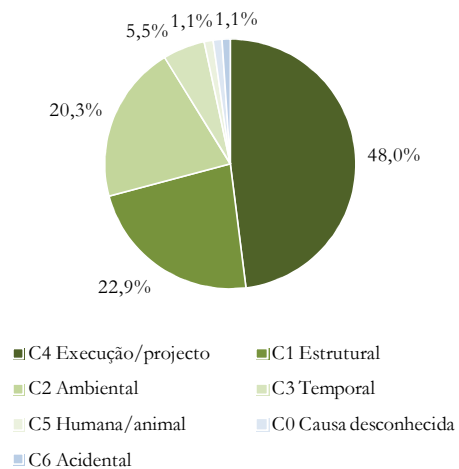


Figura 5.46: Distribuição das causas das anomalias registadas em revestimentos de paramentos por **grupos de causas**.

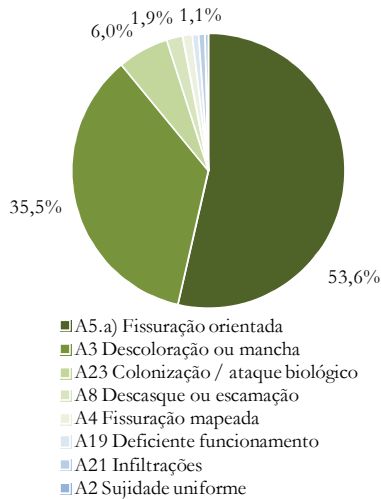


Figura 5.47: Frequência relativa de **anomalias** em rebocos interiores de paramentos.

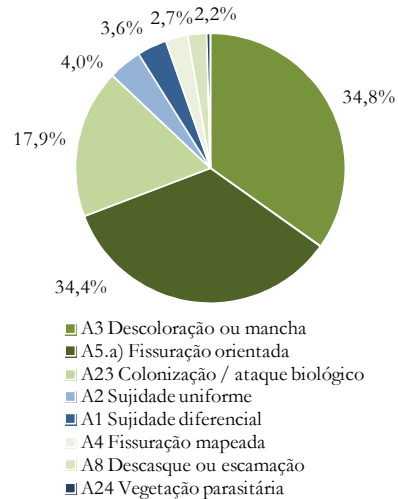
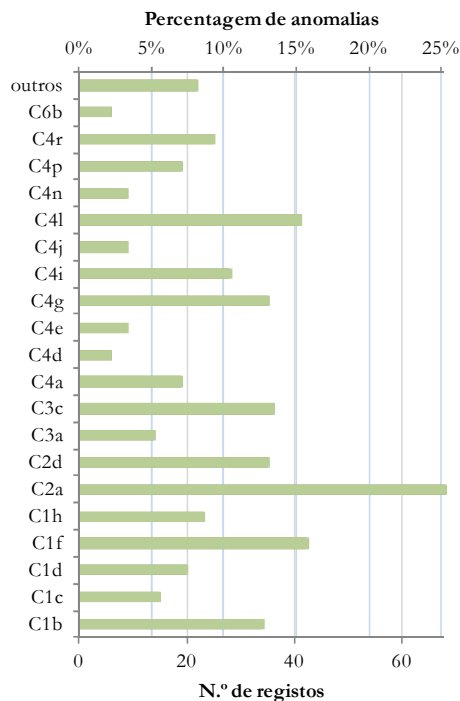
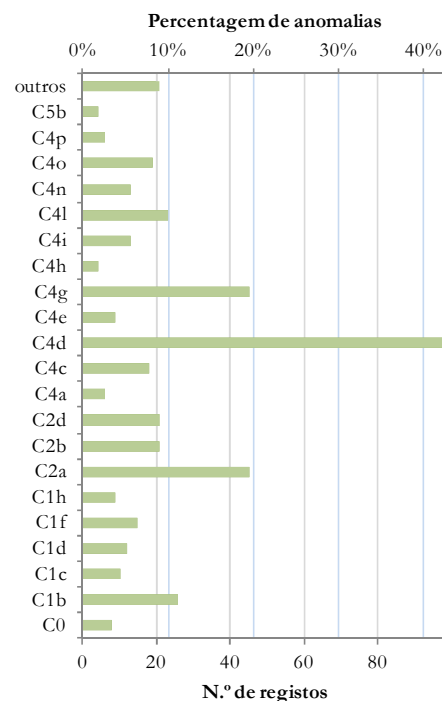


Figura 5.48: Frequência relativa de **anomalias** em rebocos exteriores de paramentos.



**C1b** Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), **C1c** Reduzida resistência do betão, **C1d** Deformação excessiva dos elementos estruturais, **C1f** Assentamentos diferenciais, **C1h** Desligamento, **C2a** Efeitos termo-higrométricos, **C2d** Humidade, **C3a** Envelhecimento natural, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4a** Deficientes remates, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4e** Deficiente dimensionamento, **C4g** Deficiente drenagem, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4j** Retração, **C4l** Rigidez excessiva na ligação entre elementos, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4p** Deficiente preenchimento / acabamento de junta de dilatação, **C4r** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C6b** Rotura na canalização

Figura 5.49: Frequência absoluta das **causas** das **anomalias** registadas em rebocos interiores de paramentos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de **anomalias** neste EFM.



**C0** Causa desconhecida, **C1b** Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), **C1c** Reduzida resistência do betão, **C1d** Deformação excessiva dos elementos estruturais, **C1f** Assentamentos diferenciais, **C1h** Desligamento, **C2a** Efeitos termo-higrométricos, **C2b** Exposição ao vento, chuva e poluição, **C2d** Humidade, **C4a** Deficientes remates, **C4c** Forma arquitectónica de elementos exteriores, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4e** Deficiente dimensionamento, **C4g** Deficiente drenagem, **C4h** Deficiente execução, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4l** Rigidez excessiva na ligação entre elementos, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4o** Salpicos de água, **C4p** Deficiente preenchimento / acabamento de junta de dilatação, **C5b** Falta de manutenção

Figura 5.50: Frequência absoluta das **causas** das **anomalias** registadas em rebocos exteriores de paramentos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de **anomalias** neste EFM.

O estudo desenvolvido por Sá (2011), especificamente sobre o estado de degradação de rebocos em paredes, também faz uma análise estatística aos dados recolhidos. Numa amostra de 55 imóveis na região de Lisboa, cuja maioria (32) foi construída nas décadas de 1980 e 1990, detetaram-se 476 situações anómalas no interior e no exterior. Estes registos podem ser comparados com os das escolas industriais referentes aos EFM de revestimentos de paramentos *10.01 Rebocos interiores* e *10.02 Rebocos exteriores*. Nas 489 anomalias em rebocos de paramentos nas escolas industriais, 44,8% são fissurações orientadas, 35,2% descolorações ou manchas e 11,5% colonizações biológicas. No estudo de Sá, é notória uma maior distribuição dos casos anómalos pelos diferentes tipos de anomalias. Aí as fissurações orientadas representam apenas 13% das situações, as descolorações ou manchas 26% e as colonizações biológicas 11%, um valor próximo do das escolas industriais. O mesmo autor também atribui uma classificação da gravidade das anomalias segundo três níveis. Nos rebocos de paredes de escolas industriais, 53% das anomalias correspondem ao grau 1 de gravidade, menos severo, 40,5% ao grau 2 e apenas 6,5% correspondem ao nível 3 de gravidade, o mais crítico. Na amostra de Sá, o nível menos severo é ainda mais significativo, tendo sido atribuído a 73% das anomalias, seguido pelo nível 2 (17%), muito menos representado, e pelo nível mais gravoso (10%). Quanto à origem das anomalias, notam-se também algumas discrepâncias. Enquanto que nas escolas industriais 49,1% das causas de anomalias estão associadas a questões de projeto e execução, na amostra deste autor representam apenas 33%. As causas estruturais representam 22,1% nas escolas industriais e apenas 9% em Sá (2011). As questões ambientais estão associadas a 20,0% das causas em escolas industriais, enquanto que para Sá representam 42%. Não se encontram, assim, muitos pontos comuns na análise feita em cada estudo. Este facto pode estar relacionado com a idade dos imóveis de cada amostra ou com o tipo de peritagem mais direcionado para o edifício globalmente nas escolas industriais ou dedicado aos revestimentos.

#### 5.3.4.4. Elementos em betão

Nos elementos em betão (Figura 5.51), encontram-se maioritariamente fissurações orientadas (40,8%), infiltrações (29,3%) e descasques (16,2%). As infiltrações (56,0%) assumem ainda maior importância nas lajes de cobertura, seguidas, então, pelos 32,8% de fissurações orientadas (Figura 5.52).

De acordo com a Figura 5.53, a execução e o projeto, enquanto erros ou insuficiências originais da obra, representam 43,8% das causas associadas a anomalias em elementos em betão, também relacionadas com questões estruturais (24,1%) e ambientais (14,8%). Particularizando, as infiltrações em lajes de cobertura (Figura 5.54) são provocadas pelo reflexo da não satisfação de um conjunto de disposições construtivas nos revestimentos de coberturas, das quais se destacam: deficiências na drenagem (42,2% das anomalias em lajes de cobertura), revestimentos sem estanqueidade a agentes agressivos exteriores (28,4%), deficiente impermeabilização (23,3%) e deficiências nos remates (18,1%). Este conjunto de causas refere-se a problemas relacionados com uma fraca conceção dos sistemas de salvaguarda da envolvente construída, ou a erros na sua execução em obra, aos quais se associam as alterações sofridas pelo envelhecimento dos materiais. Os efeitos termo-higrométricos (18,1%) destacam-se como causa possível para as fissurações, que também são relevantes neste EFM e podem até ter consequência em infiltrações.

O elevado número de infiltrações nas lajes de cobertura torna-se ainda mais preocupante examinando os seus níveis de gravidade: 83,1% destas infiltrações são críticas (nível 3) e 16,9% são graves (nível 2).

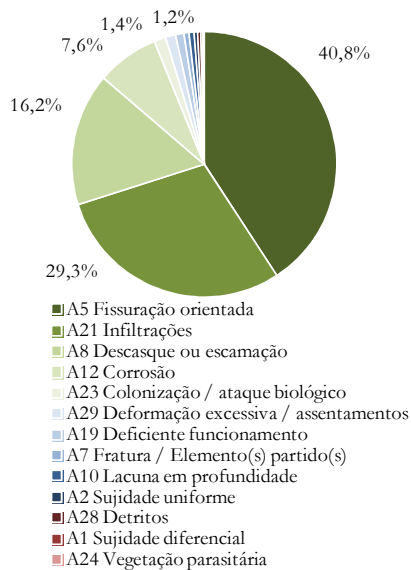


Figura 5.51: Distribuição das **anomalias** em elementos de betão.

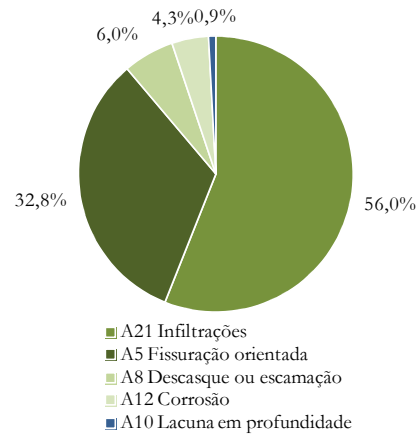


Figura 5.52: Distribuição das **anomalias** em lajes de cobertura.

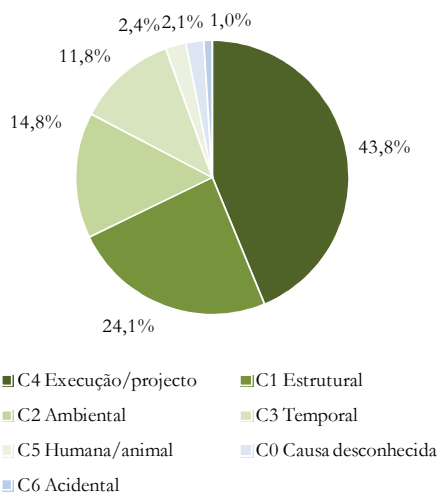
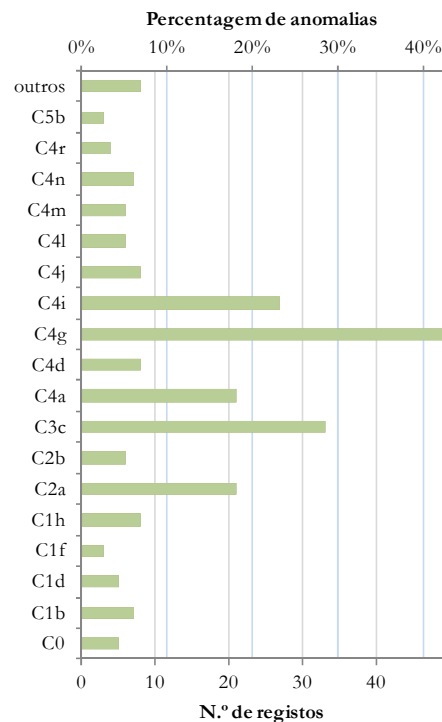


Figura 5.53: Distribuição das **causas** em elementos em betão por **grupos de causas**.



**C0** Causa desconhecida, **C1b** Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), **C1d** Deformação excessiva dos elementos estruturais, **C1f** Assentamentos diferenciais, **C1h** Desligamento, **C2a** Efeitos termo-higrométricos, **C2b** Exposição ao vento, chuva e poluição, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4a** Deficientes remates, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4g** Deficiente drenagem, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4j** Retração, **C4l** Rigidez excessiva na ligação entre elementos, **C4m** Acabamento/protecção inexistente ou deficiente, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4r** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C5b** Falta de manutenção

Figura 5.54: **Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em lajes de cobertura e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.**

### 5.3.4.5. Revestimentos de tetos

Como indicado nas Figuras 5.53 e 5.54, em revestimentos de tetos, as manchas (47,1%) e as fissurações orientadas (34,6%) são as anomalias mais significativas, tal como particularmente nos rebocos interiores (46,6% e 35,3% respetivamente). As anomalias em revestimentos de tetos devem-se maioritariamente a questões de execução e projeto, constituindo 53,3% das causas neste grupo de EFM (Figura 5.57). Das 238 anomalias registadas em rebocos interiores de tetos, 23,9% estão relacionadas com deficiências de drenagem, 23,1% com falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, 14,3% com humidade e 13,0% com deficiências em remates (Figura 5.58), originando manchas. Já as fissuras estão associadas aos efeitos termo-higrométricos (22,3% das anomalias em rebocos interiores de tetos).

Tendo em conta as diferenças entre rebocos interiores de tetos e de paramentos, a maior importância das manchas nos tetos em detrimento das fissurações é explicada pela especificidade dos tetos dos últimos pisos dos edifícios. Aí, por um lado, há um maior número de manchas que decorrem da existência de infiltrações e, por outro, há uma maior propensão à existência de fenómenos de humidade de condensação, uma vez que as coberturas nas escolas estudadas são globalmente mal isoladas termicamente. Estes fatores contribuem, do mesmo modo, para a ocorrência de colonizações biológicas em maior quantidade nos tetos. A estes resultados junta-se um dado dissonante, relativamente à generalidade da amostra, quanto às recomendações de atuação mais indicadas. Nos revestimentos de teto, além do avivamento de fissuras como trabalho preparatório, surge também em destaque *R6e Picagem de zonas que se encontrem destacadas, fissuradas, com humidade, saís solúveis ou empoladas*. Esta ação vai ao encontro do tipo de operação necessária para a resolução do tipo de anomalias mais registadas nos rebocos de tetos interiores, as manchas.

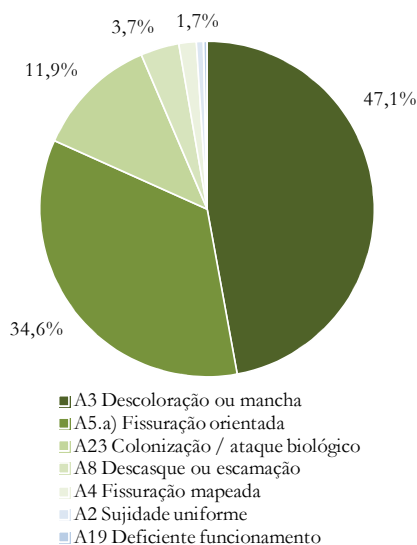


Figura 5.55: Frequência relativa das **anomalias** registadas em revestimentos de tetos.

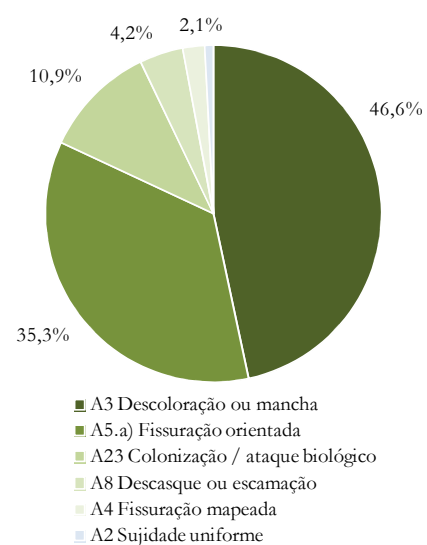


Figura 5.56: Frequência relativa das **anomalias** registadas em rebocos interiores de tetos.

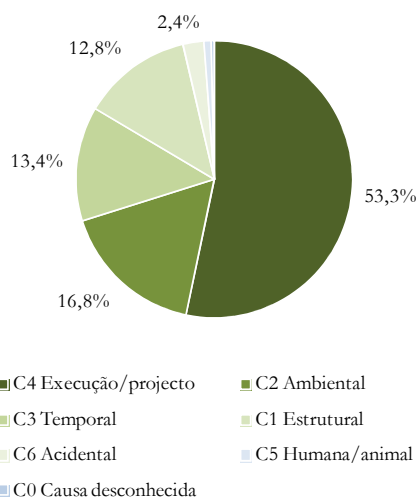
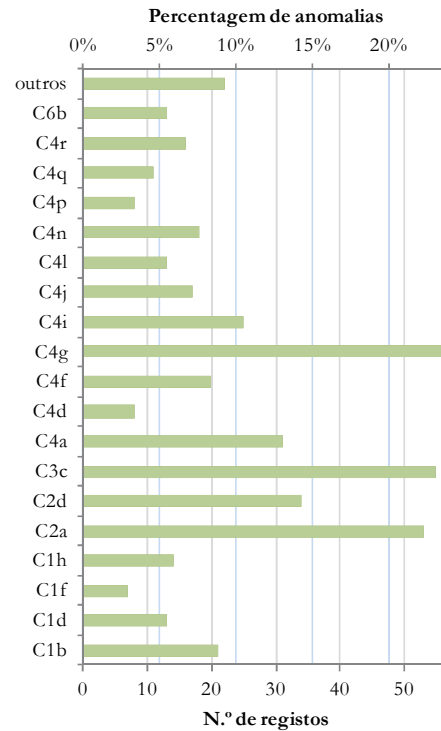


Figura 5.57: Distribuição das causas em revestimentos de tetos por grupos de causas.



**C1b** Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), **C1d** Deformação excessiva dos elementos estruturais, **C1f** Assentamentos diferenciais, **C1h** Desligamento, **C2a** Efeitos termo-higrométricos, **C2d** Humidade, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4a** Deficientes remates, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4f** Termoforese, **C4g** Deficiente drenagem, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4j** Retracção, **C4l** Rigidez excessiva na ligação entre elementos, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4p** Deficiente preenchimento/acabamento de junta de dilatação, **C4q** Deficiente ventilação, **C4r** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C6b** Rotura na canalização

Figura 5.58: Frequência absoluta das causas das anomalias registadas em rebocos interiores de tetos e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.

### 5.3.4.6. Alvenarias

Já nas alvenarias (Figura 5.59), as anomalias mais relevantes são as fissurações orientadas (78,4%). Neste grupo de EFM, de acordo com a Figura 5.60, as anomalias estão associadas maioritariamente a questões estruturais (39,6% das causas), de execução e projeto (30,7%) e ambientais (20,9%). Nas paredes simples de tijolo furado, com 2,9% dos registos de anomalias, há uma maior associação das anomalias às seguintes causas particulares, potenciadoras de situações de fissuração: efeitos termo-higrométricos (40,7%), assentamentos diferenciais (35,8%), rigidez excessiva na ligação entre elementos (32,1%), juntas de dilatação inexistentes ou deficientes (18,5%) e deformação excessiva de elementos estruturais (9,9%), que pode estar associada à introdução de alterações deliberadas ou acidentais na estrutura (Figura 5.61).

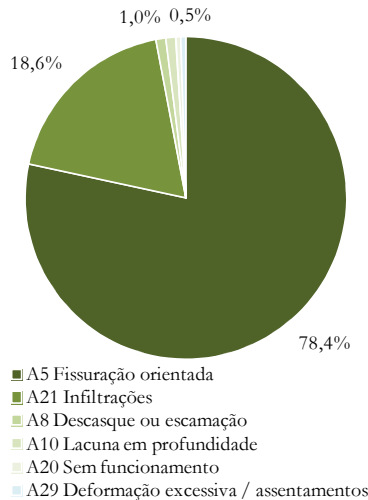


Figura 5.59: Frequência relativa de **anomalias** em alvenarias.

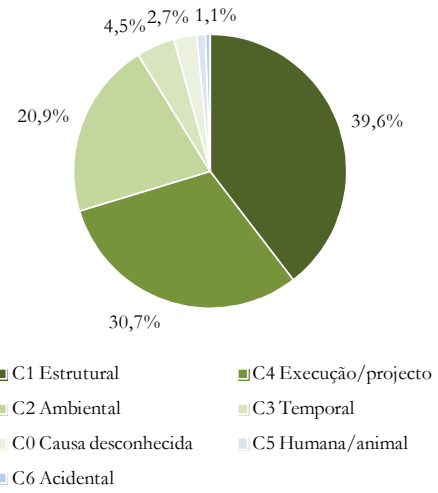
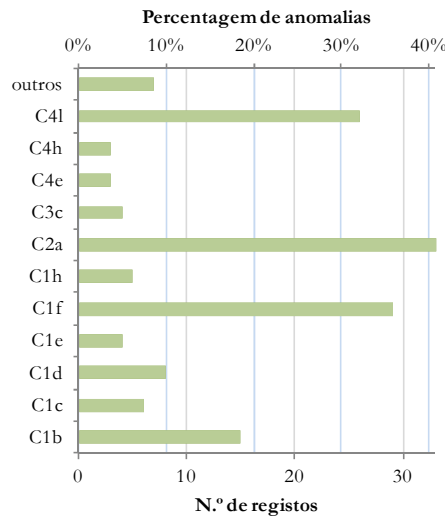


Figura 5.60: Distribuição das causas de anomalias em alvenarias por **grupos de causas**.



**C1b** Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), **C1c** Reduzida resistência do betão, **C1d** Deformação excessiva dos elementos estruturais, **C1e** Sobrecarga excessiva, **C1f** Assentamentos diferenciais, **C1h** Desligamento, **C2a** Efeitos termo-higrométricos, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4e** Deficiente dimensionamento, **C4h** Deficiente execução, **C4l** Rigidez excessiva na ligação entre elementos

Figura 5.61: Frequência absoluta das **causas** das anomalias registadas em paredes simples de tijolo furado e da frequência relativa das mesmas em relação ao número de anomalias neste EFM.

Os resultados em alvenarias são explicados pela maior rigidez dos panos de parede em relação aos elementos estruturais, aumentando a sensibilidade a fenómenos de assentamentos diferenciais, pois tais panos dificilmente se adaptam a deformações da estrutura. As alvenarias têm uma capacidade de deformação elástica genericamente inferior à dos elementos em betão, resultando na separação entre elementos e no aparecimento de fissuração. Apesar de a dimensão das deformações estruturais (e fissuras correspondentes) estar associada ao valor das cargas aplicadas e às propriedades dos materiais, os efeitos da fluência a longo prazo são o fator mais significativo para que haja manifestação de anomalias desta natureza. Estes fenómenos podem ser evitados pela introdução de um material resiliente entre as alvenarias e os elementos de betão.

### 5.3.5. Principais anomalias

#### 5.3.5.1. Introdução

Em toda a amostra, foi encontrada uma variedade de 22 tipos de anomalias (Figura 5.62). Destas, são mais relevantes a fissuração orientada [em suportes (19,0%), revestimentos e acabamentos], descolorações ou manchas (18,3%), descasques ou escamações (13,2%), infiltrações (11,7) e colonizações / ataques biológicos (7,7%).

Numa análise inicial, pode-se procurar uma relação das anomalias com a idade do EFM que afetam. Esta análise não é dissociável da idade das escolas e dos tipos construtivos de cada época, tendo em conta, além do ano de construção da escola, o ano de construção de alguns edifícios posteriores. Na Figura 5.63, pode-se ter como referência a linha que representa o conjunto das 5 anomalias estudadas de acordo com a idade dos EFM afetados e a indicação da quantidade de edifícios ou passadiços (independentemente da sua dimensão) por idade. Considerando dois picos de maior representatividade, correspondentes aproximadamente aos edifícios com cerca de 53 anos e aos edifícios com cerca de 48 anos, no primeiro conjunto as infiltrações são muito mais evidentes (26,3% das infiltrações dão-se em EFM com 53 anos), seguidas das colonizações / ataques biológicos (20,6% destas anomalias) e das fissurações orientadas (19,2%). Dos EFM com descolorações ou manchas, 19,0% têm 48 anos. Com esta idade, destacam-se também os EFM afetados por descasques ou escamações (15,4%). Os picos referidos (aos 53 e 48 anos) correspondem à idade de um grande número de edifícios e à idade de cinco escolas, tendo em conta o ano de construção inicial (nomeadamente, 3 escolas de 1958 e 2 escolas de 1963). Além da maior proporção de anomalias na idade correspondente a um maior número de edifícios, não se devem tirar muitas conclusões a partir desse valor, pois não coloca em relação a dimensão dos edifícios. Contudo, pode ter-se também como referência a média de idade dos edifícios e passadiços, que era de 48,37 anos em 2011 (anteriormente aferiu-se a média de idade das escolas). Ora, a média de idade dos EFM afetados pelas cinco anomalias principais é sempre superior ao valor apresentado, em que a anomalia *A23 Colonização / ataque biológico* apresenta a média de idades dos EFM afetados mais elevada, com 50,59 anos, e a anomalia *A5 Fissuração orientada* apresenta a média de idades mais baixa, ocorrendo em EFM com 49,33 anos em média.

São ainda abordados, para cada anomalia, os dados sobre os EFM mais afetados, as causas associadas a cada anomalia e o nível de gravidade predominante. A quantidade de dados da amostra apenas permite o estudo das anomalias precedentes mais importantes para *A3 Descoloração ou mancha*, *A8 Descasque ou escamação* e *A23 Colonização / ataque biológico*. Pela mesma razão, apenas se analisam as anomalias subsequentes em destaque para *A3 Descoloração ou mancha* e *A21 Infiltrações*. Quanto ao quadrante solar relevante, só foi possível obter dados concludentes para *A3 Descoloração ou mancha*, sendo, deste modo, a anomalia com a caracterização mais completa. São também analisados os dados sobre os espaços funcionais identificados para cada anomalia registada no interior do edifício. Desde já, pode referir-se que os resultados revelam, mais do que a associação de determinada anomalia a determinado espaço, os espaços que existem em



maior quantidade em escolas ou escolas industriais e, por isso, onde se encontram mais anomalias – salas de aula, zonas de circulação, oficinas e instalações sanitárias ou balneários.

Antecipando a análise aos dados obtidos, os elementos de betão são o grupo de EFM em evidência em *A5 Fissuração orientada*, *A8 Descasque ou escamação* e *A21 Infiltrações*. Por outro lado, os grupos de EFM de revestimentos de paramentos e de tetos (e particularmente os rebocos interiores de tetos e os rebocos exteriores de paramentos) sobressaem no universo das anomalias *A3 Descoloração ou mancha* e *A23 Colonização / ataque biológico*, associadas à origem em questões de execução e projeto, o grupo de causas

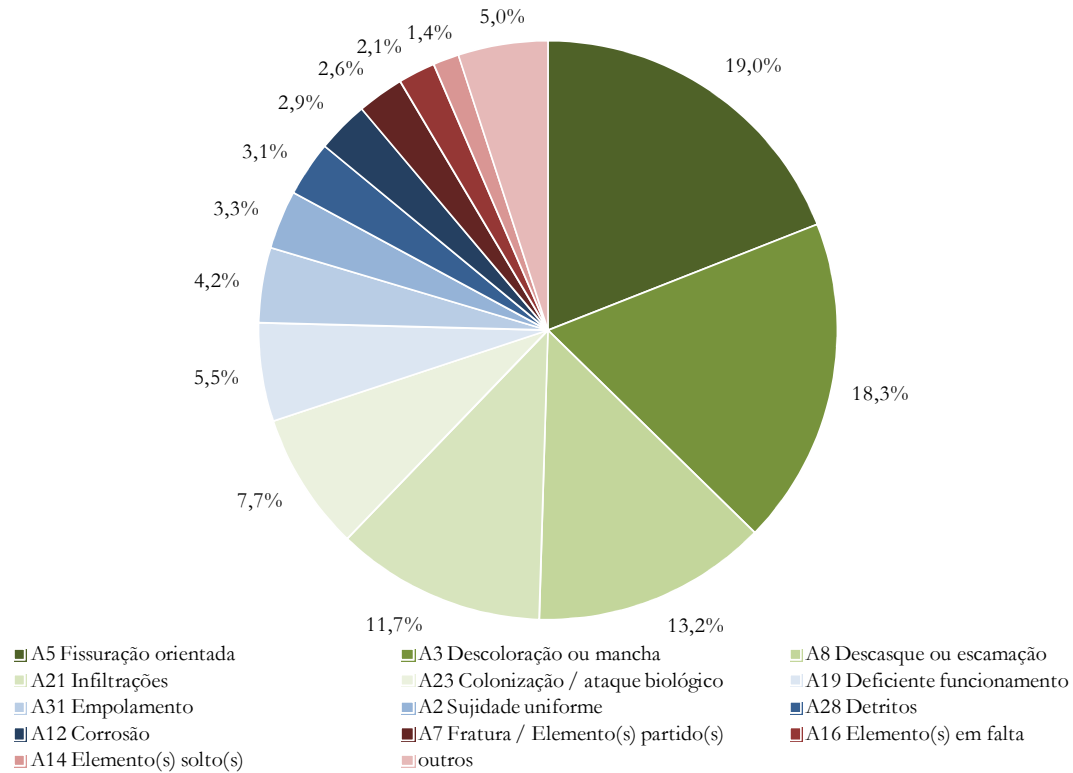


Figura 5.62: Frequência relativa das **anomalias** registradas (não incluindo as anomalias de fissuração específicas de revestimentos e acabamentos).

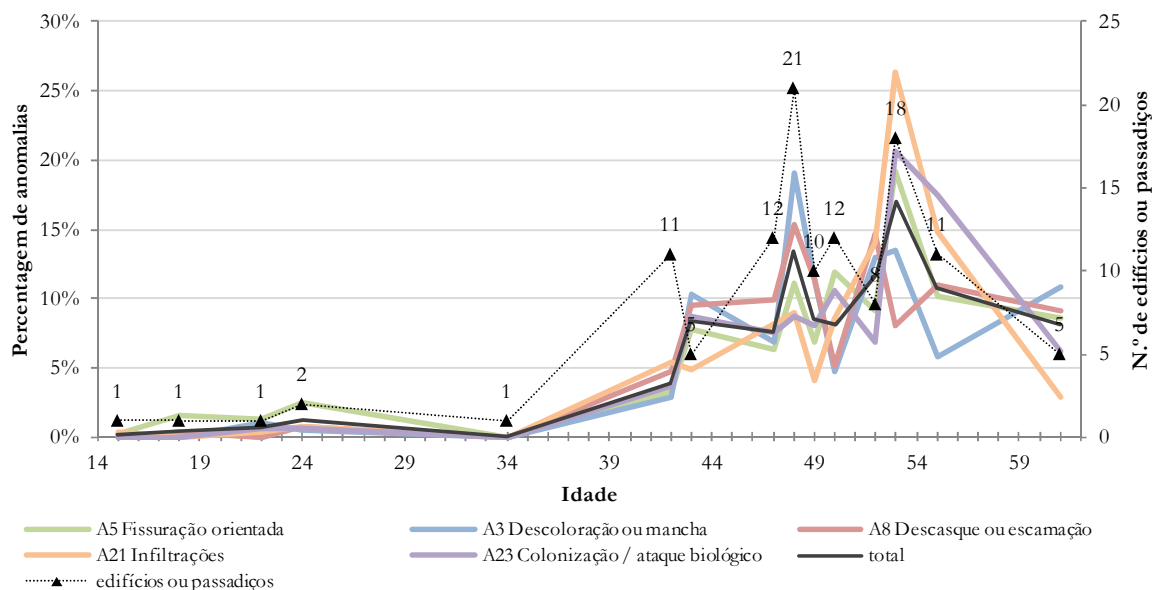


Figura 5.63: Frequência relativa por anomalia da **idade** do EFM afetado.

mais mencionado. As deficiências de drenagem são também sempre evidenciadas para estas anomalias nestes EFM. As relações de sequência entre A3 e A23, em que a segunda sucede à primeira e ambas sucedem a A21 *Infiltrações*, delineiam uma cadeia patológica na qual se pode incluir A8 *Descasque ou escamação*, que sucede a A21 e A3. Apesar de para a anomalia A8 as pinturas serem muito mais relevantes (e não os revestimentos), os acontecimentos podem estar encadeados. Por outras palavras, a uma infiltração assinalada num elemento de betão pode suceder uma mancha no revestimento (ou mesmo colonização biológica), o empolamento do acabamento por pintura (uma das anomalias precedentes principais para A8 e anomalia subsequente para A21 e A3) e, finalmente, a sua escamação.

É também importante caracterizar a generalidade das anomalias de acordo com as informações recolhidas sobre a quantificação da porção do EFM afetada conjugadas com a gravidade atribuída à ocorrência. Na Figura 5.64, é perceptível a proporção muito superior de registos identificados como pontuais relativamente aos registos de ocorrências generalizadas. Ao analisar este resultado, deve ter-se em consideração que os parâmetros de registo deste item indicam que uma anomalia é generalizada apenas quando isso é claro nas fotografias ou quando é expressamente referido no relatório. No entanto, as diferenças significativas encontradas entre número de ocorrências generalizadas e pontuais reflete efetivamente a dispersão com que foram encontradas as anomalias. Assinala-se que as anomalias A3 *Descoloração ou mancha* e A23 *Colonização / ataque biológico* revelam uma ligeira tendência para uma maior quantidade de ocorrências generalizadas. Além destas, a anomalia A2 *Sujidade uniforme* é mesmo a única em que foram registadas mais anomalias generalizadas do que pontuais. Estas variações estão também relacionadas com o conceito de cada anomalia, sendo compreensível que uma anomalia de sujidade uniforme afete mais facilmente um EFM de modo generalizado (por exemplo, a sujidade uniforme sobre o revestimento de uma cobertura inclinada) do que uma anomalia de fissuração orientada (cujo exemplo generalizado, ainda assim, mais recorrente é a fissuração das lajes aligeiradas segundo a malha de vigotas prefabricadas e abobadilhas cerâmicas).

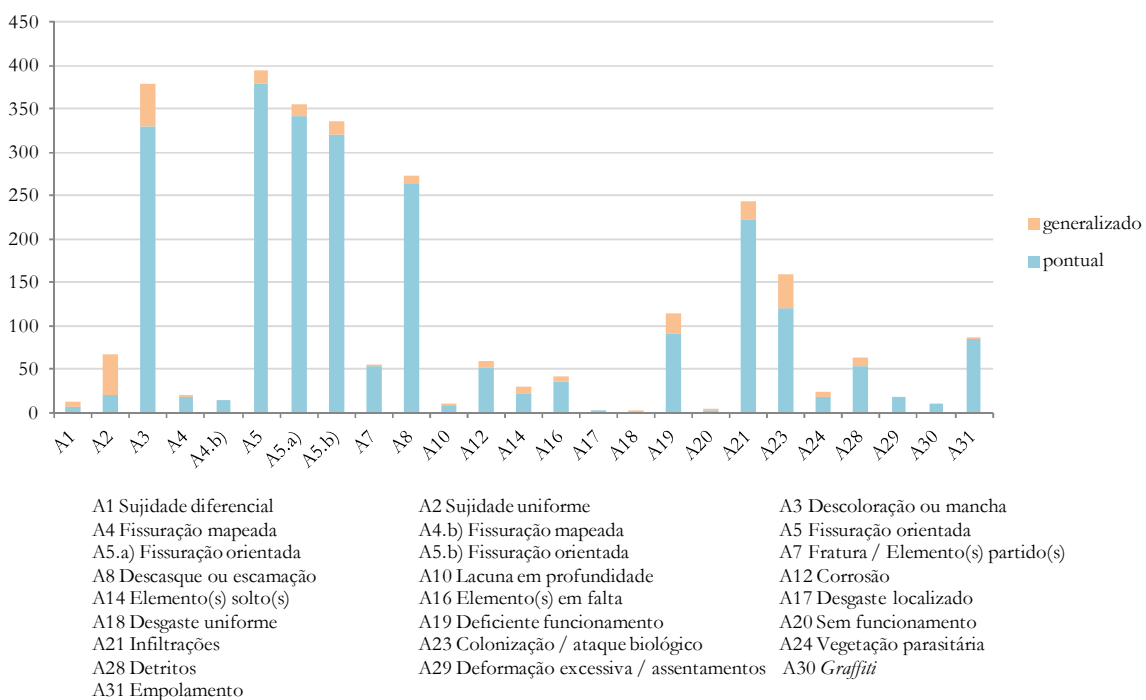


Figura 5.64: Frequência absoluta da **quantificação** de cada anomalia.

A quantificação não revela, só por si, a severidade da anomalia. Para isso, foram definidos três níveis de gravidade atribuídos a cada ocorrência consoante fosse pouco preocupante, grave ou crítica (1, 2 e 3, respetivamente). Observando a Figura 5.65, é possível distinguir quais as anomalias que assumiram contornos mais perigosos. Sob este ponto de vista, em termos proporcionais dentro da anomalia, realça-se *A5 Fissuração orientada*, sendo evidente que, caso a fissuração não chegue ao suporte e se restrinja ao revestimento ou ao acabamento, é considerada muito menos grave. Também nas anomalias *A7 Fratura / Elemento(s) partido(s)*, *A12 Corrosão* e *A21 Infiltrações* os casos críticos foram registados em maior quantidade. Trata-se de anomalias que facilmente podem colocar em causa a segurança estrutural e dos utilizadores. Também *A8 Descasque ou escamação* e *A19 Deficiente funcionamento* tiveram um número considerável de registos de nível 3. Em A8, a distribuição equilibrada da gravidade das ocorrências deve-se ao facto de ser uma anomalia tão facilmente aplicável a um elemento em betão (implicando maior gravidade) como a uma pintura (com gravidade reduzida). Já A19 está muitas vezes associada a questões estruturais (mais graves), mas também a uma grande variedade de situações menos preocupantes (por exemplo, a pendente insuficiente de uma caleira é grave, mas não é crítica). Quanto às anomalias que não representam perigo imediato, sobressaem as anomalias *A3 Descoloração ou mancha*, *A5.b) Fissuração orientada* em acabamentos (como mencionado), *A28 Detritos* e *A31 Empolamento*. As anomalias A3 e A31 afetam apenas revestimentos e acabamentos e têm um carácter estético associado. Embora, por vezes, possam constituir a manifestação precoce de um processo de maior gravidade, a sua ocorrência isolada não afeta as condições de segurança do edifício. Esta análise aplica-se também a *A23 Colonização / ataque biológico*, apesar de aí haver uma maior distribuição entre anomalias de nível 1 e 2, provavelmente pela existência de colonizações biológicas impressionantes.

Em suma, apesar da ligeira tendência para ocorrências generalizadas de A2, A3 e A23, os níveis de gravidade apresentados pelo conjunto destas anomalias não representam uma preocupação para os edifícios. Já as fissurações orientadas e as infiltrações, apesar do carácter pontual, assumem níveis de gravidade bastante altos, revelando a necessidade de ação imediata.

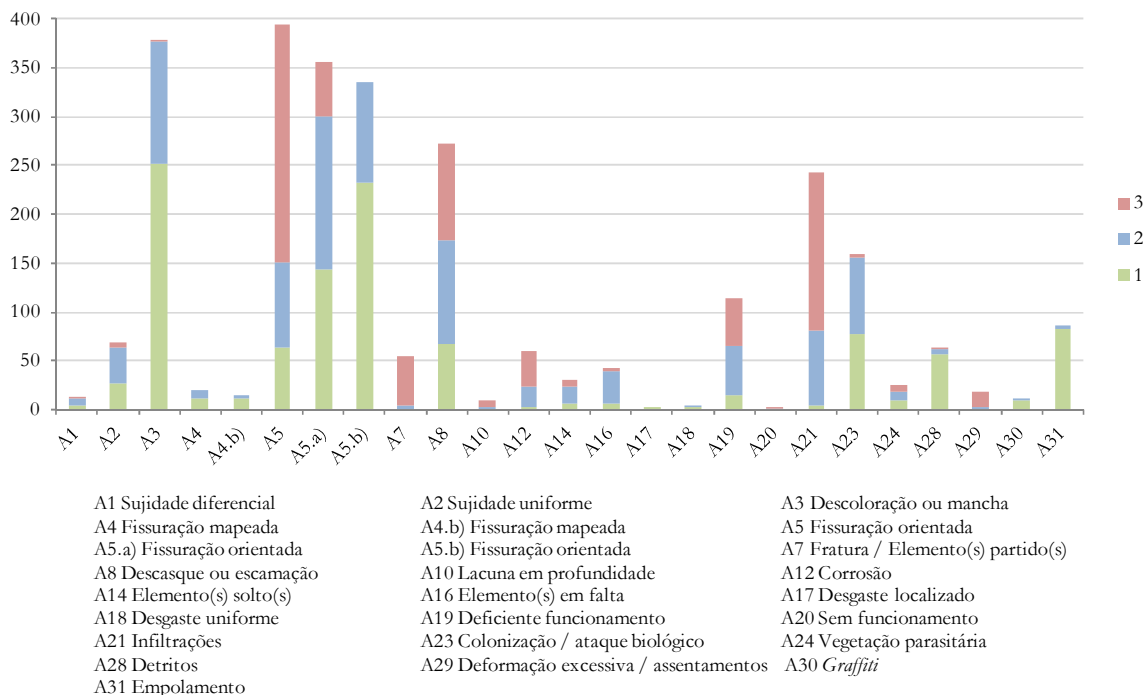


Figura 5.65: Frequência absoluta da **gravidade** de cada anomalia.

### 5.3.5.2. Fissuração orientada

A análise aos dados sobre a fissuração orientada não inclui o seu registo em revestimentos e acabamentos. Assim, é evidente na Figura 5.66 a prevalência da fissuração orientada em EFM do grupo dos elementos em betão (50,4% destas anomalias), seguida do grupo das alvenarias (39,5%). Ainda assim, particularizando, foi nas paredes simples de tijolo furado (18,2%) e nas paredes exteriores duplas de tijolo furado (10,1%) que se registaram mais fissurações orientadas, seguindo-se, então, as lajes de cobertura (9,6%) como os suportes mais afetados por fissuração orientada (Figura 5.68).

De acordo com a Figura 5.67, à fissuração orientada associam-se causas com origem estrutural (44,2% das causas registadas para esta anomalia), na execução ou no projeto (26,8%) e ambiental (24,6%). São particularmente relevantes (Figura 5.69) os efeitos termo-higrométricos (42,3%), aos quais não é alheia a rigidez excessiva na ligação entre elementos (20,0%). As consequências destas situações variam de acordo com o alcance da variação da temperatura (agravada em zonas expostas à radiação solar), a temperatura inicial dos elementos, o teor de água inicial dos materiais e o efeito de restrição aos movimentos de contração e dilatação livres exercida reciprocamente entre paredes de alvenaria e elementos confinantes em betão (Paiva *et al.*, 2006). Assim, os materiais estão sujeitos a expansões e contrações por efeito de variação térmica e do teor de água nos materiais. A fissuração é, deste modo, visível em revestimentos contínuos sobre suportes de materiais diferentes em contacto, que têm movimentos diferenciais de acordo com os respetivos valores do coeficiente de variação térmica. A fissuração, gerada pela elevada concentração de tensões, tem maior probabilidade de surgir junto a aberturas e esquinas ou em zonas sem juntas, como em áreas com alteração dimensional dos elementos construtivos ou nas ligações entre paredes e pavimentos ou lajes de cobertura. Estas ligações rígidas, sem a interposição de um material deformável, impedem o movimento dos elementos construtivos e manifestam-se, como referido, nos revestimentos, numa fase inicial, e nos próprios suportes.

São também causas comuns para o aparecimento de fissuração as juntas de dilatação inexistentes ou deficientes (25,6%) e os assentamentos diferenciais (19,5%). Deste modo, não é surpreendente que, de acordo com a Figura 5.70, a gravidade das fissurações orientadas seja predominantemente de nível 3 (61,8%). Ainda assim, de um modo geral, esta anomalia afeta apenas pontualmente o EFM (Figura 5.72).

Em 296 dos 395 registos de fissuração orientada em suportes, não foi assinalada qualquer anomalia precedente e, em 323, não foi assinalada qualquer anomalia subsequente. Também em mais de 50% dos registos na envolvente construída não foi possível indicar o quadrante solar de orientação do EFM com fissuração orientada. Deste modo, os dados não apresentam a fiabilidade pretendida, pelo que estes itens não são analisados para esta anomalia. Quanto aos espaços funcionais em que se registaram fissurações orientadas em suportes no interior do edifício (Figura 5.71), em 20,7% das situações estes não foram identificáveis. Ainda assim, destacam-se as salas de aula (E2) em 19,6% das situações, as zonas de circulação (E1) em 19,0% e as instalações sanitárias / balneários (E11) em 10,1% dos registos.

Destes resultados, aquele que mais surpreende é o facto de as lajes de cobertura serem o elemento em betão com mais fissurações, apesar de nestas, como analisado anteriormente, as infiltrações terem maior importância. Assumem-se, assim, como um EFM muito relevante, estando sujeito a condições particulares.

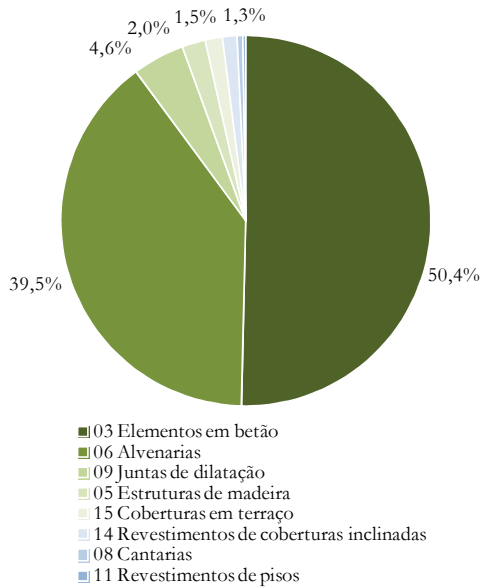


Figura 5.66: Frequência relativa dos grupos de EFM com a anomalia A5 Fissuração orientada.

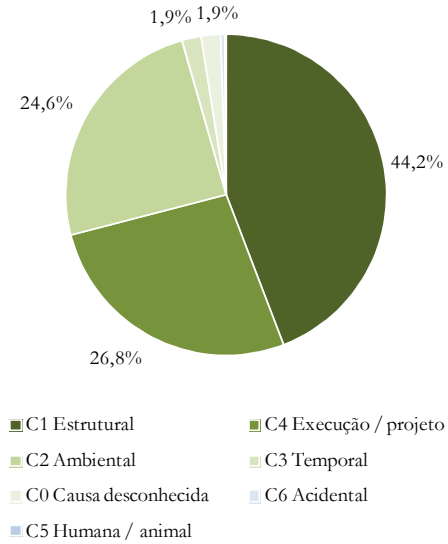


Figura 5.67: Frequência relativa dos grupos de causas da anomalia A5 Fissuração orientada.

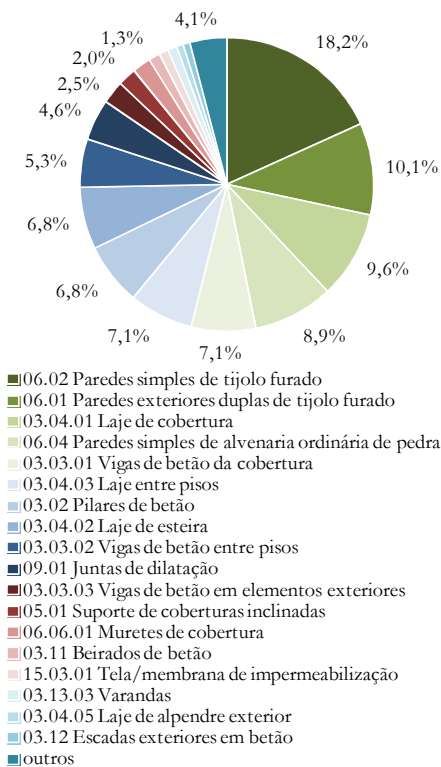
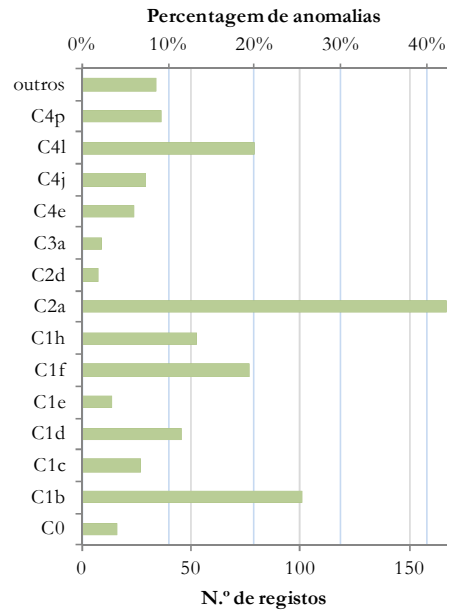


Figura 5.68: Frequência relativa de EFM com a anomalia A5 Fissuração orientada.



C0 Causa desconhecida, C1b Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), C1c Reduzida resistência do betão, C1d Deformação excessiva dos elementos estruturais, C1e Sobrecarga excessiva, C1f Assentamentos diferenciais, C1h Desligamento, C2b Exposição ao vento, chuva e poluição, C2a Efeitos termo-higrométricos, C2d Humidade, C3a Envelhecimento natural, C4e Deficiente dimensionamento, C4j Retração, C4l Rigidez excessiva na ligação entre elementos, C4p Deficiente preenchimento / acabamento de junta de dilatação

Figura 5.69: Frequência absoluta de causas da anomalia A5 Fissuração orientada e da frequência relativa das mesmas em relação ao número destas anomalias.

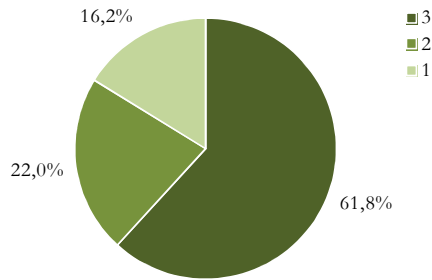


Figura 5.70: Distribuição da **gravidade** em A5 Fissuração orientada.

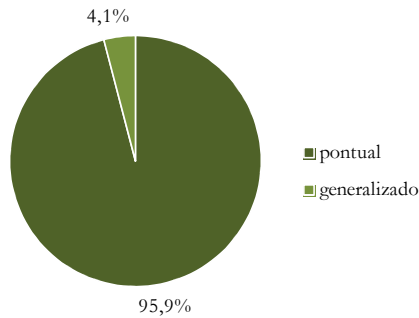


Figura 5.72: Distribuição da **quantificação** em A5 Fissuração orientada.

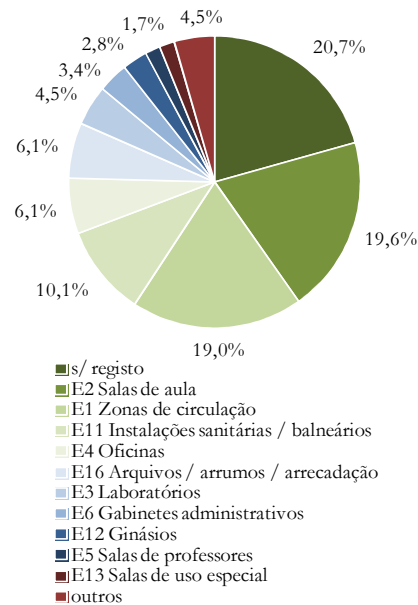


Figura 5.71: Distribuição das anomalias A5 Fissuração orientada registadas no interior do edifício por **espaço funcional**.

### 5.3.5.3. Descoloração ou mancha

Pela observação da Figura 5.73, conclui-se que 49,1% das descolorações ou manchas ocorrem em revestimentos de paramentos e 36,7% em revestimentos de tetos. São mais evidentes (Figura 5.75) os rebocos interiores de tetos (29,3%) e os rebocos interiores e exteriores de paramentos (24,8% e 20,6%, respetivamente).

As descolorações ou manchas têm origem principalmente em questões de execução e projeto, com 65,3% das causas a inserirem-se neste grupo (Figura 5.74). Com os resultados expostos na Figura 5.76, pode particularizar-se a associação desta anomalia a deficiências de drenagem (31,7%), ao escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou à ineficácia de pingadeiras (24,0%), à humidade (23,5%) e à falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (22,4%). Estas causas estão na generalidade associadas aos efeitos da água sobre os EFM. Pode-se considerar a humidade do terreno, a humidade de precipitação e a humidade de condensação. A humidade do terreno afeta paredes ou pavimentos em pisos térreos ou em caves. A humidade de precipitação afeta coberturas e as paredes da envolvente construída, com maior gravidade quando expostas a chuva batida pelo vento. A associação da precipitação a situações de fissuração pode potenciar a gravidade e o número de anomalias associadas. A humidade de condensação superficial está associada ao deficiente isolamento térmico dos elementos construtivos, bem como à delimitação de locais onde haja produção elevada de vapor de água, ou, ainda, a deficiente ventilação.

Dos 379 registos de anomalias de descoloração ou mancha, 49,9% (189) são precedidos por infiltrações (Figura 5.77). No entanto, 44,3% dos casos não têm qualquer registo de anomalia precedente. Quanto a futuros desenvolvimentos / consequências (Figura 5.78), apesar de se assinalarem 42,2% das anomalias sem qualquer registo deste tipo, destacam-se as anomalias *A8 Descasque ou escamação* em 37,2% dos casos (141), *A23 Colonização / ataque biológico* em 27,2% (103) e *A31 Empolamento* em 21,9% (83), que normalmente surgem na sequência de uma descoloração ou mancha.

Considerando que à anomalia *A3 Descoloração ou mancha* foi atribuído um fator de ponderação de 0,3, por não representar à partida um perigo iminente, os resultados da Figura 5.79 não são surpreendentes, com 66,2% das anomalias deste tipo a terem uma gravidade de nível 1, reduzida, e 33,2% de nível 2, intermédia. Estes números são reforçados pelo carácter pontual da anomalia, uma vez que a proporção de 12,9% de ocorrências generalizadas não é significativa, apesar de superior à de outras anomalias (Figura 5.80).

Muito embora 43,7% das descolorações ou manchas registadas na envolvente construída não terem dados sobre orientação solar, destacam-se os 21,2% de registos a Norte e 17,2% a Sul (Figura 5.81). No entanto, não prevalecendo claramente um quadrante solar, e havendo condições muito díspares a Norte e a Sul, os dados recolhidos não permitem tirar conclusões relevantes sobre este fator associado a esta anomalia.

Quanto às descolorações ou manchas no interior do edifício, foram identificadas frequentemente em salas de aula (25,6%), oficinas (16,2%) e zonas de circulação (13,2%). Em 10,4% das situações, não foi possível identificar o espaço em que se encontrava o EFM afetado pela anomalia (Figura 5.78).

De um modo geral, este conjunto de resultados indica que, apesar de se tratar da anomalia com um elevado número de registos, não é muito preocupante, ao afetar sobretudo revestimentos e praticamente sem gravidade (apenas 2 registos de nível 3). No entanto, deve ter-se em atenção que metade destas anomalias são precedidas por infiltrações, podendo, então, estar associadas a um conjunto patológico com implicações mais graves.

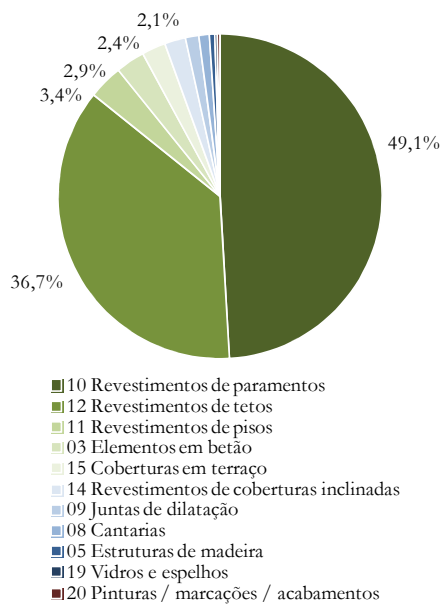


Figura 5.73: Frequência relativa dos **grupos de EFM** com a anomalia *A3 Descoloração ou mancha*.

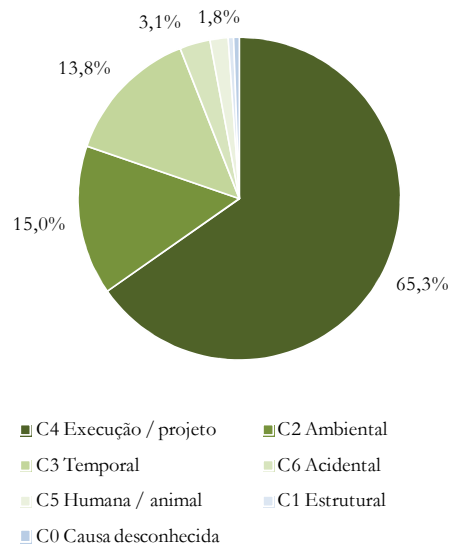


Figura 5.74: Frequência relativa dos **grupos de causas** da anomalia *A3 Descoloração ou mancha*.

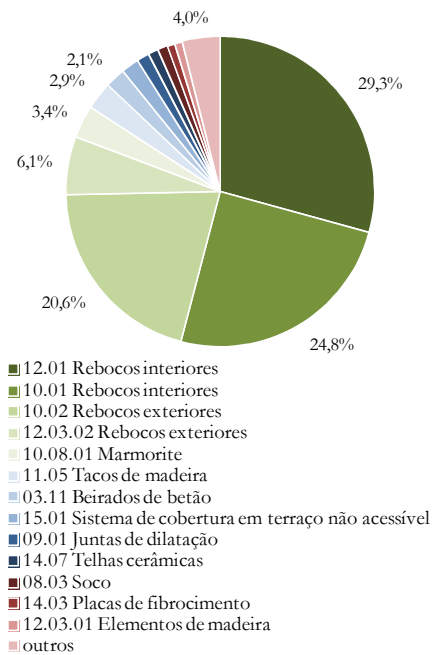
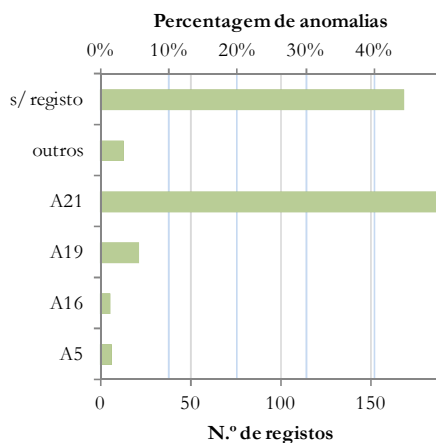
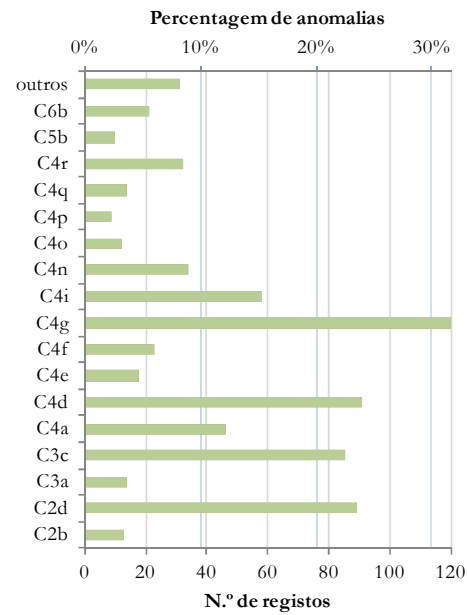


Figura 5.75: Frequência relativa de **EFM** com a anomalia **A3** Descoloração ou mancha.



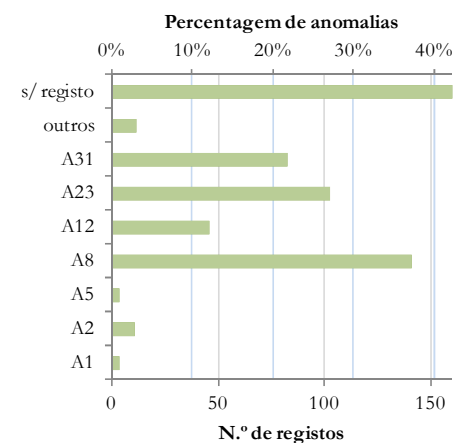
**A5** Fissuração orientada, **A16** Elemento(s) em falta, **A19** Deficiente funcionamento, **A21** Infiltrações

Figura 5.77: Frequência absoluta e relativa de **anomalias** precedentes a **A3** Descoloração ou mancha.



**C2b** Exposição ao vento, chuva e poluição, **C2d** Humidade, **C3a** Envelhecimento natural, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4a** Deficientes remates, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4e** Deficiente dimensionamento, **C4f** Termoforese, **C4g** Deficiente drenagem, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4o** Salpicos de água, **C4p** Deficiente preenchimento / acabamento de junta de dilatação, **C4q** Deficiente ventilação, **C4r** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C5b** Falta de manutenção, **C6b** Rotura na canalização

Figura 5.76: Frequência absoluta de **causas** da anomalia **A3** Descoloração ou mancha e da frequência relativa das mesmas em relação ao número destas anomalias.



**A1** Sujidade diferencial, **A2** Sujidade uniforme, **A5** Fissuração orientada, **A8** Descasque ou escamação, **A12** Corrosão, **A23** Colonização / ataque biológico, **A31** Empolamento

Figura 5.78: Frequência absoluta e relativa de **anomalias** subsequentes a **A3** Descoloração ou mancha.



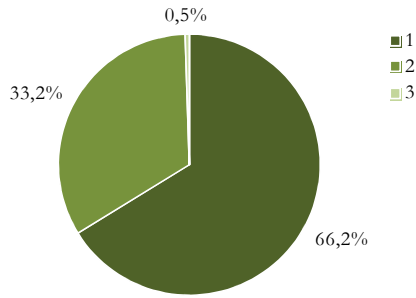


Figura 5.79: Distribuição da **gravidade** registada em A3 Descoloração ou mancha.

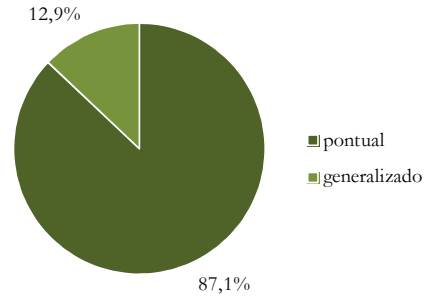


Figura 5.80: Distribuição da **quantificação** registada em A3 Descoloração ou mancha.

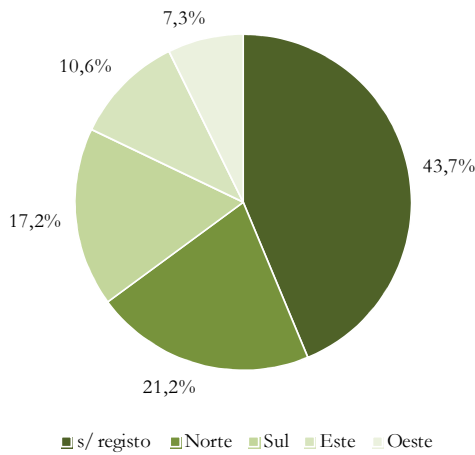


Figura 5.81: Distribuição das anomalias A3 Descoloração ou mancha registadas na envolvente construída por **quadrante solar**.

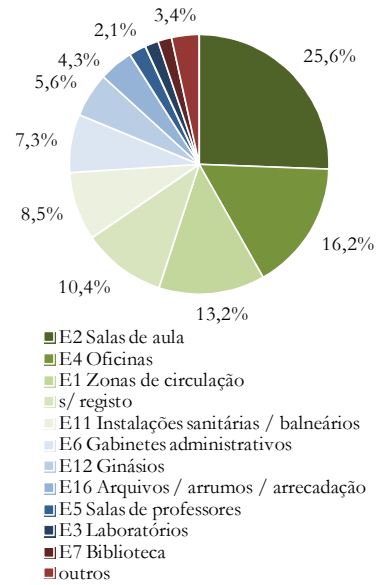


Figura 5.82: Distribuição das anomalias A3 Descoloração ou mancha registadas no interior do edifício por **espaço funcional**.

### 5.3.5.4. Descasque ou escamação

Os dados das Figuras 5.83 e 5.85 indicam a existência de um grande número de anomalias de descasque ou escamação em pinturas (50,7%), destacando-se também os elementos em betão (28,7%). Já de acordo com a Figura 5.84, na origem destas ocorrências estão essencialmente questões de execução e projeto (53,8% das causas de descasque ou escamação). São particularmente relevantes (Figura 5.86) a deficiente drenagem (em 24,3% destas anomalias), a falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (19,9%), o escoamento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras (15,8%) e a deficiente impermeabilização (15,4%). Indo ao encontro destes dados (Figura 5.89), a anomalia A8 foi normalmente precedida por infiltrações, em 41,9% dos casos (114), descolorações ou manchas em 35,7% (97) e empolamentos em 29,4% (80). As situações sem qualquer registo de anomalia precedente representam 12,1% das ocorrências. Já no que se refere a futuros desenvolvimentos / consequências, não houve qualquer indicação deste dado em 248 de 272 registos desta anomalia, pelo que, não havendo a fiabilidade pretendida, este tipo de dados não é analisado para esta anomalia.

Em termos de gravidade, como é possível observar na Figura 5.87, os registos de descasque ou escamação distribuem-se de um modo relativamente uniforme pelos três níveis atribuídos. Ainda assim, as situações graves e críticas representam, em conjunto, cerca de 75% das anomalias. Assim, apesar de o número maioritário de descasques ou escamações ser em pinturas, um EFM que não levanta questões de segurança, a ocorrência desta anomalia é preocupante. Como explicado no capítulo 4, ao descasque e escamação foi atribuído o fator de ponderação 1 para o apuramento da gravidade das anomalias, por se poder aplicar também a situações com implicações estruturais e na segurança dos utilizadores. Daí a tendência assinalada para que se associe esta anomalia a níveis de gravidade superiores. O caráter pontual dos casos de descasque ou escamação, estabelecido pelos dados da Figura 5.88, atenua os níveis de gravidade registados.

Uma vez que não foi possível identificar a orientação solar em mais de 50% destas anomalias registadas na envolvente construída, não é apresentado este item para esta anomalia. Já para as anomalias de descasque ou escamação registadas no interior do edifício, 18,3% das situações identificam-se em oficinas, 16,8% em salas de aula e 16,0% em zonas de circulação. Em 13,3% dos registos, não é possível identificar o espaço em que se situa o EFM afetado (Figura 5.89).

Assinala-se, como seria de esperar, um número de descasques em elementos em betão próximo do número de anomalias precedidas por fenómenos de corrosão. Este processo patológico, de corrosão de armaduras com um aumento de volume de cerca de 8 a 10 vezes (Paiva *et al.*, 2006), seguida de destacamento do betão, está muitas vezes relacionado com a espessura reduzida dos recobrimentos. Esta situação, em edifícios construídos de acordo com normas de construção em betão ainda pouco apuradas, é plausível.

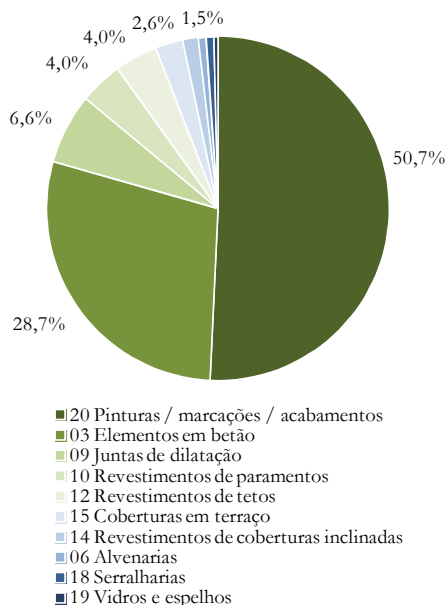


Figura 5.83: Frequência relativa dos **grupos de EFM** com a anomalia A8 Descasque ou escamação.

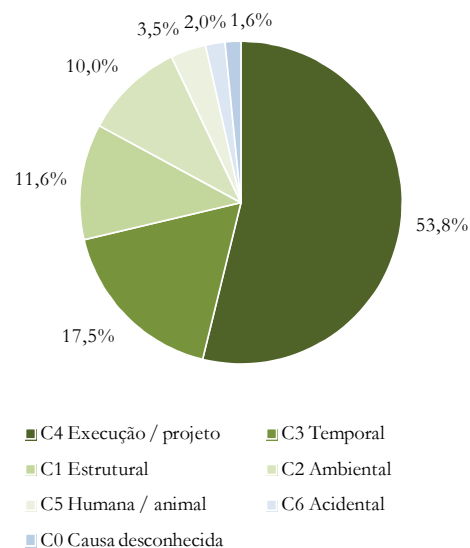


Figura 5.84: Frequência relativa dos **grupos de causas** da anomalia A8 Descasque ou escamação.

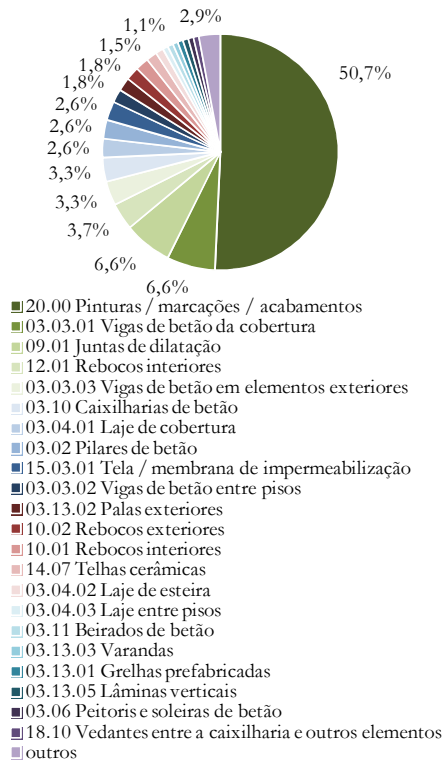


Figura 5.85: Frequência relativa de **EFM** com a anomalia **A8 Descasque ou escamação**.

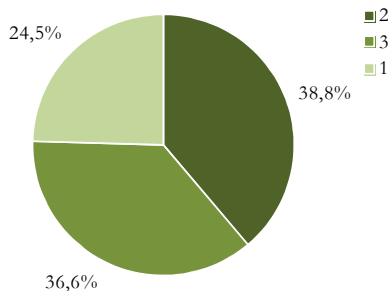
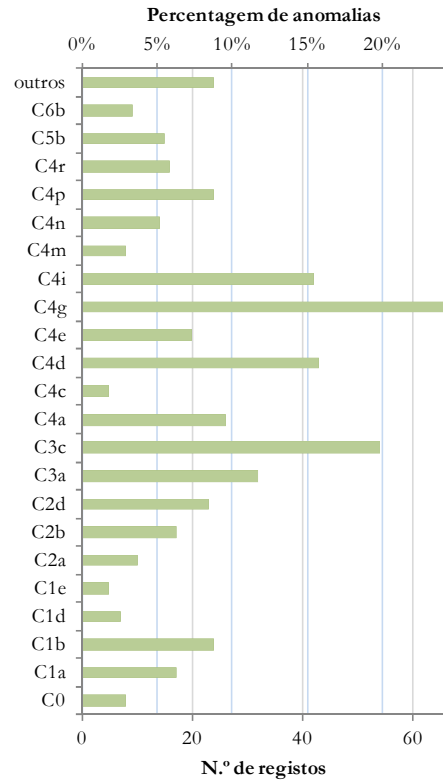


Figura 5.87: Distribuição da **gravidade** registada em **A8 Descasque ou escamação**.



**C0** Causa desconhecida, **C1a** Deficiente recobrimento, **C1b** Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes), **C1d** Deformação excessiva dos elementos estruturais, **C1e** Sobrecarga excessiva, **C2a** Efeitos termo-higrométricos, **C2b** Exposição ao vento, chuva e poluição, **C2d** Humidade, **C3a** Envelhecimento natural, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4a** Deficientes remates, **C4c** Forma arquitetónica de elementos exteriores, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4e** Deficiente dimensionamento, **C4g** Deficiente drenagem, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4m** Acabamento / protecção inexistente ou deficiente, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4p** Deficiente preenchimento/acabamento de junta de dilatação, **C4r** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C5b** Falta de manutenção, **C6b** Rotura na canalização

Figura 5.86: Frequência absoluta de **causas** de **A8 Descasque ou escamação** e da frequência relativa das mesmas em relação ao total de **A8**.

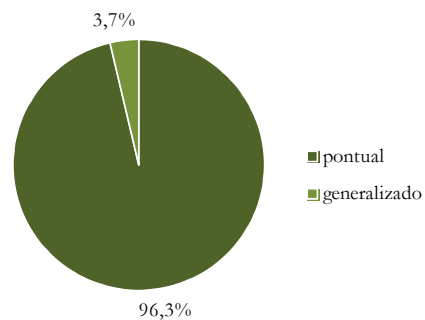
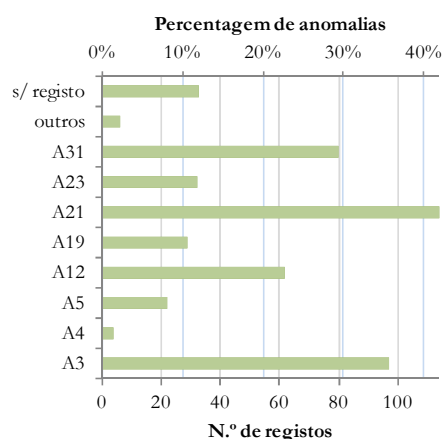


Figura 5.88: Distribuição da **quantificação** registada em **A8 Descasque ou escamação**.



**A3** Descoloração ou mancha, **A4** Fissuração mapeada, **A5** Fissuração orientada, **A12** Corrosão, **A19** Deficiente funcionamento, **A21** Infiltrações, **A23** Colonização / ataque biológico, **A31** Empolamento

Figura 5.89: Frequência absoluta e relativa de **anomalias precedentes** a **A8 Descasque ou escamação**.

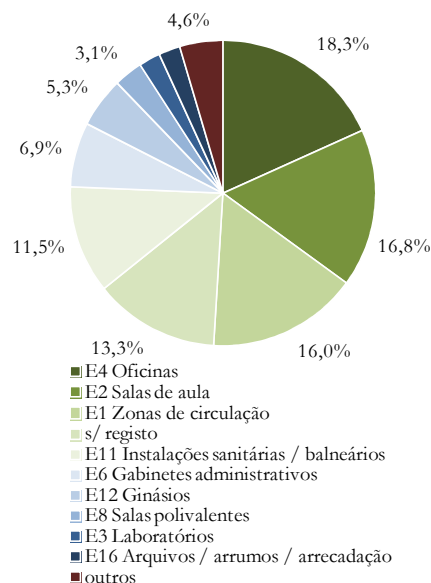


Figura 5.90: Distribuição das anomalias **A8 Descasque ou escamação** registadas no interior do edifício por **espaço funcional**.

### 5.3.5.5. Infiltrações

De acordo com as Figuras 5.91 e 5.93, as infiltrações são mais significativas em elementos em betão (58,8%) e particularmente em lajes de cobertura (26,7%). Na origem destas anomalias (Figura 5.92) estão questões de execução e projeto (58,1%) e questões relacionadas com a passagem do tempo (31,1%). Como se apresenta na Figura 5.94, o envelhecimento é associado à falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (51,0% das infiltrações), enquanto que a deficiente drenagem (32,9%) e a deficiente impermeabilização (25,9%) estão relacionadas com problemas na conceção e na execução.

Dos 243 registos desta anomalia, em 205 não foi assinalada qualquer anomalia precedente. Deste modo, os dados não apresentam a fiabilidade pretendida, não sendo analisado este item para esta anomalia. Quanto a futuros desenvolvimentos / consequências (Figura 5.97), 43,2% dos registos resultam em anomalias de descoloração ou mancha (105), 39,5% em descasque ou escamação (96) e 27,2% em empolamento (66). Não se regista este dado em 22,2% das situações (54).

Na Figura 5.95, é visível a importância desta anomalia, pois 66,7% das anomalias são assinaladas com o nível de gravidade 3, o mais preocupante. No entanto, é um indicador expectável, com o fator de ponderação de valor 1 atribuído a esta anomalia, pelas suas implicações no conforto e salubridade dos edifícios. Não obstante, as infiltrações registadas são genericamente situações pontuais (Figura 5.100).

Das anomalias deste tipo na envolvente construída, em mais de 50% dos registos não se identifica um quadrante solar relevante, pelo que este item não é analisado para esta anomalia. Quanto aos espaços funcionais onde se registam infiltrações no interior do edifício (Figura 5.98), destacam-se as salas de aula (19,4%) e as zonas de circulação (16,7%). No entanto, não é possível identificar os espaços em 20,6% dos registos.

Além destes resultados, já parcialmente comentados na referência anterior às lajes de cobertura, pode-se assinalar ainda os 30 registos de infiltrações em lajes de esteira, que vêm reforçar a importância dos problemas existentes nas coberturas, que devem cumprir exigências funcionais essenciais dos edifícios.

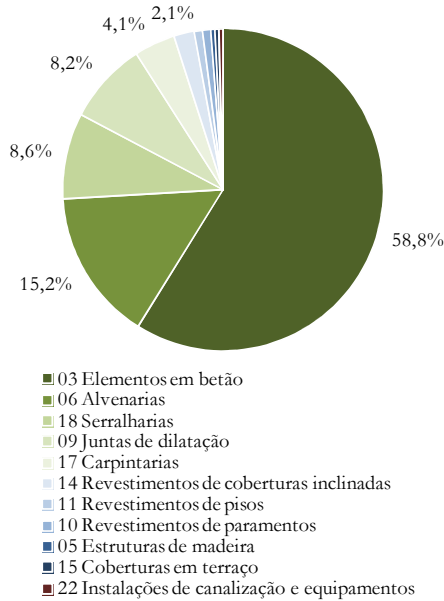


Figura 5.91: Frequência relativa dos grupos de EFM com a anomalia A21 Infiltrações.

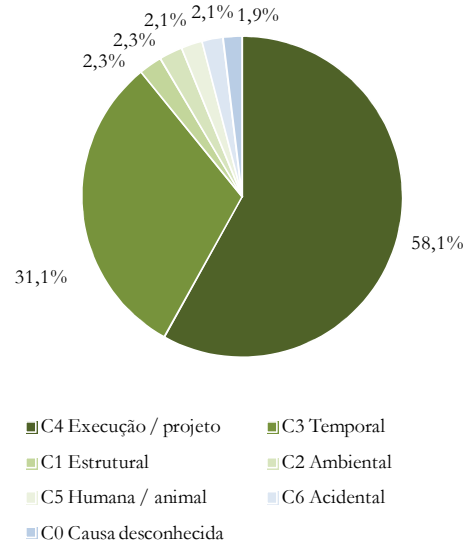


Figura 5.92: Frequência relativa dos grupos de causas da anomalia A21 Infiltrações.

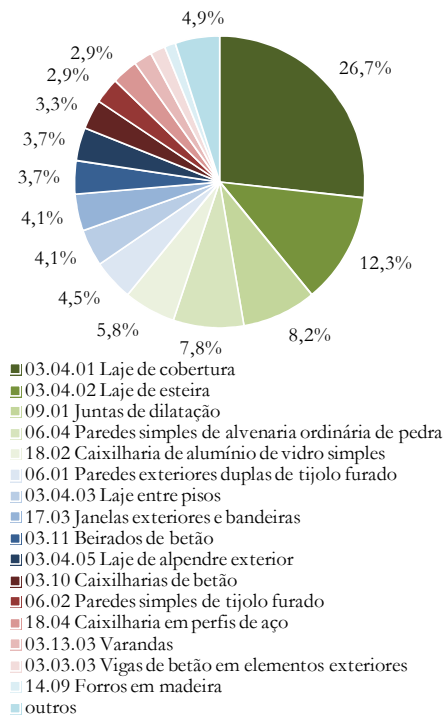


Figura 5.93: Frequência relativa de EFM com a anomalia A21 Infiltrações.

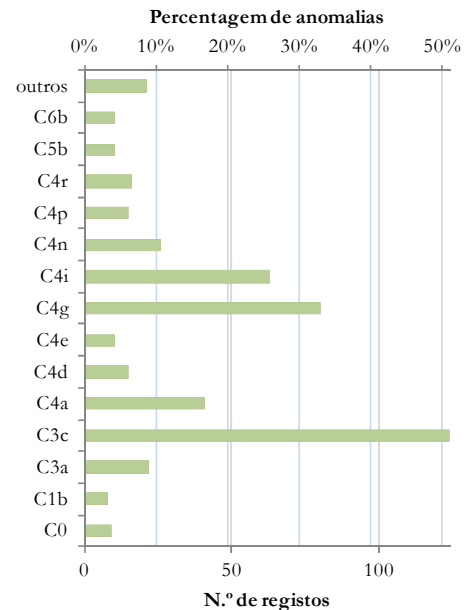


Figura 5.94: Frequência absoluta de causas de A21 Infiltrações e da frequência relativa das mesmas em relação ao total de A21.

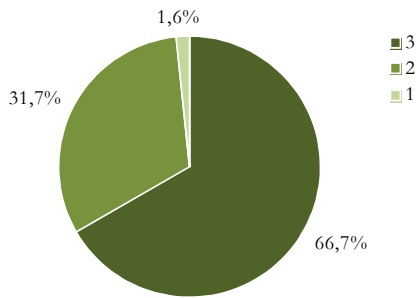


Figura 5.95: Distribuição da **gravidade** em A21 Infiltrações.

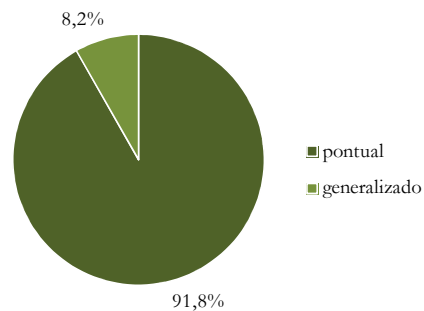
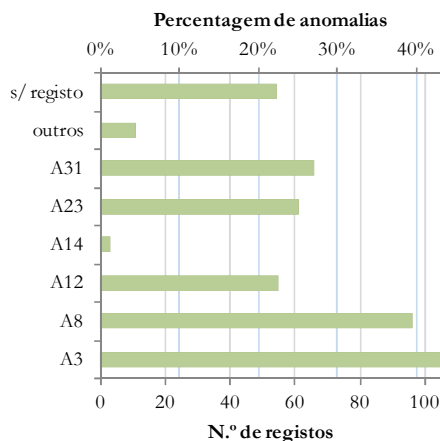


Figura 5.96: Distribuição da **quantificação** em A21 Infiltrações.



**A3** Descoloração ou mancha, **A8** Descasque ou escamação, **A12** Corrosão, **A14** Elemento(s) solto(s), **A23** Colonização / ataque biológico, **A31** Empolamento

Figura 5.97: Frequência absoluta e relativa de **anomalias subsequentes** a A21 Infiltrações.

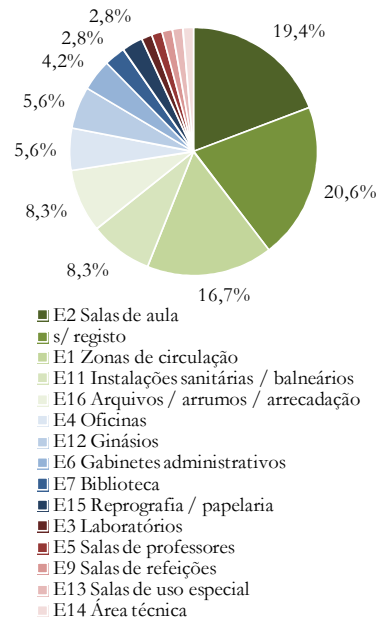


Figura 5.98: Distribuição das anomalias A21 Infiltrações registadas no interior do edifício por **espaço funcional**.

### 5.3.5.6. Colonização / ataque biológico

Como se mostra na Figura 5.99, as anomalias de colonização / ataque biológico foram registadas em maior número em revestimentos de paramentos (36,3%), revestimentos de tetos (21,9%) e revestimentos de coberturas inclinadas (20,6%). Observando a Figura 5.101, estes EFM particularizam-se em rebocos exteriores de paramentos (25,0%), rebocos interiores de tetos (16,3%), e telhas cerâmicas (13,1%).

Na origem das colonizações biológicas, na Figura 5.100, estão ilustradas maioritariamente questões de execução e projeto (55,6%). São particularmente relevantes, de acordo com a Figura 5.102, a deficiente drenagem (associada a 28,1% das colonizações biológicas), o escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras (27,5%), a falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores (26,3%) e a falta de manutenção (25,0%).

Pela Figura 5.105, das 160 anomalias de colonização / ataque biológico, 41,9% tiveram origem provável em descolorações ou manchas (67) e 41,3% em infiltrações (66). Em 20,6% das situações, não há

registo deste dado (33 anomalias). Do mesmo modo, no que se refere a futuros desenvolvimentos / consequências, não houve qualquer registo para esta anomalia em 87 das 160 situações, pelo que, não havendo a fiabilidade de dados pretendida, este item não é analisado para esta anomalia.

Quanto à gravidade das colonizações / ataques biológicos, como indica a Figura 5.103, a maioria das anomalias tem níveis de gravidade 1 e 2. Tratando-se de uma anomalia imputada a revestimentos, é difícil atingir a gravidade de nível 3, uma vez que a segurança estrutural e dos ocupantes do edifício não é, geralmente, posta em causa. Porém, esteticamente pode ser bastante danosa, ainda mais se a área atingida for extensa, como acontece em 25,0% dos casos (Figura 5.104), e se acontecer no interior do edifício (41,9% de A23).

Não há informação sobre o quadrante solar relevante em mais de 50% dos registos desta anomalia na envolvente construída, pelo que este item não é analisado para as colonizações / ataques biológicos. Tal como se apresenta na Figura 5.106, apesar de, no interior do edifício, não se ter conseguido identificar o espaço funcional em que se registou a anomalia em 26,9% dos casos, destacam-se as oficinas (19,4%), as salas de aula (16,4%) e as instalações sanitárias / balneários (11,9%).

Além da expectável associação destas anomalias à ocorrência de diversos tipos de humidade em revestimentos de paramentos e tetos, é de assinalar a ocorrência de colonização biológica em telhas cerâmicas. Este fenómeno está normalmente relacionado com a falta de ventilação sob os revestimentos das coberturas inclinadas. No entanto, nas escolas inspeccionadas, a aplicação de telha cerâmica diretamente sobre uma laje foi apenas registada em blocos oficinais. Logo, nos restantes casos, resta associar esta ocorrência à manutenção deficiente das coberturas.

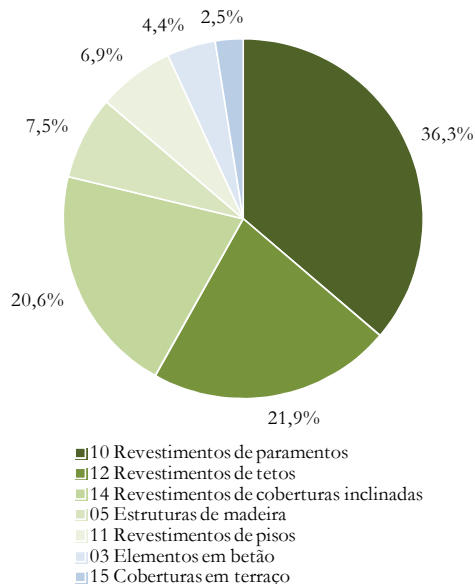


Figura 5.99: Frequência relativa dos **grupos de EFM** com a anomalia A23 Colonização / ataque biológico.

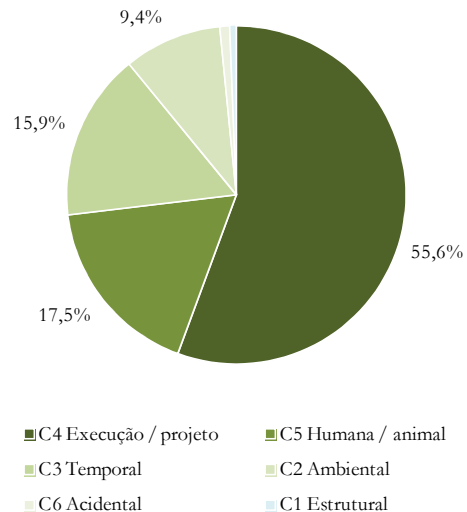


Figura 5.100: Frequência relativa dos **grupos de causas** da anomalia A23 Colonização / ataque biológico.

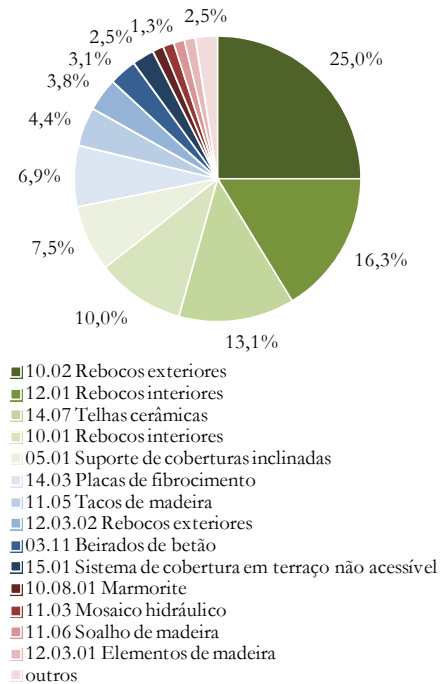
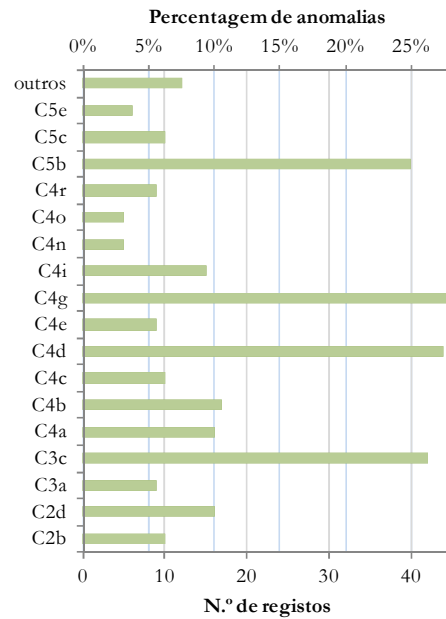


Figura 5.101: Frequência relativa de **EFM** com a anomalia **A23** Colonização / ataque biológico.



**C2b** Exposição ao vento, chuva e poluição, **C2d** Humidade, **C3a** Envelhecimento natural, **C3c** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C4a** Deficientes remates, **C4b** Falta de acesso, **C4c** Forma arquitectónica de elementos exteriores, **C4d** Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras, **C4e** Deficiente dimensionamento, **C4g** Deficiente drenagem, **C4i** Deficiente impermeabilização, **C4n** Deficiente pormenorização, **C4o** Salpicos de água, **C4r** Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores, **C5b** Falta de manutenção, **C5c** Ataque de insectos xilófagos, **C5e** Ataque de fungos

Figura 5.102: Frequência absoluta de **causas** de **A23** Colonização / ataque biológico e da frequência relativa das mesmas em relação ao total de **A23**.

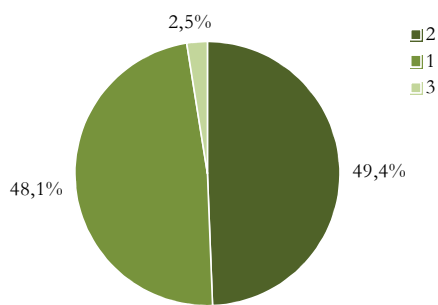


Figura 5.103: Distribuição da **gravidade** em **A23** Colonização / ataque biológico.

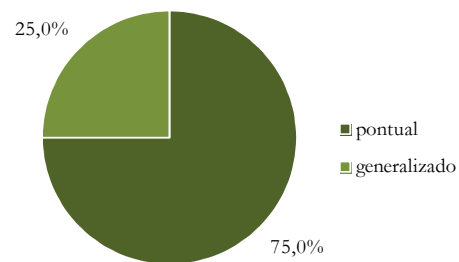
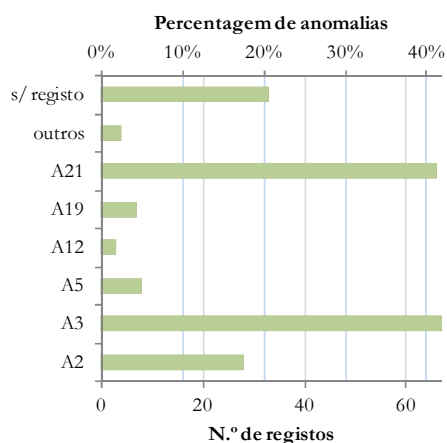


Figura 5.104: Distribuição da **quantificação** em **A23** Colonização / ataque biológico.





**A2** Sujidade uniforme, **A3** Descoloração ou mancha, **A5** Fissuração orientada, **A12** Corrosão, **A19** Deficiente funcionamento, **A21** Infiltrações

Figura 5.105: Frequência absoluta e relativa de **anomalias precedentes** a A23 *Colonização / ataque biológico*.

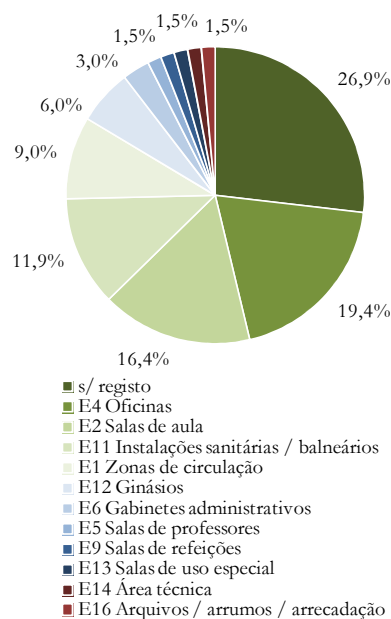


Figura 5.106: Distribuição das anomalias A23 *Colonização / ataque biológico* registadas no interior do edifício por **espaço funcional**.

### 5.3.6. Tipologias funcionais

Analisa-se a incidência de anomalias nas tipologias funcionais com edifícios presentes em todas as escolas. Como referido, todas as escolas têm pelo menos um edifício do tipo *corpo principal*, *bloco oficial* e *ginásio*, sendo assim, as tipologias funcionais onde se registaram anomalias em maior número (Figura 5.107). O estudo é feito sobre a representatividade (em percentagem) que cada anomalia tem de acordo com o número total de anomalias registadas em cada tipologia funcional. Nos edifícios do tipo *I.TF 1 Corpo principal* registaram-se 981 anomalias, em *I.TF 3 Blocos oficial* 849 e em *I.TF 4 Ginásio* 506.

Nos ginásios, as descolorações ou manchas assumem maior destaque, enquanto que nos blocos oficiais e nos corpos principais das escolas as fissurações orientadas são a anomalia mais registada. Nos blocos oficiais, a quantidade relativa de infiltrações é superior à registada em corpos principais e ginásios. Este dado é reforçado pelos resultados sobre os níveis de gravidade de infiltrações nos blocos oficiais, onde 70,9% são situações críticas (nível 3). Também nos ginásios, as infiltrações de nível 3 ultrapassam 70%; no entanto, aí o valor absoluto desta anomalia é cerca de metade daquelas em blocos oficiais. De facto, as infiltrações em oficinas são realmente preocupantes, devendo a cobertura em *shed* ser cuidadosamente estudada e pormenorizada, considerando sempre meios de acesso em segurança para a realização de ações de manutenção.

Quanto à gravidade da generalidade das anomalias, considerando a tipologia funcional em que ocorrem (Figura 5.108), conclui-se que, também para o universo de todas as anomalias consideradas, o valor absoluto de situações críticas é superior nos blocos oficiais, com 252 anomalias de gravidade de nível 3. Em proporção com a quantidade de registos de anomalias, os blocos oficiais e os ginásios têm perfis de gravidade

idênticos. Por seu lado, os corpos principais diferenciam-se pela maior proporção de anomalias de gravidade de nível 1, que em termos absolutos ultrapassam o dobro das anomalias desta gravidade nos ginásios.

Apesar de ligeiras variações, os perfis de anomalias de cada tipologia funcional, traçados na Figura 5.109, são similares e vão ao encontro dos resultados obtidos para a totalidade da amostra. Nos blocos oficiais, a anomalia *A23 Colonização / ataque biológico* é a exceção, pois não é a quinta anomalia mais frequente, mas sim *A19 Deficiente funcionamento*. Em termos de valor absoluto, também se registaram mais anomalias do tipo A19 em blocos oficiais. O deficiente funcionamento foi registado sobretudo em juntas de dilatação e em elementos construtivos associados ao revestimento e drenagem de coberturas. Esta situação, mais uma vez, vem apontar a especificidade destes blocos e da sua cobertura tipo *shed*.

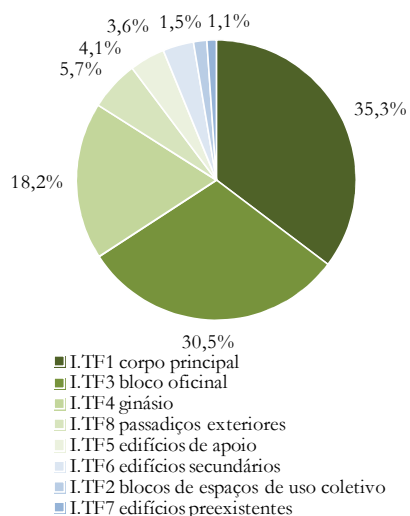


Figura 5.107: Frequência relativa de anomalias por **tipologia funcional**.

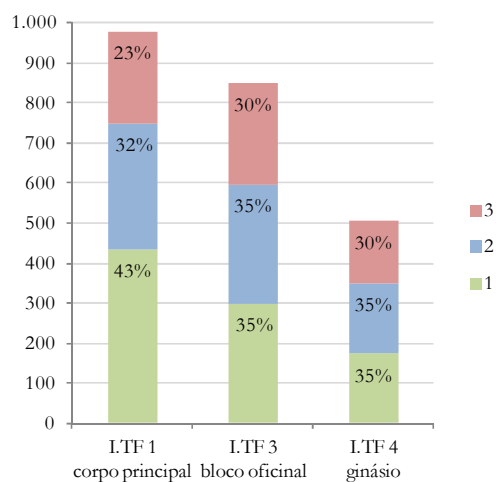


Figura 5.108: Frequência absoluta dos níveis de **gravidade** por tipologia funcional e frequência relativa de acordo com o número total de anomalias na tipologia funcional.

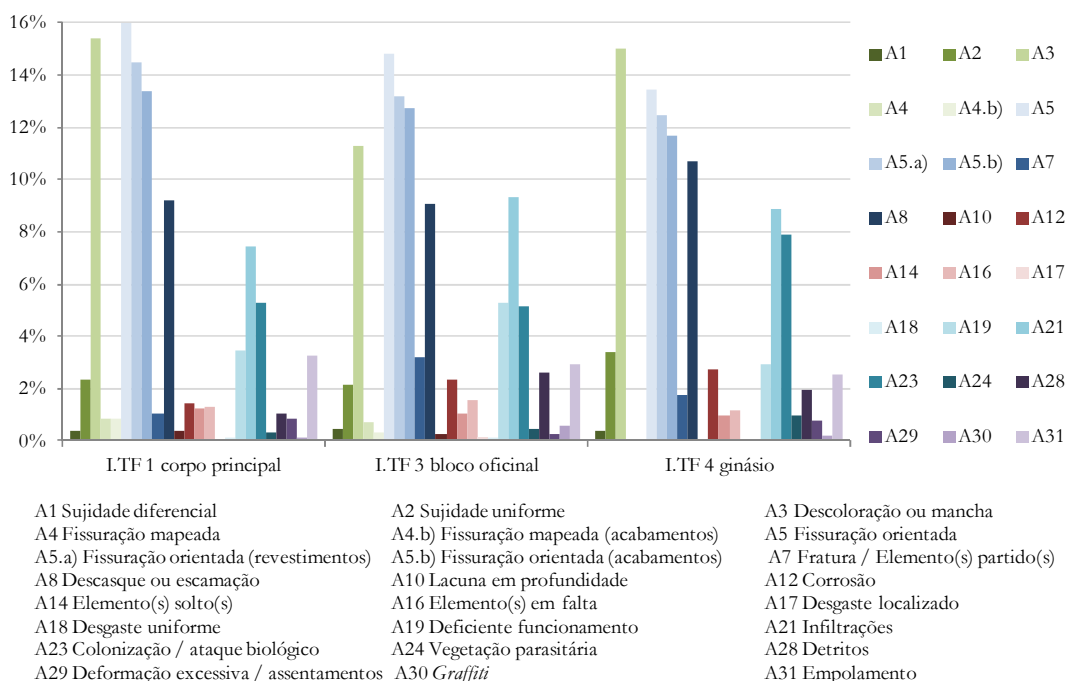


Figura 5.109: Frequência relativa das **anomalias** em cada tipologia funcional principal das escolas industriais.

Nas três tipologias, são raras as anomalias do tipo *A1 Sujidade diferencial*, *A4 Fissuração mapeada*, *A10 Lacuna em profundidade*, *A17 Desgaste localizado*, *A18 Desgaste uniforme*, *A29 Deformação excessiva / assentamentos* e *A30 Graffiti*.

É interessante analisar também quais os EFM com maior número de anomalias em cada uma destas três tipologias funcionais (Figura 5.110). A partir dos dados dos grupos de EFM afetados por tipologia, é possível perceber que há três tipos de EFM que sobressaem nos três casos: *20 Pinturas / marcações / acabamentos*, *10 Revestimentos de paramentos* e *03 Elementos em betão*. Percebem-se, desde logo, algumas variações, como o facto de o peso das anomalias em elementos de betão ser ligeiramente superior nos ginásios. Nos blocos oficiais, há também uma maior proporção de anomalias em *14 Revestimentos de coberturas inclinadas*, o que vem reiterar as observações feitas acerca dos problemas em coberturas dos blocos oficiais. Assinala-se ainda a maior frequência relativa de registos em *12 Revestimentos de tetos* nos edifícios do tipo ginásio, podendo estar relacionado com o facto de nos compartimentos de ginásio haver por vezes tetos especiais, por exemplo em madeira.

Finalmente, após a caracterização construtiva dos edifícios (no subcapítulo 5.2.2.), concluiu-se que os edifícios do tipo corpo principal e do tipo ginásio eram normalmente idênticos, em cada escola, em termos estruturais, do tipo de cobertura e dos diversos elementos secundários e revestimentos. No entanto, ao analisar o perfil dos Elementos Fonte de Manutenção mais afetados em cada uma, percebe-se afinal que as tipologias têm modos de degradação diferentes. Além das diferenças já estabelecidas, pode referir-se ainda a maior proporção de anomalias em estruturas metálicas e estruturas de madeira nos ginásios. Além disso, existe um maior número de anomalias em juntas de dilatação e em revestimentos de piso nos blocos principais (em relação aos ginásios). Embora os motivos para estas diferenças possam não ser óbvios, pensa-se que estejam associados ao tipo de espaços funcionais que albergam e às diferentes intensidades de uso.

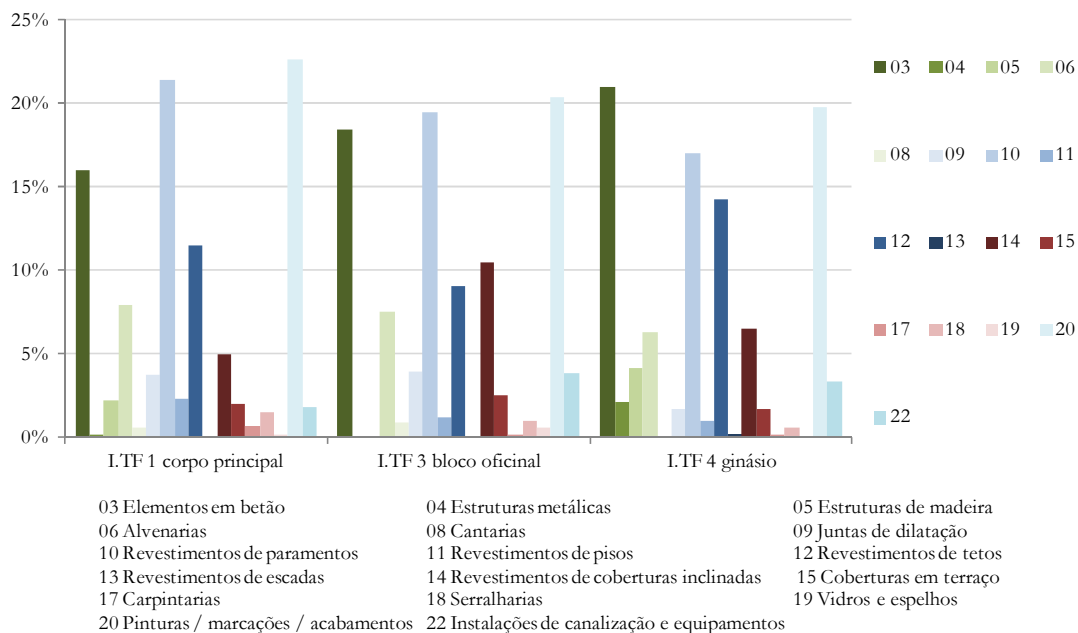


Figura 5.110: Frequência relativa das **EFM** mais afetados em cada tipologia funcional principal das escolas industriais.



## 6. Conclusões e desenvolvimentos futuros

---

### 6.1. Considerações finais

O conjunto das escolas secundárias públicas constitui uma infraestrutura educativa de grande importância, enquanto espaço do saber e do conhecimento com valor patrimonial de destaque nos tecidos urbanos, além de potencial referência na ligação da comunidade educativa à sociedade em geral. Após um período de enfoque na expansão da rede escolar, a avaliação do estado de degradação, reabilitação e manutenção destas infraestruturas surge como um passo necessário.

Ao longo deste estudo, apresentou-se um conjunto de escolas secundárias com características construtivas similares, correspondentes à fase inicial e de expansão da construção em betão armado. Com idades compreendidas entre 42 e 61 anos, aproximava-se o final da sua vida útil, pelo que era importante aferir o seu estado de degradação, para agir com medidas adequadas, devolvendo à sociedade infraestruturas educativas que correspondam às exigências funcionais apropriadas para a época e para o futuro.

A partir da compilação sistematizada dos dados reunidos pelo ICIST em 15 escolas secundárias de tipologia industrial, foi possível identificar as anomalias recorrentes, os elementos construtivos mais afetados e as causas mais significativas para o seu aparecimento. Pretende-se que dos resultados obtidos se possam tirar lições sobre as fragilidades construtivas, para que os erros detetados possam ser minorados em edificações futuras.

Além disso, o modelo de base de dados desenvolvido pode ser adaptado a diferentes tipologias construtivas e utilizado como ferramenta de apoio na gestão e manutenção de edificado. Na sua aplicação a escolas secundárias, foram sintetizadas listas de materiais para a caracterização construtiva, de elementos fonte de manutenção para a localização específica das anomalias, de tipos de anomalias, de causas, de recomendações de atuação e de espaços funcionais das escolas. Estas listas podem ser facilmente adaptadas a outros casos de estudo.

Considera-se importante que a análise elaborada possa chegar até aos intervenientes no processo construtivo: por um lado, aos projetistas, naturalmente mais afastados de questões práticas que deviam ser consideradas no momento de conceção; por outro lado, aos executantes em obra, cuja formação adequada para a aplicação correta de disposições construtivas é essencial para o sucesso dos sistemas concebidos. Esta abordagem preventiva poderá permitir obter resultados muito positivos em termos de qualidade de construção.

De um modo geral, os objetivos propostos para este estudo foram atingidos. Espera-se que contribua para melhorias qualitativas nos métodos construtivos concebidos e aplicados em Portugal, não só para edificação de raiz, como para as ações de manutenção e reabilitação.

## 6.2. Conclusões gerais

A presente dissertação analisa a caracterização construtiva e o estado de degradação de escolas secundárias de tipologia industrial, propondo um método de recolha e organização de dados de peritagens a edifícios. De seguida, referem-se as principais conclusões retiradas da análise dos diferentes dados recolhidos:

- em 2007, foi iniciado um processo de modernização da rede pública de escolas secundárias, algumas construídas já no século XIX, no âmbito do qual o ICIST realizou peritagens a 56 escolas (15 de tipologia industrial), que serviriam de base aos projetos de reabilitação a realizar;
- as escolas industriais em análise foram maioritariamente construídas de acordo com projetos-tipo, reforçando-se, assim, a homogeneidade da amostra;
- a compilação de bases de dados de anomalias construtivas já é vista como uma ferramenta de trabalho útil no estudo da patologia construtiva desde o início da década de 1990, sendo vantajosa para uma melhor compreensão dos mecanismos e prevenção das anomalias, tendo em vista a diminuição dos erros conhecidos;
- a metodologia de realização das peritagens foi essencial na definição do tipo de dados recolhidos, tendo tido por base, neste caso, inspeções essencialmente visuais e qualitativas;
- a partir do tipo de informação recolhida nos relatórios de peritagem, foi definido um modelo de base de dados suficientemente flexível para a realização de ajustes ao longo de uma fase inicial do processo de preenchimento, tendo em vista o seu aperfeiçoamento;
- o modelo de base de dados é composto pelos seguintes três tipos de informação: dados de caracterização construtiva dos edifícios, dados sobre a sua localização e dados de identificação de anomalias construtivas;
- os edifícios da amostra têm, genericamente, uma estrutura reticulada em betão armado, com lajes em betão armado (maioritariamente aligeiradas) e paredes de alvenaria de tijolo furado; em sete escolas, há também edifícios com paredes portantes em alvenaria ordinária de pedra;
- a identificação de anomalias construtivas foi feita de modo exaustivo, localizando-as no edifício e no Elemento Fonte de Manutenção (EFM) específico, registando sequências de anomalias, atribuindo um nível de gravidade a cada uma e quantificando-o, identificando causas possíveis para a ocorrência, indicando recomendações de atuação para solucionar cada situação e procurando, sempre que possível, registar a orientação solar ou o espaço funcional em que foi identificada (consoante afetasse um EFM da envolvente construída ou do interior do edifício, respetivamente);
- nem todos os itens de informação definidos obtiveram dados em quantidade suficiente para que se pudessem tirar conclusões fundamentadas, sendo o caso do quadrante solar o mais flagrante, pois não houve qualquer registo deste item em 62,3% das anomalias; o estabelecimento

- de uma metodologia de inspeção direcionada para o modelo de base de dados definido pode colmatar estas lacunas de informação;
- as anomalias com maior representatividade nas escolas industriais, são as seguintes: *A5 fissuração orientada*, *A3 Descoloração ou mancha*, *A8 Descasque ou escamação*, *A21 Infiltrações* e *A23 Colonização / ataque biológico*; no interior dos edifícios, além destas, a anomalia *A31 Empolamento* também assume alguma importância;
  - os EFM com registo de maior número de anomalias em escolas industriais são do tipo *20 Pinturas / marcações / acabamentos*, *10 Revestimentos de paramentos*, *03 Elementos em betão*, *12 Revestimentos de tetos* e *06 Alvenarias*; na envolvente construída, devem ser também referidos os EFM dos grupos *14 Revestimentos de coberturas inclinadas* e *15 Coberturas em terraço* pela quantidade de ocorrências registadas;
  - apesar da média de idades das escolas rondar 50 anos, a maioria das anomalias foi identificada em EFM com 53 anos, a idade de 3 das 15 escolas estudadas; ainda assim, a ocorrência de descolorações ou manchas foi mais significativa em EFM com 48 anos;
  - as anomalias estão maioritariamente associadas a questões do grupo *C4 Execução/projeto*, sendo *C2a Efeitos termo-higrométricos*, *C4g Deficiente drenagem*, *C3c Falta de estanqueidade a agentes agressivos exteriores*, *C1b Juntas de dilatação (inexistentes ou deficientes)*, *C4d Escorrimento de água associado a deficiências de drenagem e/ou ineficácia de pingadeiras* e *C5b Falta de manutenção* as causas particulares mais importantes; ainda assim, no interior dos edifícios, as causas *C4d* e *C5b* têm um número de registos mais reduzido, assumindo aí maior importância as anomalias provocadas por *C1f Assentamentos diferenciais*;
  - das recomendações de atuação indicadas para cada anomalia, sobressaem as ações dos grupos *R1 Limpeza*, *R6 Remoção* e *R2 Tratamento / preparação superficial ou acabamento*, enquanto trabalhos de base e finalização das operações de manutenção;
  - na totalidade das escolas industriais, as anomalias não têm um nível de gravidade que sobressaia claramente dos restantes; ainda assim, dos três níveis definidos, as situações pouco severas (nível 1) foram registadas em 39% dos casos, tendo as mais críticas um menor número de ocorrências (nível 3), representando 27% dos registos;
  - já no que se refere à quantificação das ocorrências registadas, as anomalias pontuais (90%) sobressaem claramente em relação às anomalias generalizadas (10%), tratando-se de um indicador positivo relativamente ao nível de degradação encontrado nas escolas industriais; no entanto, tal não deve ser considerado isoladamente, mas como um dado complementar à gravidade registada;
  - sobre as tipologias funcionais dos edifícios constituintes das escolas industriais, os mais atingidos por anomalias são os três blocos principais (existentes em todas as escolas): corpo principal, bloco oficial e ginásio; entre estas tipologias, o perfil de anomalias frequentes tem apenas ligeiras variações, observando-se diferenças mais notáveis entre os EFM mais afetados, principalmente entre edifícios do tipo corpo principal e ginásio, construtivamente muito semelhantes;

- de um modo geral, considera-se que os dados recolhidos revelam a necessidade de uma intervenção integral nas escolas industriais.

Em resumo, da análise feita aos resultados, podem formar-se dois grandes grupos de anomalias principais: as decorrentes de problemas estruturais e as associadas às várias formas de humidade. A fissuração orientada e o descasque em elementos em betão e alvenarias estão potencialmente associados a questões estruturais, formando assim o primeiro grupo. A estas anomalias foram frequentemente associados os efeitos termo-higrométricos, a inexistência de juntas de dilatação ou a sua deficiente manutenção e/ou conceção, os assentamentos diferenciais e a rigidez excessiva na ligação entre elementos. Todos estes fatores potenciadores de fissuração podem ser resolvidos, ou minorados, se devidamente considerados em fase de projeto ou em obra.

Por um lado, a escolha e a formulação adequada dos materiais de revestimento podem minimizar as dificuldades de adaptação a variações dimensionais. Para um reboco, a prescrição das argamassas constituintes deve ter em atenção, antes de mais, a compatibilidade com os suportes. Nesse sentido, a composição pode incluir cimento Portland (de acordo com as especificações da norma NP EN 197-1) e/ou cal aérea gorda apagada. Quanto à areia, deve ser de quartzo ou de mármore (Paiva *et al.*, 2006), encontrando-se limpa e fazendo corresponder a granulometria à aplicação específica. Finalmente, a água deve ser potável e, portanto, limpa. Além disso, pode ainda ser considerada a prescrição de adjuvantes, como plastificantes nas argamassas sem cal. Em situações em que se prevejam dificuldades na aderência do reboco ao suporte ou onde seja mais provável o aparecimento de fendilhação (como nas esquinas de vãos e na transição entre diferentes materiais de suporte), deve indicar-se a aplicação de um reboco armado, com rede em aço tratado contra a corrosão ou com rede em fibra de vidro previamente tratada contra o ataque dos álcalis. A prescrição de um reboco tradicional deve indicar a constituição das seguintes camadas: crespido (3 a 5 mm de espessura), camada de base (10 a 15 mm) e camada de acabamento (5 a 10 mm). O traço volumétrico da argamassa para a constituição de cada camada é variável de acordo com as suas características, devendo o crespido ser feito com uma argamassa bastante fluida, enquanto que, para as camadas de base e de acabamento, a proporção de água deve garantir a trabalhabilidade adequada ao método de aplicação, tendo ainda em conta a redução da retração de secagem. No total, obtém-se um reboco com uma espessura na ordem de 20 mm. Caso o reboco seja armado com uma rede de fibra de vidro, a constituição do revestimento é idêntica à descrita, interpondo-se uma armadura de rede de fibra de vidro entre as duas fases de execução da camada de base. Se para o reboco armado se utilizar uma rede de metal distendido, a camada de base deve subdividir-se em duas (com cerca de 10 mm cada uma), sendo a rede colocada sobre o crespido.

Por outro lado, em estruturas reticuladas de betão armado fechadas por panos de parede de alvenaria, deve ser prescrita a introdução de um material resiliente entre a alvenaria e a estrutura em betão. Assim, entre a parede e a laje ou a viga do piso superior, ou entre a parede e o pilar, deve ser criada uma junta de escorregamento (Paiva *et al.*, 2006), com cerca de 20 mm, preenchida com uma placa de poliestireno expandido, vedada com mastique e fechada com a realização de uma alheta ou aplicação



de perfis de recobrimento. Esta junta deverá contribuir para a absorção das diferenças de variação dimensional e de adaptação às solicitações da estrutura.

Quanto aos assentamentos diferenciais, um levantamento geotécnico anterior ao projeto torná-lo-á mais rigoroso, criando uma estrutura menos vulnerável a esse tipo de situações. Já no que se refere a juntas de dilatação, as normas construtivas atuais para os edifícios de betão armado recomendam a previsão de juntas de dilatação de acordo com determinados parâmetros. No entanto, o seu preenchimento e fechamento adequados e uma manutenção regular são necessidades que devem ser supridas ao longo da vida útil dos edifícios. As juntas de dilatação são concebidas de acordo com uma estimativa dos movimentos que deverão assimilar. Devem ser devidamente pormenorizadas, incluindo a seleção de um material de enchimento compressível (como o poliestireno expandido, já mencionado), um material de regularização da junta e de um tratamento de fechamento, como um mastique apropriado (para juntas até 50 mm) escolhido de acordo com as suas propriedades, das quais se destacam a capacidade de absorção de movimentos e a durabilidade. É importante que, já em obra, até à finalização da junta, seja evitada a acumulação de materiais no seu interior, como restos de argamassas, que diminuiriam a sua eficácia. Em termos de detalhe, deve ser assegurada a continuidade das juntas entre os diferentes elementos construtivos, incluindo os revestimentos. As juntas dos revestimentos não contínuos, como os ladrilhos, devem fazer-se coincidir com a junta de dilatação. Deve ainda haver uma especial atenção à pormenorização do fechamento de juntas em pavimentos, por estarem sujeitas a condições mais severas, decorrentes do efeito da circulação e das lavagens com produtos de limpeza agressivos (Mascarenhas, 2008). Além disso, as juntas devem ser alvo de manutenção regular, limpas com esponja ligeiramente humedecida em água, havendo necessidade de substituição dos mastiques em intervalos definidos pelos fabricantes, que podem variar entre 3 e 20 anos.

Quanto à influência das várias formas de manifestação de humidade nos elementos construídos, a elas encontram-se associadas as infiltrações, as manchas, a colonização biológica e os descasques em revestimentos e acabamentos. Em todos os casos, a solução passa pela cuidada conceção e pormenorização dos sistemas e pela sua correta execução, aliada a uma manutenção periódica dos edifícios, em condições de segurança.

Em diversas situações, verificou-se que não foram previstos quaisquer meios de condução da água afastada do plano de parede. Em peitoris, capeamentos ou outros elementos salientes em fachadas, além das funções de proteção da parede contra a possibilidade de a humidade penetrar no interior do edifício, devem ser considerados pormenores específicos quanto à drenagem da água. Assim, estes elementos devem prever uma pendente mínima para que a água não se acumule no seu plano superior. Do mesmo modo, deve-se prever um bordo saliente com uma dimensão mínima, executado com uma alheta no seu plano inferior, vulgarmente conhecida por pingadeira. Este detalhe serve para evitar que a água desça pela parede, reduzindo, assim, escorrimentos, manchas de humidade e, conseqüentemente, a possibilidade de acumulação de sujidade e de formação de colonizações biológicas.

Nas coberturas, as duas funções essenciais, de drenagem e de impermeabilização, não estavam muitas vezes garantidas por não haver manutenção periódica, por se descurar a pormenorização, pela deficiên-

te execução dos sistemas e, também, pelo natural envelhecimento dos materiais. Quer se trate de uma cobertura tradicional, de uma cobertura plana tradicional ou de uma cobertura plana com sistema invertido, há três questões essenciais a considerar: a correta conceção do sistema de cobertura, incluindo a condução das águas por um sistema de drenagem de águas pluviais, a pormenorização adequada de todos os pontos singulares em coberturas (como o encontro com chaminés e muretes) e a previsão de meios de acesso em segurança às coberturas para realização de ações de manutenção. Um sistema de revestimento e/ou impermeabilização de cobertura deve garantir a estanqueidade à água da chuva. De acordo com a tipologia da cobertura, é necessário considerar a inclinação apropriada ao revestimento a utilizar e à exposição ambiental da cobertura, a pendente adequada ao caudal de água previsto e a dimensão da sobreposição mínima de telas contíguas (nunca inferior a 10 cm). No caso das coberturas inclinadas, tendo em vista a minimização da condensação sob telhas cerâmicas, deve ser programada a colocação de telhas de ventilação, ou outros meios de ventilação, próximo do beiral e da cumeeira. Nas coberturas inclinadas, pode também ser considerada a hipótese de utilização de um suplemento de estanqueidade do tipo subtelha. Tanto nas coberturas inclinadas como nas coberturas planas, a conceção do sistema deve analisar cuidadosamente o tipo de isolamento térmico para a cobertura e o seu posicionamento face aos restantes componentes dos sistemas.

O pormenor de encontro das coberturas com muretes (ou outros elementos salientes) varia de acordo com o tipo de sistema concebido. Em coberturas inclinadas com revestimento cerâmico, os remates das telhas com elementos emergentes devem ser feitos com recurso a rufos metálicos, com uma das abas do rufo a cobrir aproximadamente metade do comprimento das telhas adjacentes e a outra aba a ser embebida na alvenaria ou fixa mecanicamente, devendo, nesse caso, ser vedada superiormente com mastique apropriado. No encontro de coberturas planas com elementos salientes, devem respeitar-se as seguintes condições: executar arestas arredondadas para evitar vincos e rompimentos de telas e aplicar uma banda de proteção sobre a tela principal com um prolongamento mínimo de 30 cm em altura e 15 cm na horizontal (Mascarenhas, 2008). Também nas coberturas planas, é essencial a correta pormenorização das juntas de dilatação. Deve ter-se em atenção que a junta não deve estar localizada perto de caleiras ou sumidouros, procurando, além disso, afastar as águas pela elevação da camada de forma nos bordos da junta. Para o fechamento, deve usar-se uma banda de 30 cm de largura mínima, sendo a tela principal interrompida ao longo de toda a junta. Para evitar o enrugamento das telas, deve ser aplicado um cordão de neoprene ao longo da junta, sobre o qual se coloca uma segunda banda, fixa apenas nos bordos.

Os sistemas de drenagem da água devem, por seu lado, ser pormenorizados no sentido do rápido escoamento da água. Assim, deve ser previsto um traçado com caleiras em quantidade suficiente e localização adequada, com uma pendente mínima longitudinal no sentido do tubo de queda. Nos sumidouros, devem ser colocados ralos de pinha de proteção contra a entrada de detritos no tubo de queda. Para os casos fortuitos de entupimento do sistema, devem ser previstos tubos-ladrão, que conduzam a água diretamente para o exterior da cobertura. Tanto os tubos-ladrão como os tubos de queda podem ser interiores ou exteriores às paredes, havendo maior facilidade de reparação caso os tubos

sejam exteriores às paredes. Nestas situações, deve ser considerado um sistema de fixação eficaz dos elementos exteriores de drenagem.

Em termos de manutenção, anualmente, deve ser feita uma inspeção geral à cobertura, o revestimento da cobertura deve ser limpo de quaisquer detritos ou vegetação e deve também ser feita a manutenção dos pontos singulares com eventuais reparações pontuais. Semestralmente, o sistema de drenagem deve ser desobstruído com a limpeza de caleiras e embocaduras de tubos de queda (Paiva *et al.*, 2006).

### 6.3. Propostas de desenvolvimento futuro

A dissertação desenvolvida abre caminho para a realização de outros estudos a partir do tipo de dados recolhidos e da metodologia utilizada, fazendo novas análises sob outras perspetivas. Consideram-se úteis as seguintes possibilidades para desenvolvimentos futuros:

- tendo o presente estudo incidido sobre uma amostra de escolas com características similares e sendo simultaneamente realizados estudos sobre outras tipologias de escolas secundárias segundo a mesma metodologia, efetuar uma análise conjunta com o objetivo de compreender as principais diferenças construtivas e do estado de degradação que distinguem as escolas industriais dos liceus e das escolas pavilhonares;
- estabelecer como caso de estudo uma das escolas industriais da amostra que já tenha sido reabilitada e perceber como foram resolvidas as ocorrências mais graves detetadas em fase de peritagem e qual o grau de sucesso das soluções aplicadas; esta análise deve apoiar-se não só na visita ao local, mas também na consulta dos projetos e no contacto com os projetistas e o diretor de obra;
- desenvolver um canal de comunicação que chegue aos projetistas e principais intervenientes em obra, com o objetivo de os sensibilizar para as questões levantadas neste estudo, e noutros do mesmo âmbito, e que podem ser evitadas logo a partir do projeto ou da execução;
- utilizar o modelo de base de dados desenvolvido noutros estudos sobre o estado de degradação de uma amostra homogénea de edificado, adaptando-o e melhorando-o pontualmente, e efetuando, desde logo, um trabalho de campo com informações recolhidas com vista a este modelo específico;
- tratando-se de um modelo de informação que abrange a totalidade do edifício, registando as ocorrências mais simples e as mais complexas, desenvolver uma metodologia complementar que inclua a indicação de meios de diagnóstico rigorosos para os casos mais graves, indo assim além da inspeção visual e qualitativa;
- aplicar o modelo de base dados desenvolvido a um modelo informático mais avançado que possa ter utilidade profissional no campo da gestão e manutenção de edifícios; esta versão

deve partir de casos-tipo comuns, indicando as possibilidades para a sua reparação, sendo progressivamente introduzidas novas situações e soluções que a enriqueçam; além disso, para que este modelo funcione, deve apoiar-se num guião metodológico com um protocolo de inspeção dos edifícios e um manual de inserção de dados;

- o modelo informático de gestão e manutenção de edifícios seria mais rico se incluísse a linha temporal, incluindo a informação das datas de inspeção e das datas de manutenção, podendo, então, alertar para as necessidades de inspeção e manutenção de determinado edifício ou elemento construtivo.

# Bibliografia

---

ARQUIVO do Ministério da Educação, «Projecto Mercúrio», *Projetos de escolas industriais e comerciais*, [s.d.], [base de dados], PT/MESG/CE/ETS/A/01/01, sinopse do conteúdo. Disponível no InfoGestNet - Sistema de Pesquisa InterArquivos [Acedido a 2012-01-18].

AZZALIN, Maria, LAURIA, Massimo, *Building pathology database and maintenance approach in a well defined context: Calabrian Historical Centres*, Atas do 10º DBMC - International Conference on Durability of Building Materials and Components, Lyon, Abril de 2005, TT7-125.

BENOLIEL, Joshua, *Obras no Liceu Passos Manuel*, 1907. [fotografia] Arquivo Municipal de Lisboa.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, RORIZ, Luís, CORREIA, João, PAULO, Pedro, FLORES, Inês, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Gil Vicente*, Relatório ICIST, EP 32/07, Lisboa, Setembro de 2007a.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, PAULO, Pedro, FLORES, Inês, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária D. Manuel I*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 38/07, Setembro de 2007b.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, PAULO, Pedro, FLORES, Inês, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Eça de Queirós*, Relatório ICIST, EP 45/07, Lisboa, Outubro de 2007c.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária de Santo André*, Relatório ICIST, EP 45/08, Lisboa, Outubro de 2008a.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária de S. Lourenço*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 46/08, Outubro de 2008b.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Diogo de Gouveia*, Relatório ICIST, EP 58/08, Lisboa, Outubro de 2008c.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária D. Sancho II*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 57/08, Outubro de 2008d.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Dr. Solano de Abreu*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 42/08, Outubro de 2008e.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Emídio Navarro*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 35/08, Outubro de 2008f.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Francisco de Arruda*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 36/08, Outubro de 2008g.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Jácome Ratton*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 37/08, Outubro de 2008h.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Padre Alberto Neto*, Relatório ICIST, EP 34/08, Lisboa, Outubro de 2008i.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Pedro de Santarém*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 56/08, Outubro de 2008j.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Rainha Santa Isabel*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 52/08, Outubro de 2008k.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Sá da Bandeira*, Relatório ICIST, EP 54/08, Lisboa, Outubro de 2008l.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Sebastião da Gama*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 39/08, Outubro de 2008m.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, FLORES, Inês, PAULO, Pedro, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária de Moura*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 28/10, Junho de 2010a.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, FLORES, Inês, PAULO, Pedro, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Ferreira Dias*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 23/10, Junho de 2010b.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, FLORES, Inês, PAULO, Pedro, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Henriques Nogueira*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 26/10, Junho de 2010c.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, FLORES, Inês, PAULO, Pedro, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária João de Deus*, Relatório ICIST, EP 29/10, Lisboa, Junho de 2010d.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, FLORES, Inês, PAULO, Pedro, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Jorge Peixinho*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 32/10, Junho de 2010e.

BRANCO, Fernando A., BRITO, Jorge de; FERREIRA, João, CORREIA, João, FLORES, Inês, PAULO, Pedro, *Peritagem às anomalias construtivas da Escola Secundária Tomás Cabreira*, Lisboa, Relatório ICIST, EP 31/10, Junho de 2010f.

BREITLING, Stefan *et al.*, *História da arquitectura - da antiguidade aos nossos dias*, Colónia, Könnemann Verlagsgesellschaft mbH, 2000

- CANIGGIA, Gianfranco, MAFFEI, Gian Luigi, *Tipología de la edificación: estructura del espacio antropico*, Madrid, Celeste Ediciones, 1995.
- CARRIÓ, Juan Monjo, «Chequeo constructivo de las fachadas de Madrid/España», Julho/Agosto de 1988, *Informes de la Construcción*, Vol. 40, n.º 396, pp. 49-60.
- CARRIÓ, Juan Monjo, «Chequeo constructivo de fachadas de Madrid/España», Março/Abril de 1992, *Informes de la Construcción*, Vol. 23, n.º 418, pp. 35-52.
- CARRIÓ, Juan Monjo, «Durabilidad vs. vulnerabilidad», Julho/Setembro de 2007, *Informes de la Construcción*, Vol. 59, n.º 507, pp. 43-58.
- CENTRO Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, *Manual de aplicação de telhas cerâmicas*, Coimbra, Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica e Construção, 1998.
- CHONG, Wai-Kiong, LOW, Sui-Pheng, «Latent building defects: causes and design strategies to prevent them», Agosto de 2006, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol. 20, n.º 3, pp. 213-221.
- COSTA, Jorge Moreira da, *Métodos de avaliação da qualidade de projectos de edifícios de habitação*, Porto, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia, 1995, pp. 7-9.
- CURL, James Stevens, *Oxford dictionary of architecture and landscape architecture*, Oxford, Oxford University Press, 2000. [online] Disponível na www: <URL: <http://www.encyclopedia.com/doc/1O1-VoyseyCharlesFrancisnnsly.html> > [Acedido a 2012-05-22].
- DIAS, W. P. S., *Useful life of buildings*, Sri Lanka, Sri Lanka Accounting and Auditing Standards Monitoring Board, 2003.
- ELST, Tom, *Openluchschool*, 2011. [fotografia] Disponível na www: <URL: <http://verbouwingopenluchschool.blogspot.pt/2011/01/openluchschool.html> > [Acedido a 2012-05-28].
- ESCOLA Industrial Marquês de Pombal, *Escola Industrial Marquês de Pombal, 1888-1963*, [s.l.], Aço Irmãos Lda., 1963.
- GASPAR, Pedro, BRITO, Jorge de, «Mapping defect sensitivity in external mortar renders», Outubro de 2005, *Construction and Building Materials*, Vol. 19, n.º 8, pp. 571-578.
- GILLARD, Derek, *The history of education in England*, 2011. [online] Disponível na www: <URL: <http://www.educationengland.org.uk/index.html> > [Acedido a 2012-06-03].
- GROPIUS, Walter, «O arquitecto na sociedade industrial», Abril de 1958, in *Binário*, n.º 1, pp. 2-5.
- HEITOR, Teresa (coord.), *Liceus, escolas técnicas e secundárias*, Lisboa, Parque Escolar EPE, Argumentum Edições, 2010.

ILOZOR, Benedict D., OKOROH, Michael I., EGBU, Charles, ARCHICENTRE, «Understanding residential house defects in Australia from the State of Victoria», Março de 2004, *Building and Environment*, Vol. 39, n.º 3, pp. 327-337.

JOSEPHSON, Per-Erik, HAMMARLUND, Yngve, «The causes and costs of defects in construction. A study of seven building projects», Agosto de 1999, *Automation in Construction*, Vol. 8, n.º 6, pp. 681-687.

JUNTA das Construções para o Ensino Técnico e Secundário, *Escola Industrial e Comercial de Setúbal*, 1951, [desenho de capa], Ensino Técnico e Secundário no Núcleo do Arquivo Técnico das Construções Escolares do Ministério da Educação.

KUHN, Christian, «Typology quarterly: schools», Fevereiro de 2012, in *The Architectural Review*, Vol. 231, n.º 1380, pp. 59-69.

LEITÃO, Dinis, ALMEIDA, Manuela, «Metodologia para a implementação de check lists em intervenções de reabilitação», Dezembro de 2004, *Revista Engenharia Civil*, n.º 21, pp. 59-70.

MASCARENHAS, Jorge, *Sistemas de Construção - IV. Coberturas planas, juntas, alumínio e materiais ferrosos*, Lisboa, Livros Horizonte, 2008.

MCBRIDE Charles Ryan, *Penleigh and Essendon Junior Boys School*. [desenho] Disponível na www: <URL: <http://www.dezeen.com/2011/08/26/penleigh-and-essendon-junior-boys-school-by-mcbride-charles-ryan/#more-150040> > [Acedido a 2012-06-03].

MINISTÉRIO das Obras Públicas, *35 anos, Junta das Construções para o Ensino Técnico e Secundário*, Lisboa, Ministério das Obras Públicas, 1963.

MOLNÁRKA, Gergely, «The methodology in visual examinations in building pathology», 2001, *Hungarian Electronic Journal of Sciences*, 10, HEJ Manuscript n.º CEA-001107.

MONIZ, Gonçalo Canto, «A construção do programa liceal: arquitectura, política e ensino», Maio de 2009, in *Arquitectura 21*, n.º 24, pp. 28-35.

OLIVEIRA, Mário de, *Fotografia aérea da Avenida de Roma e Avenida do Brasil*, 1953, [fotografia], Arquivo Municipal de Lisboa.

PAIVA, José Vasconcelos, AGUIAR, José, PINHO, Ana (Coord.), *Guia técnico de reabilitação habitacional*, Vol. 2, Lisboa, Instituto Nacional de Habitação, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006.

PORTO Editora, *Infopédia*, 2003-2012. [online] Disponível na www: <URL: <http://www.infopedia.pt/> > [Acedido a 2012-05-28].

PROENÇA, Jorge Miguel, GAGO, António Sousa, *Reforço sísmico de edifícios escolares*, Lisboa, Parque Escolar EPE, Argumentum Edições, 2011.



RODRIGUES, M. Fernanda S., TEIXEIRA, José M. C., CARDOSO, José C. P., «Building envelope anomalies: A visual survey methodology», Janeiro de 2011, *Construction and Building Materials*, Vol. 25, n.º 5, pp. 2741-2750.

SÁ, João, *Sistema de inspeção e diagnóstico de rebocos em paredes*, Lisboa, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UTL - Instituto Superior Técnico, 2011.

TÁVORA, José de Lencastre e, *Elementos para o estudo do Plano de Fomento 1959-1964. III Escolas Técnicas*, Lisboa, Ministério das Obras Públicas, 1956.

UNIÃO Internacional dos Arquitectos, «Carta das construções escolares», tradução de Artur Gonçalves, Fevereiro de 1965, in *Binário*, n.º 77, pp. 505-509.

VAZ, Diana Rosa Cipriano Oliveira, *Avaliação de desempenho de edifícios complexos: o edifício escolar dos anos 40 e 50 do século XX em Portugal*, Lisboa, Dissertação de Mestrado em Construção, UTL - Instituto Superior Técnico, 2008.

VESNIN, Alexander, *O edifício Arcos*, 1925. [desenho] Disponível na www: <URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vesnin\\_brothers\\_1925\\_Arcos\\_Bldg\\_draft.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vesnin_brothers_1925_Arcos_Bldg_draft.jpg) > [Acedido a 2012-05-25].

VILHENA, António, PEDRO, J. Branco, PAIVA, J. Vasconcelos, BENTO, João, COELHO, A. Baptista, *Método de avaliação das necessidades de reabilitação. Desenvolvimento e metodologia de aplicação.*, Atas do PATORREB 2009 - 3.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Porto, FEUP, Março de 2009, Vol. 2, pp. 513-518.

W86 - CIB, *Building pathology. A state-of-the-art report*, Delft, CIB Report Publication 155, CIB, 1993.

WESTON, Richard, *Plantas, cortes e elevações. Edifícios-chave do século XX*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2005.

WHEELWRIGHT, Edmund March, *School architecture. A general treatise for the use of architects and others*, Boston, Rogers & Manson, 1901.

WOOLNER, Pamela *et al.*, *School building programmes: motivations, consequences and implications*, Newcastle, School of Education, Communication and Language Sciences, University of Newcastle, 2005.



## **ANEXOS**



ANEXO A FOTOGRAFIAS DA *MECHANIC ARTS HIGH SCHOOL* EM BOSTON, C. 1893-1900



*Figura anexo A:1: Sala de aula (Boston Public Library).*



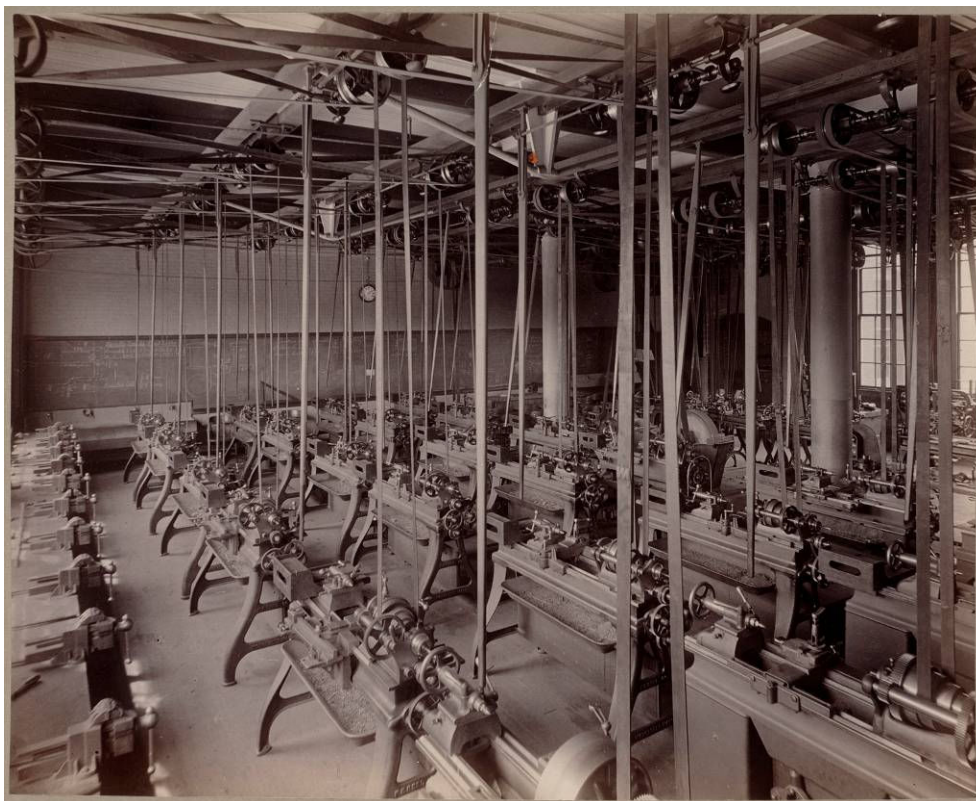
*Figura anexo A:2: Sala de desenho (City of Boston Archives).*



*Figura anexo A:3: Oficina de folha metálica (City of Boston Archives).*



*Figura anexo A:4: Turma a trabalhar na sala de forja (Boston Public Library).*



*Figura anexo A:5: A oficina das máquinas (Boston Public Library).*



*Figura anexo A:6: Sala de tornear madeira (Boston Public Library).:*



*Figura anexo A:7: Alunos a testar os seus trabalhos de carpintaria (Boston Public Library).*



## **ANEXO B**    DESENHOS DOS PROJETOS-TIPO PRINCIPAIS DE ESCOLAS INDUSTRIAIS E COMERCIAIS

Nas páginas seguintes, são apresentados desenhos exemplificativos de escolas construídas segundo os dois projetos-tipo principais para escolas industriais e comerciais.

A primeira escola apresentada foi construída segundo o Anteprojeto-tipo das Escolas do Ensino Profissional. A segunda escola foi construída de acordo com o Projeto Mercúrio.

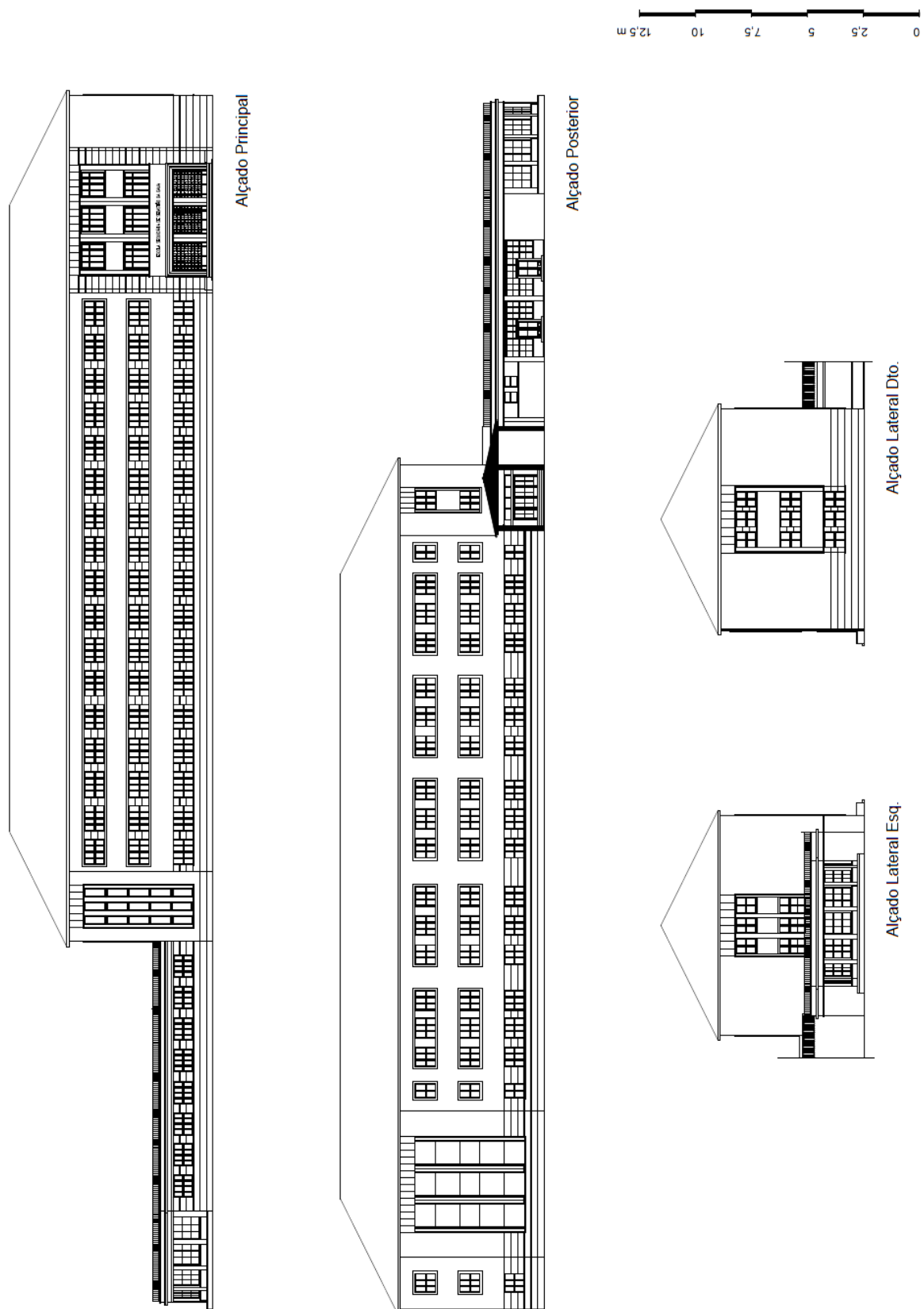


Figura anexo B:1: Anteprojecto-tipo das Escolas do Ensino Profissional: alçados do corpo principal.

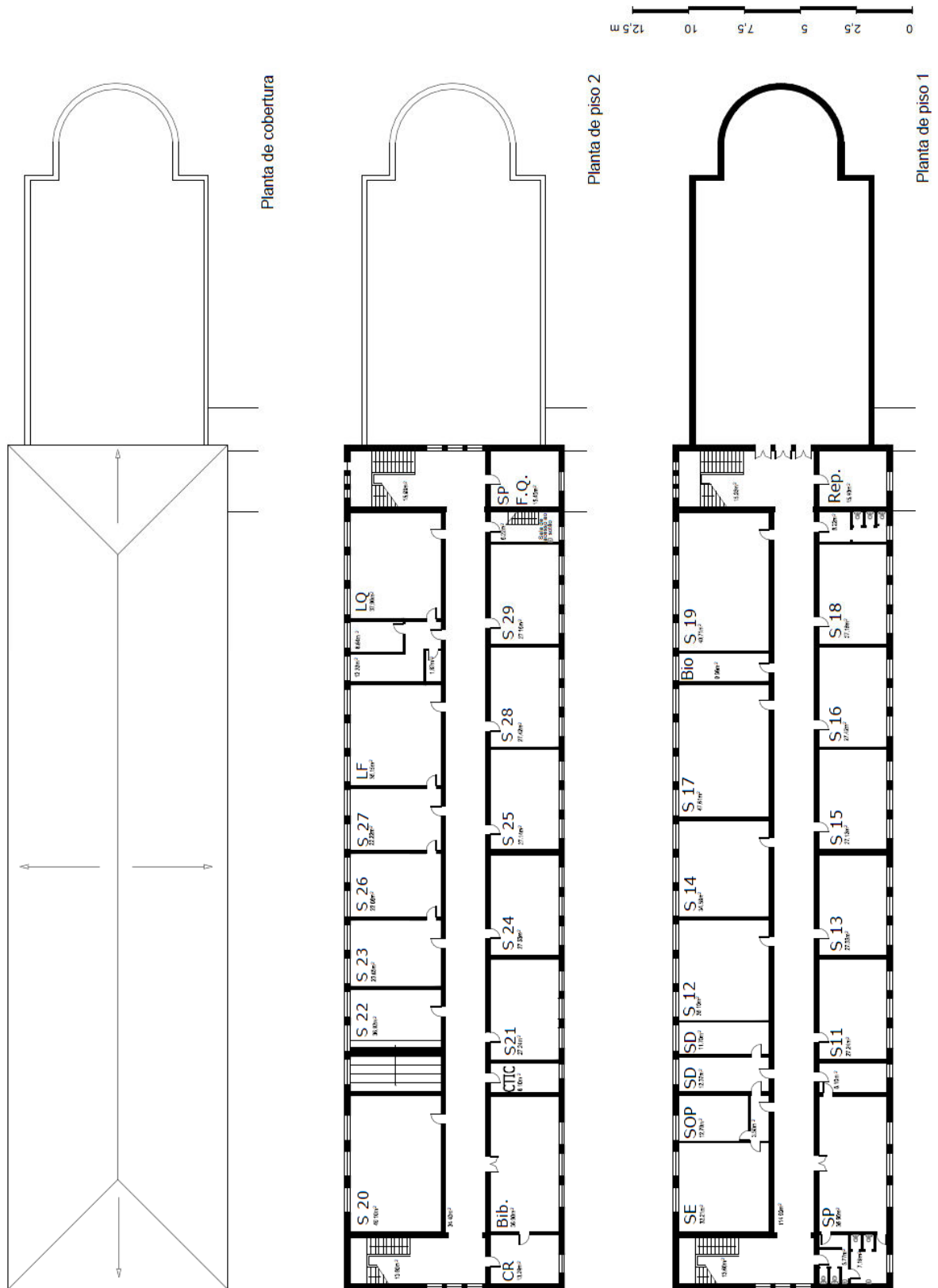


Figura anexo B:2: Anteprojeto-tipo das Escolas do Ensino Profissional; plantas do corpo principal.



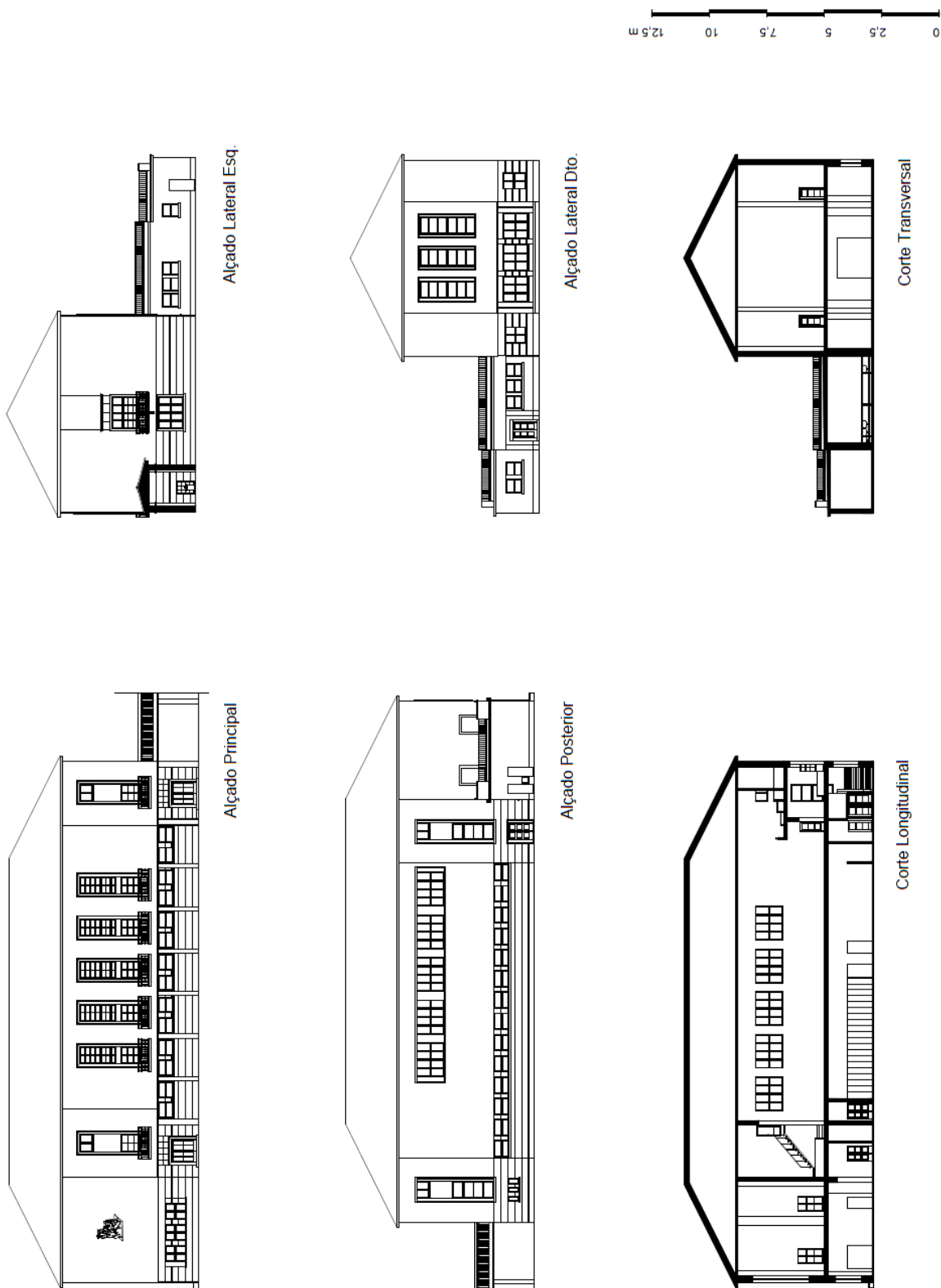


Figura anexo B:4: Anteprojeto-tipo das Escolas do Ensino Profissional: alçados e cortes do ginásio.

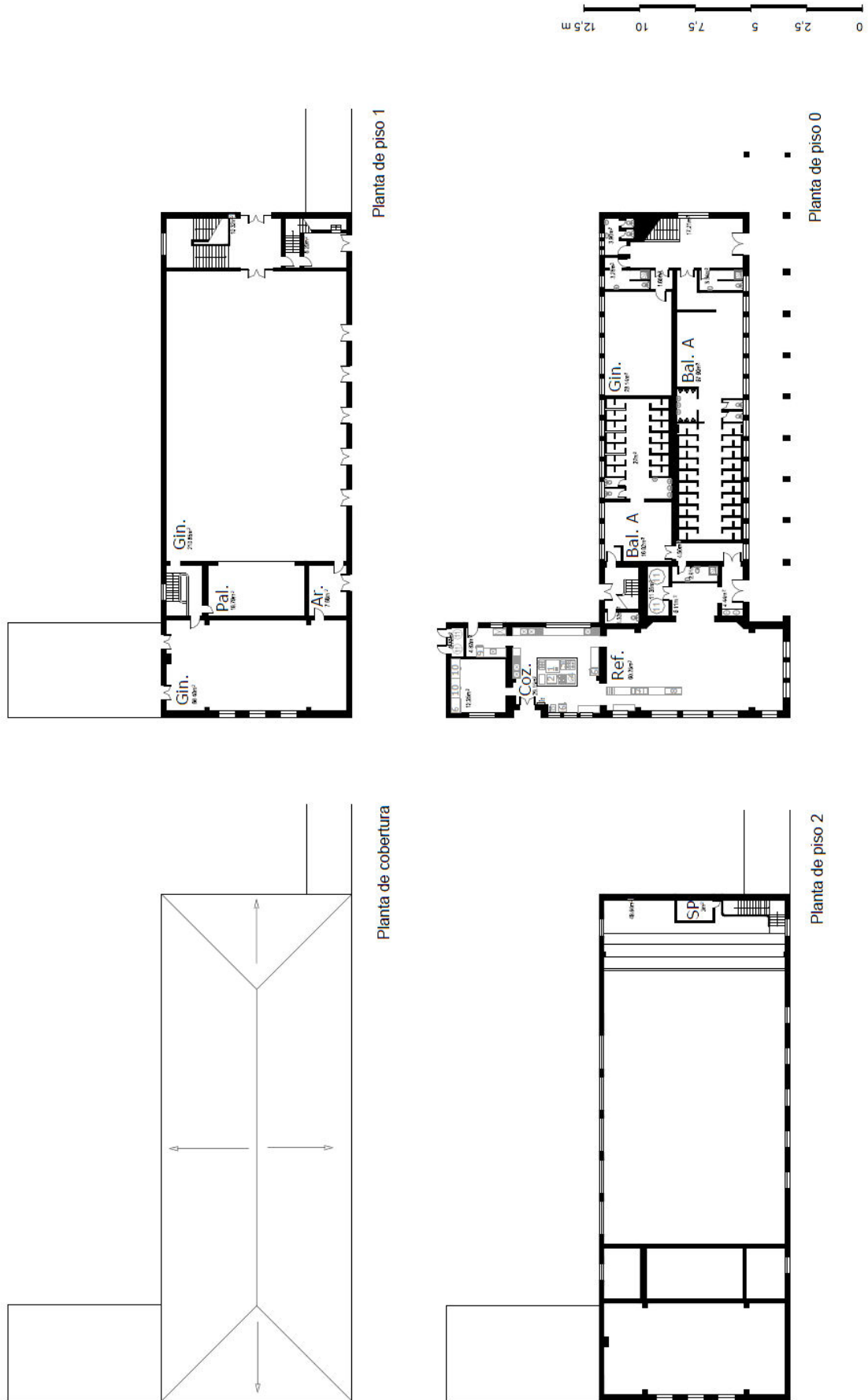


Figura anexo B:5: Anteprojeto-tipo das Escolas do Ensino Profissional: plantas do ginásio.

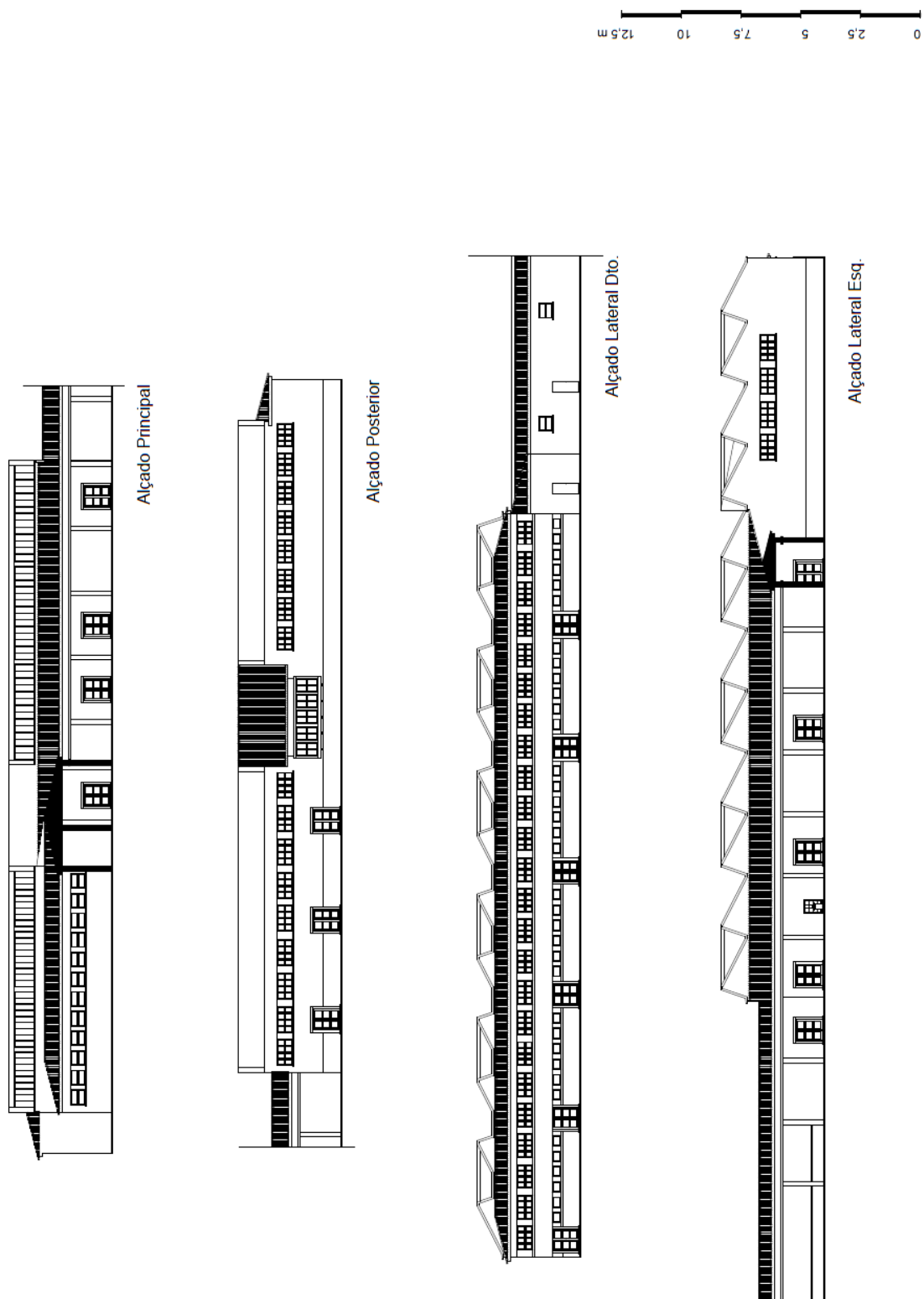


Figura anexo B:6: Anteprojeto-tipo das Escolas do Ensino Profissional: alçados do bloco oficial.

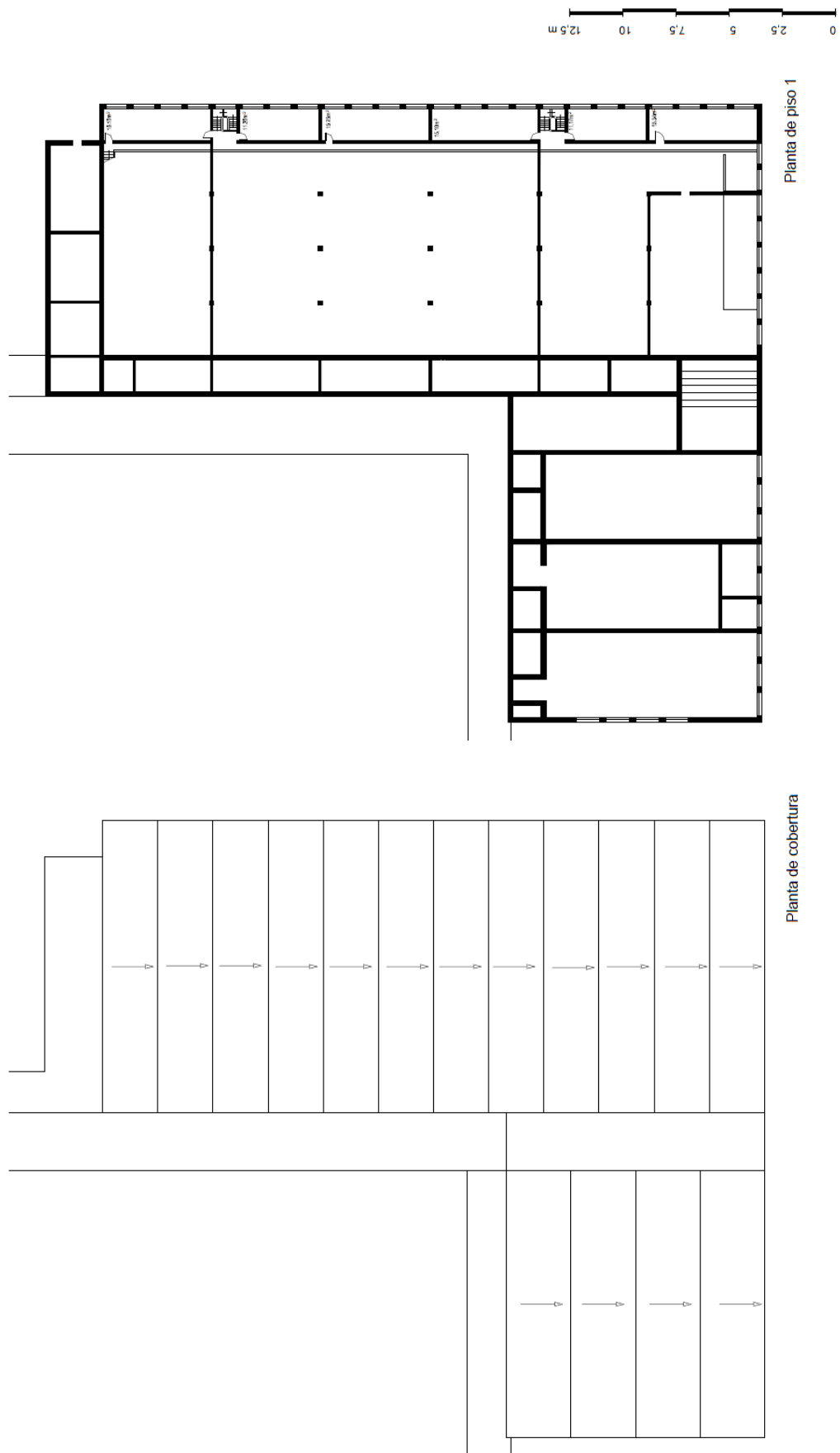


Figura anexo B:7: Anteprojeto-tipo das Escolas do Ensino Profissional: plantas do bloco oficial.



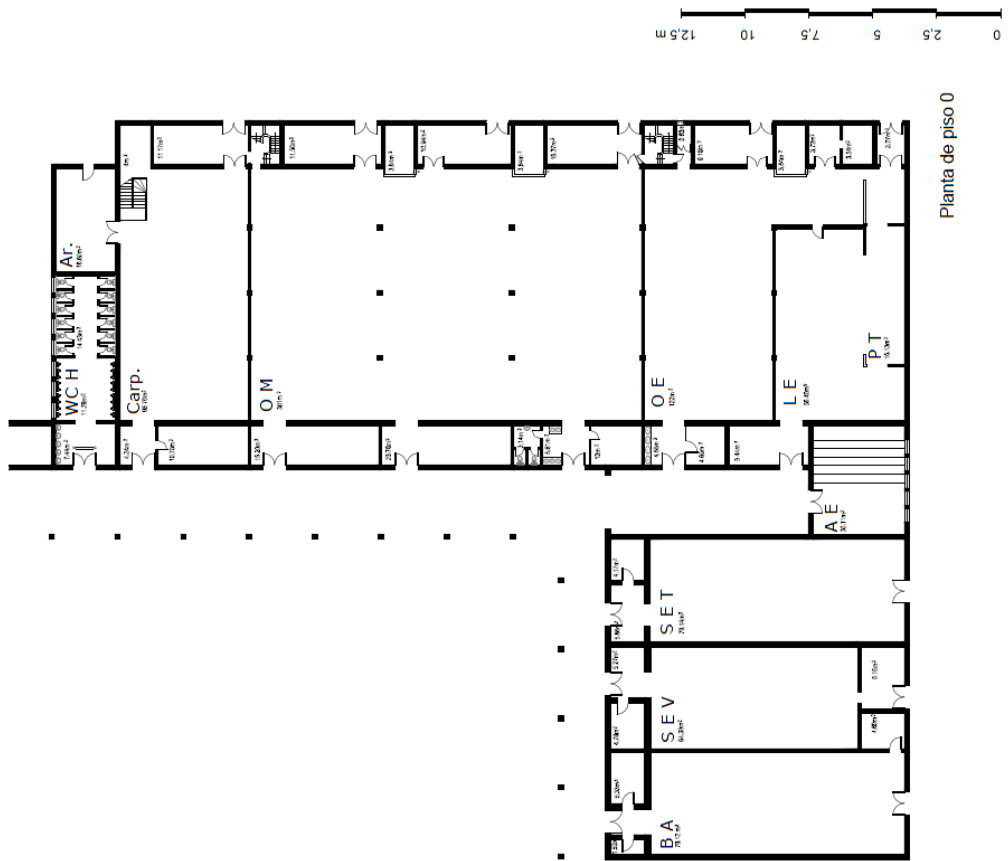


Figura anexo B:8: Anteprojeto-tipo das Escolas do Ensino Profissional: plantas do bloco oficial.

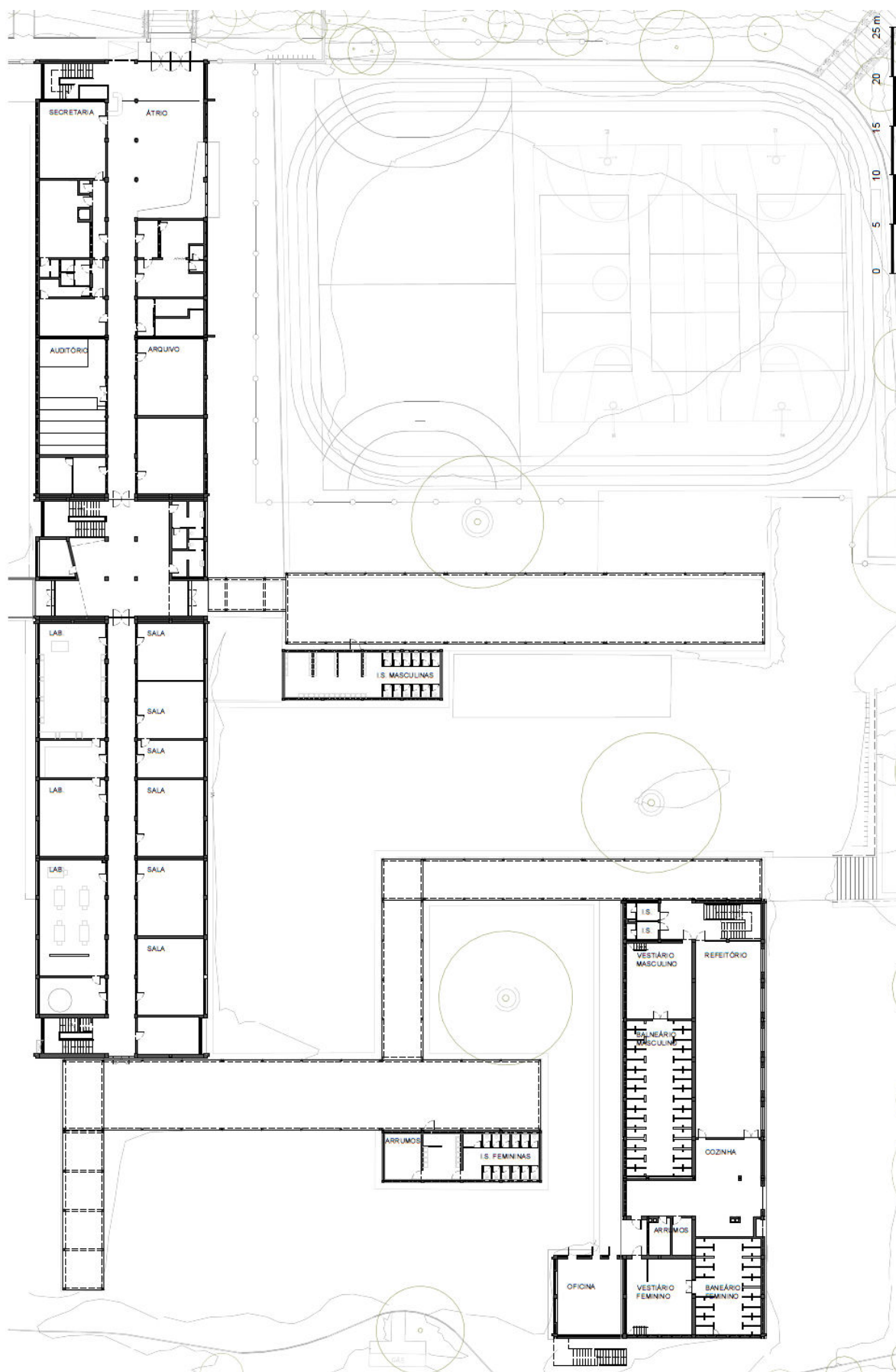


Figura anexo B-9: Projeto Mercúrio: planta do piso 0 do corpo principal e do ginásio.

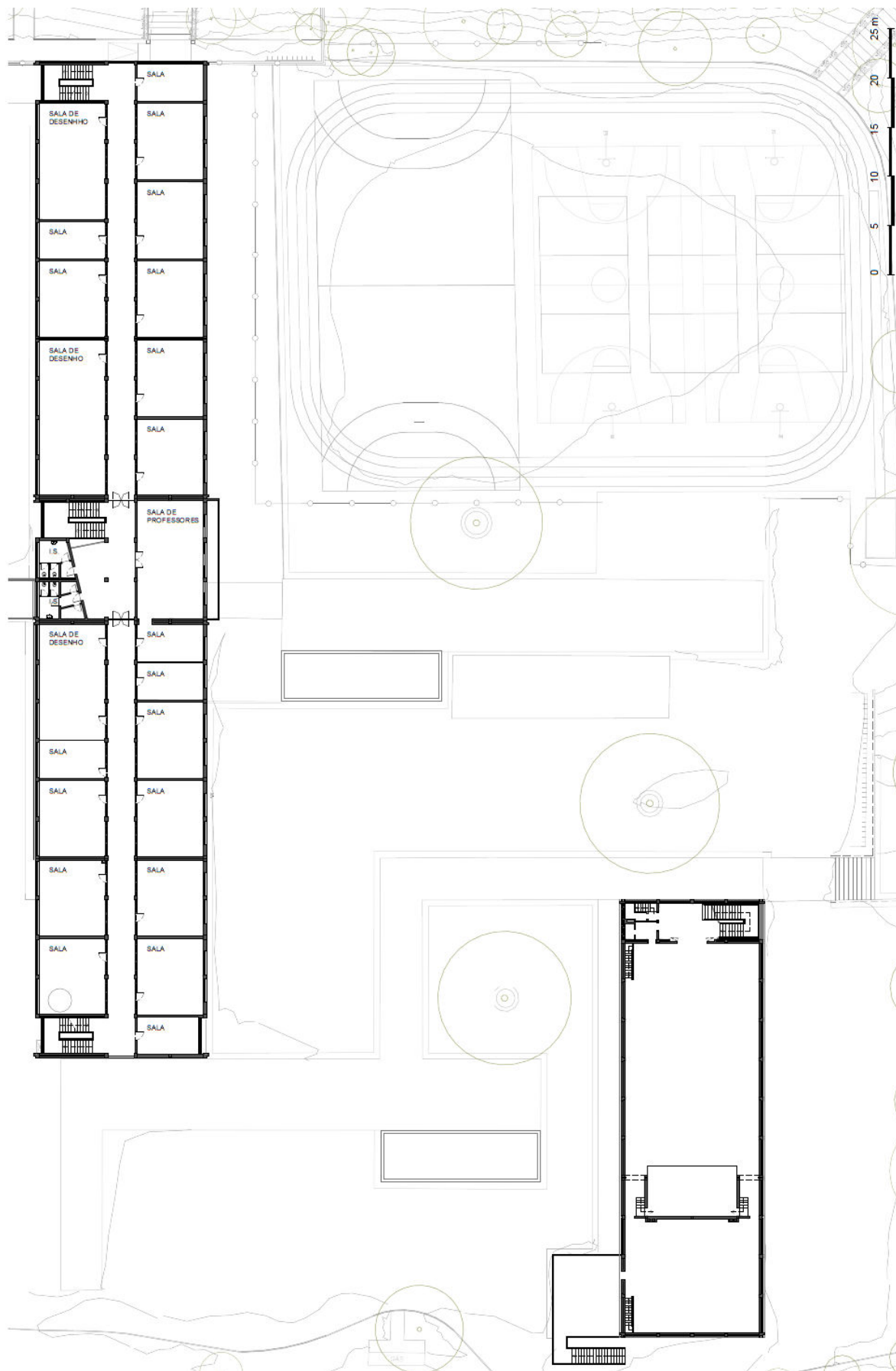


Figura anexo B:10: Projeto Mercúrio: planta do piso 1 do corpo principal e do ginásio.

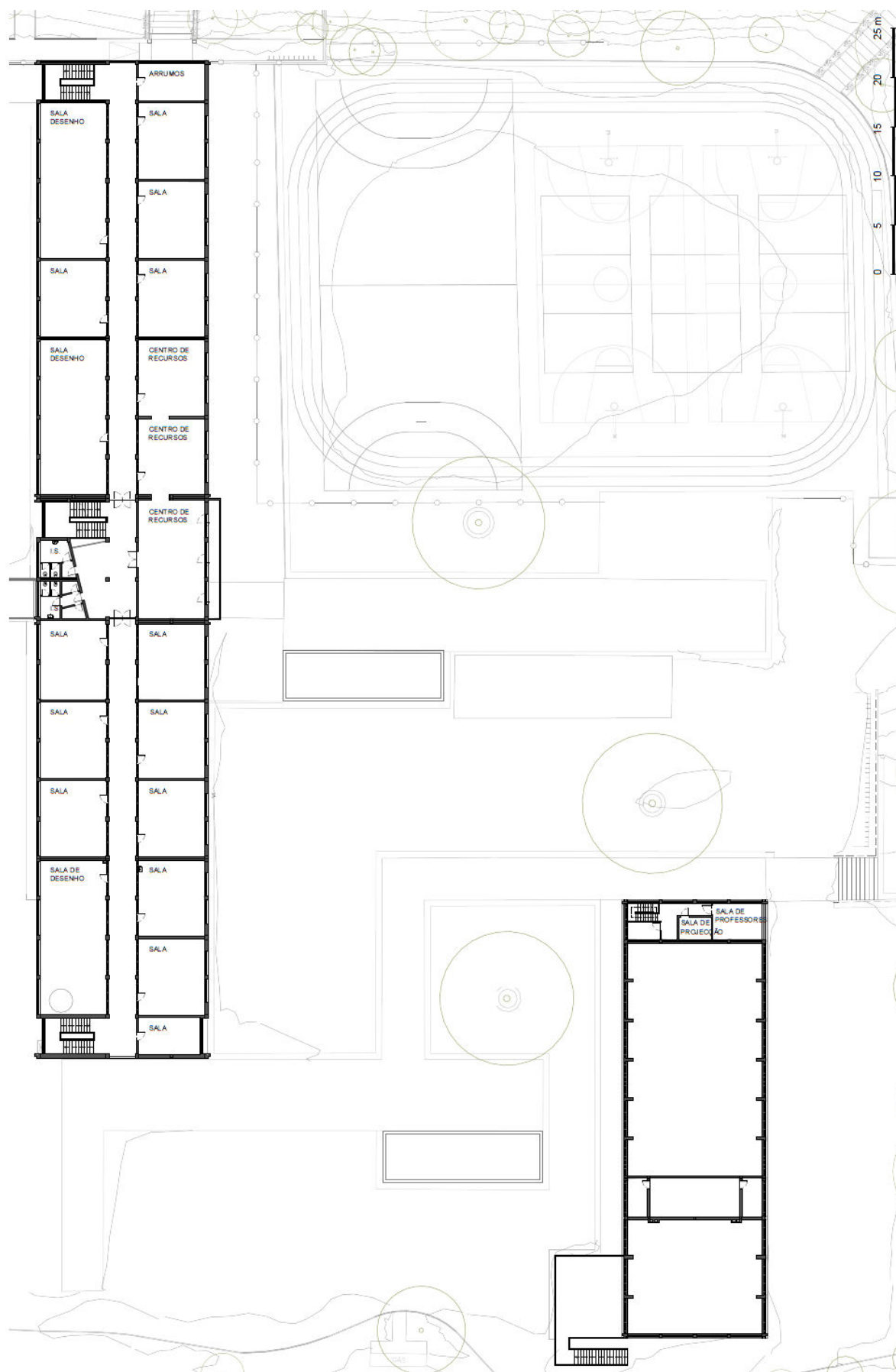


Figura anexo B:11: Projeto Mercúrio: planta do piso 2 do corpo principal e do ginásio.

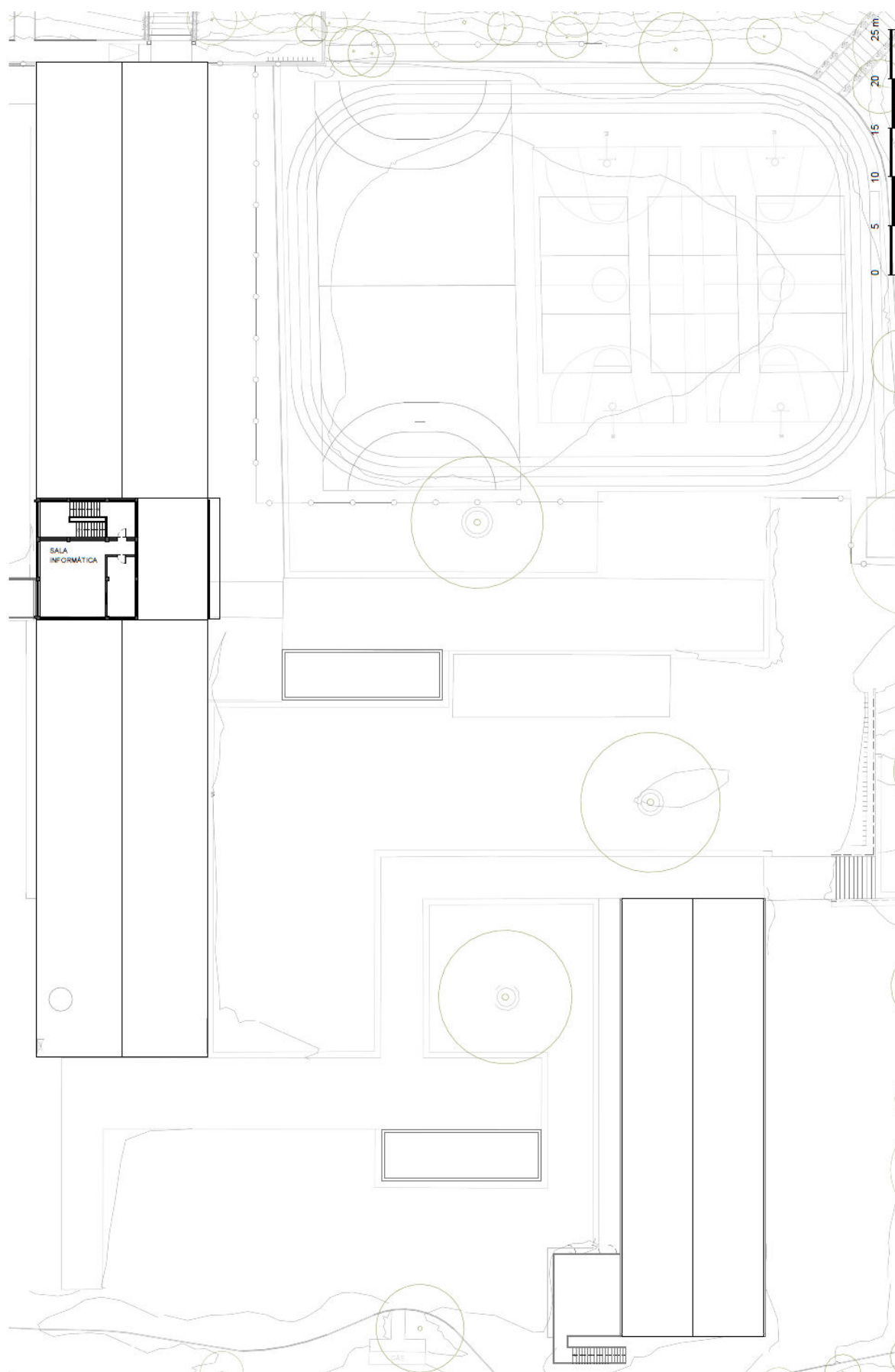
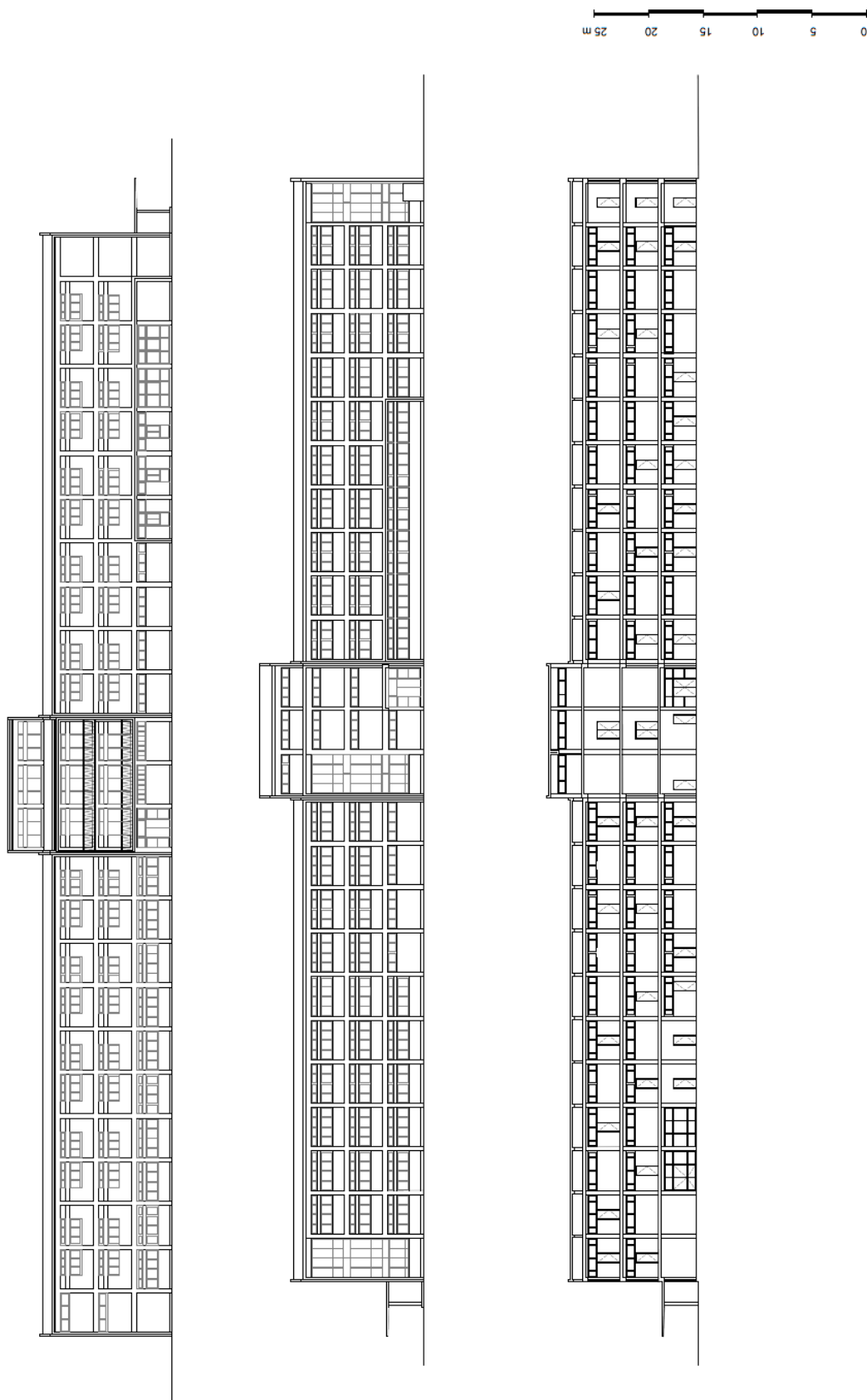
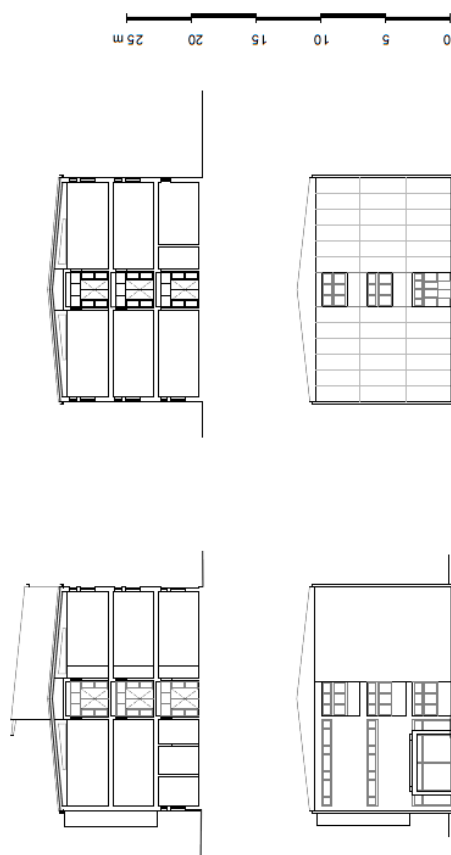


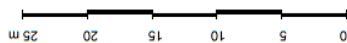
Figura anexo B:12: Projeto Mercúrio: planta do piso 3 do corpo principal e da cobertura do ginásio.



*Figura anexo B:13: Projeto Mercúrio: alçados e corte longitudinal do corpo principal.*

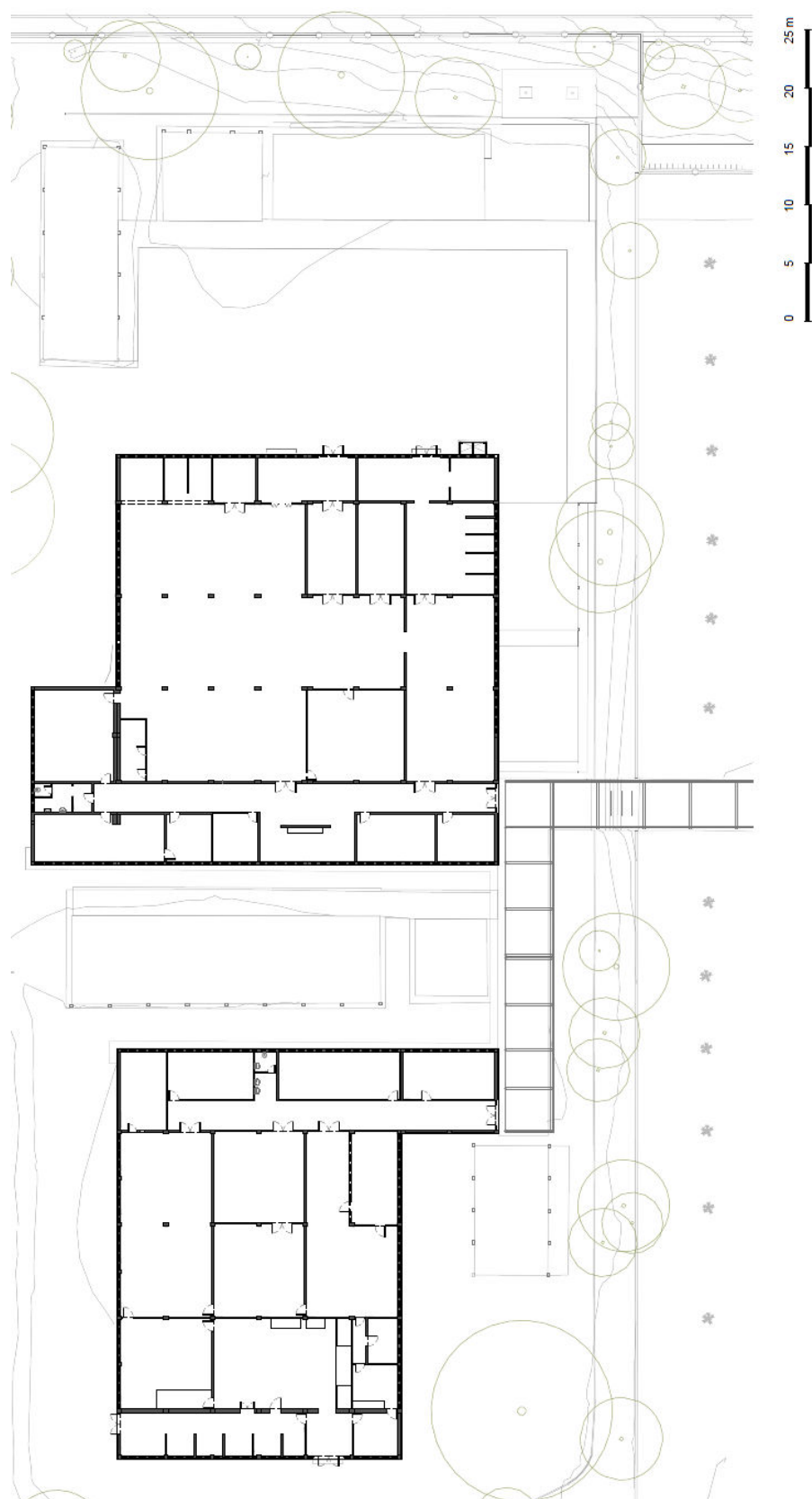


*Figura anexo B:14: Projeto Mercúrio: alçados e cortes transversais do corpo principal.*

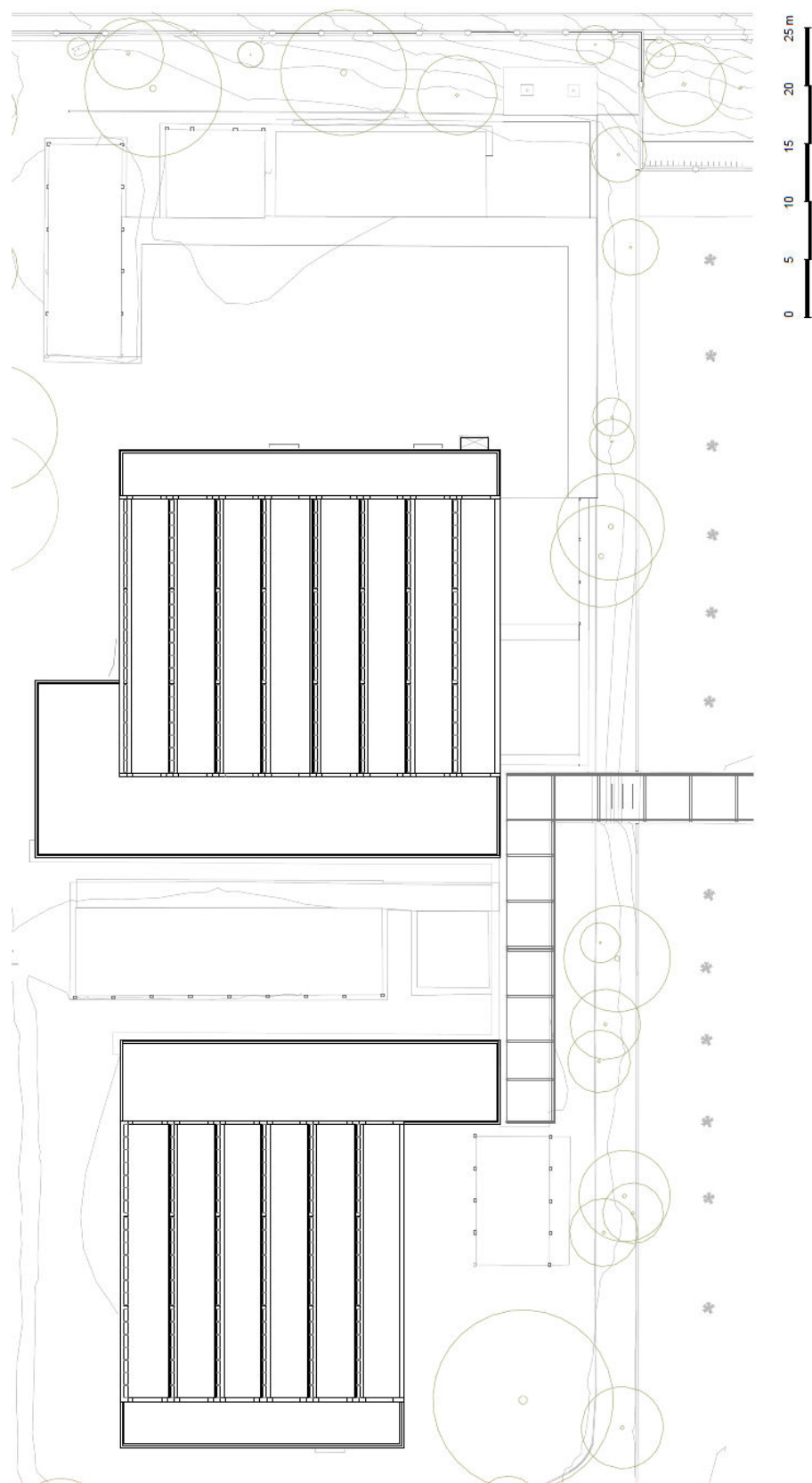


*Figura anexo B:15: Projeto Mercúrio: alçados e cortes do ginásio.*

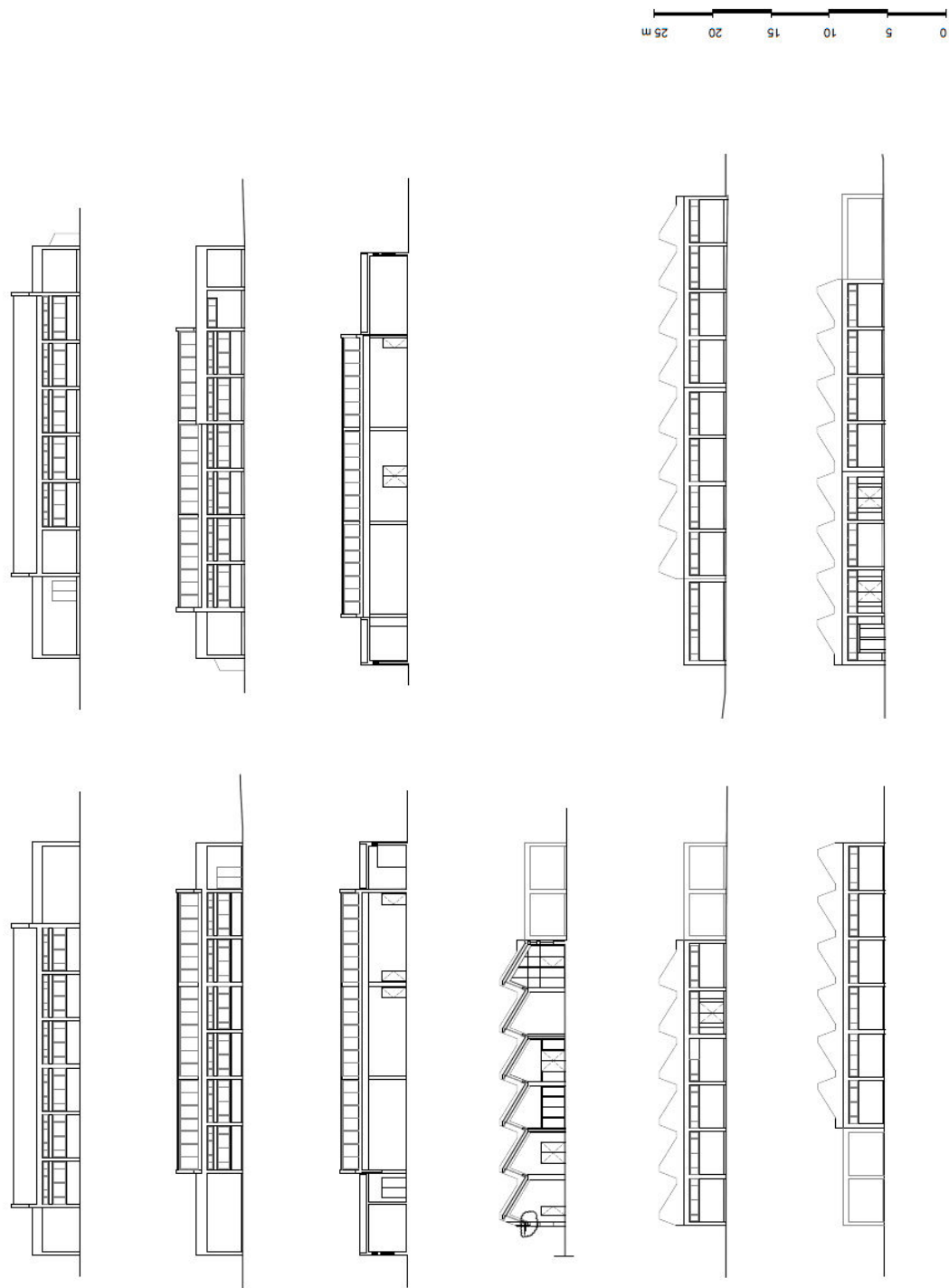




*Figura anexo B:16: Projeto Mercúrio: planta do piso 0 dos blocos oficiais.*



*Figura anexo B:17: Projeto Mercúrio: planta de cobertura dos blocos oficinais.*



*Figura anexo B:18: Projeto Mercúrio: alçados e cortes dos blocos oficinais.*



## **ANEXO C**    MODELO DA BASE DE DADOS DESENVOLVIDA

Nas páginas seguintes, apresenta-se o modelo da base de dados desenvolvida sem qualquer preenchimento e com as indicações básicas acerca de cada campo de informação. As listas referidas para determinados campos são aquelas que são apresentadas no capítulo 4 desta dissertação.



Tabela anexo C.1: Modelo da base de dados: folha Caracterização.

1. ESCOLAS											
caracterização	identificação	n.º de ordem	[n.º tabela ICIST]								
		nome	E. S. / E. B. / E. [nome]								
		esquema	[imagem esquemática implantação]								
	tipologia	liceu	[escolher 1 de 4]								
		industrial	[escolher 1 de 4]								
		pavilhonar	[escolher 1 de 4]								
		singulares	[escolher 1 de 4]								
	data de construção	década	1910	[escolher 1 de 9]							
			1920	[escolher 1 de 9]							
			1930	[escolher 1 de 9]							
			1940	[escolher 1 de 9]							
			1950	[escolher 1 de 9]							
			1960	[escolher 1 de 9]							
			1970	[escolher 1 de 9]							
			1980	[escolher 1 de 9]							
		1990	[escolher 1 de 9]								
	ano	[AAAA]									
	área	terreno	[área] m²								
		implantação	[área] m²								
		bruta de construção	[área] m²								
	edifícios constituintes	quantidade	[n.º total edifícios]		quant.	bloco	implantação	pisos	ano		
		tipologia funcional	L / I / P / S	[designação da tipologia funcional]	[n.º de edifícios da tipologia funcional]	[designação específica do bloco]	[área] m²	[n.º pisos]	[AAAA]		
		Estrutura	Elementos verticais	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Elementos horizontais	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Escadas	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
Fundações			[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]								
Paredes			Suporte	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			divisórias	Revestimentos	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]						
de fachada			Suporte	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Revestimentos	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
Pavimentos			Revestimentos	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
Cobertura			Tipologia	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Estrutura	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Revestimentos	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Impermeabilização	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Drenagem	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
Vãos			Caixilhos	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Vidros	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Protecção	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
			Guarnição	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
Outros		[itens lista de materiais]	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]								
informação adicional		Paredes	Revestimentos	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							
		Pavimentos	Revestimentos	[referência à lista de materiais para caracterização construtiva]							

Tabela anexo C.2: Modelo da base de dados: folha Localização.

1. ESCOLAS				
localização	distrito	[nome do distrito da escola]		
	concelho	[nome do concelho da escola]		
	cidade	[nome da cidade da escola]		
	rua	[nome do arruamento da escola]		
	meio envolvente	ME 1 urbano tipo I	[escolher 1 de 3]	
		ME 2 urbano tipo II	[escolher 1 de 3]	
		ME 3 rural	[escolher 1 de 3]	
	condições de exposição	CE 1	[escolher 1 de 3]	Situação protegida / Situação normal / Situação exposta
		CE 2	[escolher 1 de 3]	Situação protegida / Situação normal / Situação exposta
		CE 3	[escolher 1 de 3]	Situação protegida / Situação normal / Situação exposta

Tabela anexo C.3: Modelo da base de dados: folha Anomalias.

2. ANOMALIAS										
localização específica	envolvente	## (código grupo EFM)	[designação grupo EFM]	### (código EFM)	[designação EFM]	[designação específica do bloco]	[referência ao código da anomalia - lista de Anomalias]	[referência à designação da anomalia - lista anomalias]	Imagem	[fotografia da anomalia 450 pixel largura, 150 dpi] [código da imagem no relatório] – [legenda]
									Quantidade de elementos afetados	pontual / generalizado
									Edifícios	I.TF# [referência à tipologia funcional - folha Caracterização]
									Causas possíveis	C# [referência ao grupo de causas - lista Causas]
										C#a [referência à causa - lista Causas]
									Precedência de anomalias	A# [referência a anomalia precedente - lista Anomalias]
									Quadrante solar relevante	Norte / Sul / Este / Oeste
									Espaço funcional relevante	E# [referência ao compartimento - lista Espaços Funcionais]
									Gravidade	1/2/3
									Futuros desenvolvimentos / consequências	A# [referência a anomalia subsequente - lista Anomalias]
										R# [referência ao grupo de recomendações - lista Recomendações]
										R#a [referência à recomendação - lista Recomendações]
Observações	[considerações não especificadas - opcional]									
localização específica	envolvente	## (código grupo EFM)	[designação grupo EFM]	### (código EFM)	[designação EFM]	[designação específica do bloco]	[referência ao código da anomalia - lista de Anomalias]	[referência à designação da anomalia - lista anomalias]	Imagem	[fotografia da anomalia 450 pixel largura, 150 dpi] [código da imagem no relatório] – [legenda]
									Quantidade de elementos afetados	pontual / generalizado
									Edifícios	I.TF# [referência à tipologia funcional - folha Caracterização]
									Causas possíveis	C# [referência ao grupo de causas - lista Causas]
										C#a [referência à causa - lista Causas]
									Precedência de anomalias	A# [referência a anomalia precedente - lista Anomalias]
									Quadrante solar relevante	Norte / Sul / Este / Oeste
									Espaço funcional relevante	E# [referência ao compartimento - lista Espaços Funcionais]
									Gravidade	1/2/3
									Futuros desenvolvimentos / consequências	A# [referência a anomalia subsequente - lista Anomalias]
										R# [referência ao grupo de recomendações - lista Recomendações]
										R#a [referência à recomendação - lista Recomendações]
Observações	[considerações não especificadas - opcional]									
localização específica	interior	## (código grupo EFM)	[designação grupo EFM]	### (código EFM)	[designação EFM]	[designação específica do bloco]	[referência ao código da anomalia - lista de Anomalias]	[referência à designação da anomalia - lista anomalias]	Imagem	[fotografia da anomalia 450 pixel largura, 150 dpi] [código da imagem no relatório] – [legenda]
									Quantidade de elementos afetados	pontual / generalizado
									Edifícios	I.TF# [referência à tipologia funcional - folha Caracterização]
									Causas possíveis	C# [referência ao grupo de causas - lista Causas]
										C#a [referência à causa - lista Causas]
									Precedência de anomalias	A# [referência a anomalia precedente - lista Anomalias]
									Quadrante solar relevante	Norte / Sul / Este / Oeste
									Espaço funcional relevante	E# [referência ao compartimento - lista Espaços Funcionais]
									Gravidade	1/2/3
									Futuros desenvolvimentos / consequências	A# [referência a anomalia subsequente - lista Anomalias]
										R# [referência ao grupo de recomendações - lista Recomendações]
										R#a [referência à recomendação - lista Recomendações]
Observações	[considerações não especificadas - opcional]									



