



Escolas do concelho de Matosinhos com estrutura de betão armado. Contributo para a gestão das intervenções de reparação ou de reforço.

FREDERICO DUARTE RODRIGUES ALVES
Outubro de 2015

Instituto Politécnico do Porto
Instituto Superior de Engenharia

**Escolas do concelho de Matosinhos com estrutura de
betão armado. Contributo para a gestão das
intervenções de reparação ou de reforço.**

Frederico Duarte Rodrigues Alves

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
Mestre em Engenharia Civil – Ramo de Estruturas

Orientador

Engenheiro José Filinto Castro Trigo

Supervisor

Engenheiro Manuel Correia Mendes

Porto

Outubro de 2015

Índice geral

Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos.....	ix
Índice de Texto.....	xi
Índice de Figuras	xv
Índice de Quadros.....	xxiii
Capítulo 1 - Introdução	1
Capítulo 2 - Enquadramento Histórico da Construção Escolar Primária	3
Capítulo 3 - Escolas do Concelho de Matosinhos.....	13
Capítulo 4 - Metodologias de Inspeção.....	37
Capítulo 5 - Ensaios de Diagnóstico	85
Capítulo 6 - Caso de Estudo: Escola Básica da Portela	99
Capítulo 7 - Estágio na Câmara Municipal de Matosinhos.....	166
Capítulo 8 - Conclusões	172
Referências Bibliográficas	174
Anexos.....	180

Resumo

O presente trabalho pretende contribuir para a gestão das intervenções de reparação e de reforço das escolas do concelho de Matosinhos com estrutura de betão armado.

Apresenta-se uma síntese sobre a história do edifício escolar e do seu desenvolvimento em território nacional.

Desenvolve-se uma pesquisa bibliográfica sobre metodologias de inspeção adotadas em território nacional e internacionalmente.

Identificaram-se diferentes tipologias estruturais e arquitetónicas das escolas de Matosinhos, seleccionou-se a mais representativa e, aparentemente, a que envolve casos com estados de conservação mais deficientes, definiu-se uma metodologia de inspeção estrutural e desenvolveram-se as respetivas fichas de inspeção.

Seleccionou-se e inspecionou-se visualmente um corpo da Escola Básica da Portela, de tipologia P3 e realizaram-se diferentes ensaios de diagnóstico. Comparam-se os respetivos resultados com os obtidos na inspeção da Escola da Amieira, do mesmo concelho e com a mesma tipologia.

Propõem-se soluções de reparação com base no resultado da inspeção visual, nos ensaios de diagnóstico e na norma NP EN 1504-9. Estima-se o respetivo custo e sugere-se uma metodologia de extrapolação das conclusões e do estabelecimento de uma estimativa orçamental das intervenções de reparação das restantes escolas tipo P3 deste concelho e de outras com idênticas tipologias, localizações e condições ambientais envolventes.

Abstract

The present work intends to contribute to the management of the interventions of repair and of reinforcement of the schools of the county of Matosinhos with reinforced concrete structure.

A synthesis is presented on the history of school building and its development in the national territory.

A bibliographical inquiry is developed on methodologies of inspection adopted in the national territory and at international level.

Different structural and architectural typologies were identified and, in the schools of Matosinhos, the most representative was selected, apparently, the one which involves cases with the most serious states of conservation; a methodology of structural inspection was defined and the correspondent checklists of inspection were developed.

One body of the Basic School of Portela of typology P3 was selected and visually inspected, and different tests of diagnostics were performed. The correspondent results were compared to those obtained in the inspection of the Basic School of Amieira, of the same district and within the same typology.

Solutions of repair are proposed based on the result of the visual inspection, the tests of diagnostics and the standard-norm NP EN 1504-9. The correspondent cost is estimated and a methodology of extrapolation of the conclusions and of the establishment of a budgetary estimate of the interventions of repair is suggested for the remaining schools type P3 of this county and of others with similar typologies, location and surrounding environmental conditions.

Agradecimentos

Muitos foram os contributos que ajudaram a materializar o trabalho que agora se apresenta. Por essa razão desejo expressar um sincero agradecimento:

Ao Sr. Engenheiro José Filinto Trigo, pelo interesse, rigor, críticas construtivas e profissionalismo que tanto admiro, sobretudo, pela disponibilidade, incentivo, apoio, empenho, dedicação, transmissão de conhecimentos científicos e na imprescindível contribuição e orientação.

À Câmara Municipal de Matosinhos, em particular, ao Sr. Presidente da Câmara Dr. Guilherme Pinto pela oportunidade da realização do presente estágio, bem como a todos os colaboradores pelo apoio e simpatia demonstrados. Qualidades que reforçaram o respeito e admiração que tenho por todos.

Ao Sr. Engenheiro Manuel Mendes pelo auxílio, acompanhamento e interesse manifestado na execução deste trabalho.

À Professora Doutora Ana Paula Vieira, da Direção Regional de Educação do Norte e professora na Universidade Lusíada do Porto, pelo prestável apoio, amabilidade e partilha de conhecimentos, que permitiu a realização do enquadramento histórico da construção escolar primária.

Ao Sr. Ascensão, responsável pelo arquivo da Direção Regional de Educação do Norte, pelas informações fornecidas relativamente ao projeto de tipologia P3.

À Professora Doutora Isabel Fernandes, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pelo tempo dedicado, simpatia e contributo em todo o processo de análise petrográfica das amostras de betão.

Ao Professor Doutor Rui Teixeira, Diretor do Laboratório de Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, pela disponibilidade e rapidez na produção das lâminas para análise microscópica.

Ao Engenheiro Adriano Teixeira, Diretor do Laboratório de Geotecnia e Materiais de Construção do CICCOPN, pelo apoio na retificação das amostras para os ensaios de compressão.

Ao Laboratório de Estruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto, pela disponibilização de meios e equipamentos para a realização de ensaios de diagnóstico e também ao Professor Doutor Carlos Rodrigues que acompanhou na realização dos mesmos.

Ao Laboratório de Materiais de Construção do Instituto Superior de Engenharia do Porto, pela disponibilização de equipamentos, e à Sra. Engenheira Fátima Silva pela realização do ensaio à compressão simples das carotes.

À empresa Cerejo Silva, Lda., pela disponibilização de equipamentos e apoio na extração de carotes do caso de estudo e apresentação de uma estimativa orçamental face à respetiva solução de reparação.

Índice de Texto

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Enquadramento, metodologia e objetivos	1
1.2. Organização do relatório de estágio	2
Capítulo 2 - Enquadramento Histórico da Construção Escolar Primária	3
Capítulo 3 - Escolas do Concelho de Matosinhos	13
Capítulo 4 - Metodologias de Inspeção	37
4.1. Metodologias de inspeção adotadas em Portugal.....	41
4.1.1. Método de avaliação do estado de conservação de imóveis (MAEC).....	41
4.1.2. Metodologia de inspeções principais da Infraestruturas de Portugal (IP)	46
4.1.3. Metodologia específica para inspeção de escolas em betão armado	50
4.2. Metodologias de inspeção adotadas em Espanha.....	53
4.2.1. Inspeção técnica de edifícios (ITE)	53
4.3. Metodologias de inspeção adotadas em Itália	59
4.3.1. Fascicolo di fabbricato	59
4.4. Metodologias de inspeção adotadas nos Estados Unidos da América	65
4.4.1. Guia de inspeção visual estrutural.....	65
4.5. Metodologias de inspeção adotadas no Brasil.....	78
4.5.1. Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil.....	78

4.6.	Metodologias de inspeção adotadas na Europa	80
4.6.1.	DURATINET	80
4.7.	Resumo das metodologias de inspeção	83
Capítulo 5 - Ensaios de Diagnóstico.....		85
5.1.	Ensaio de dureza superficial.....	85
5.2.	Ensaio de deteção de armaduras.....	87
5.3.	Determinação da profundidade de carbonatação.....	89
5.4.	Determinação do teor de cloretos	90
5.5.	Ensaio de ultra-sons.....	92
5.6.	Extração e ensaio à compressão de carotes	94
5.7.	Avaliação da resistência à compressão do betão	96
Capítulo 6 - Caso de Estudo: Escola Básica da Portela		99
6.1.	Introdução.....	99
6.1.1.	Caracterização do edifício	100
6.1.2.	Recolha de informação e interpretação	101
6.1.3.	Plantas e alçados.....	106
6.2.	Inspeção estrutural.....	111
6.1.4.	Metodologia de Inspeção.....	111
6.1.5.	Condicionalismos na inspeção	112
6.1.6.	Sentido de inspeção	112
6.1.7.	Equipamentos de inspeção	112
6.1.8.	Critérios de classificação das anomalias	112
6.1.9.	Avaliação do estado de conservação	114
6.1.10.	Avaliação do estado de manutenção.....	115

6.3.	Realização de ensaios de diagnóstico.....	116
6.3.1.	Determinação da profundidade de carbonatação.....	117
6.3.2.	Determinação do teor de cloretos.....	122
6.3.3.	Ensaio de deteção de armaduras.....	125
6.3.4.	Ensaio de dureza superficial.....	130
6.3.5.	Ensaio de ultra-sons.....	138
6.3.6.	Extração de carotes.....	142
6.3.7.	Ensaio à compressão de carotes.....	144
6.3.8.	Comparação de resultados dos ensaios de diagnóstico.....	146
6.3.9.	Análise Petrográfica.....	149
6.4.	Classificação dos estados de manutenção e de conservação.....	156
6.5.	Soluções de reparação.....	159
Capítulo 7 - Estágio na Câmara Municipal de Matosinhos.....		166
7.1.	Divisão de Conservação de Edifícios Municipais (DCEM).....	166
7.1.	Atividades desenvolvidas durante o Estágio.....	168
Capítulo 8 - Conclusões.....		172
Referências Bibliográficas.....		174
Anexos.....		180
Anexo I – Fichas de Inspeção.....		181
Anexo II – Levantamento de anomalias por alçado.....		219
Anexo III – Levantamento de anomalias por planta.....		227

Índice de Texto

Anexo IV – Relatório de inspeção do Lago do Parque 25 de Abril	235
Anexo V – Mercado de Angeiras	245
Anexo VI – Parque Monte de São Brás.....	251

Índice de Figuras

Capítulo 2 – Enquadramento Histórico da Construção Escolar Primária

Figura 2.1 - Modelo de escola de instrução primária para as cidades em 1864: alçado. Fonte: (SILVA, 2005).....	4
Figura 2.2 - Modelo de escola de instrução primária para as cidades em 1864: planta. Fonte: (SILVA, 2005).....	4
Figura 2.3 - Projeto para Escola Conde Ferreira. Fonte: (NÁPOLES, 2014).	5
Figura 2.4 - Escola Conde de Ferreira, Vouzela. Fonte: (NÁPOLES, 2010).....	5
Figura 2.5 - Projeto Escola Primária Adães Bermudes. Fonte: (NÁPOLES, 2010).	6
Figura 2.6 - Escola Primária Adães Bermudes. Fonte: NÁPOLES, 2010)	6
Figura 2.7 - Projetos tipo Regionalizados de Raul Lino e Rogério de Azevedo. Fonte: (NÁPOLES, 2010).....	7
Figura 2.8 - Projetos tipo Regionalizados, Tipo Douro, de Raul Lino e Rogério de Azevedo. Fonte: (NÁPOLES, 2010).	7
Figura 2.9 - Plano dos Centenários, Escola do Sobreiro, Senhora da Hora, Matosinhos, vista frontal. Fonte: (Fernandes).....	8
Figura 2.10 - Plano dos Centenários. Escola do Sobreiro, Senhora da Hora, Matosinhos, vista aérea. Fonte: (Fernandes).....	9
Figura 2.11 - Projeto P3, Escola Básica da Amieira, Matosinhos.....	10
Figura 2.12 - Planta de Projeto P3, Escola Básica da Amieira, Matosinhos. Fonte: (Ministério das Obras Públicas, MOP)	11

Capítulo 3 – Escolas do Concelho de Matosinhos

Figura 3.1 – Planta tipo do Projeto - P3: 320 alunos (à esquerda) e 480 alunos (à direita). Fonte: (Ministério das Obras Públicas, MOP).....	17
Figura 3.2 – Planta tipo do Projeto – 3x3: “Simples” (à esquerda) e “Compacto” (à direita). Fonte: (Fernandes).....	18
Figura 3.3 – Planta tipo do Projeto Monobloco. Fonte: (Fernandes).	18
Figura 3.4 - Mapa de Escolas do Concelho de Matosinhos. Fonte: adaptado de (Fernandes).	19

Capítulo 4 – Metodologias de Inspeção

Figura 4.1 – Nível de qualidade ao longo do ciclo de vida de um edifício. Fonte: adaptado de (GOMES, 1992).....	38
Figura 4.2 - Causas de deterioração de acordo com o ano de construção. Fonte: adaptado de (ELRAKIB, 2012).....	39
Figura 4.3 - Causas de anomalias e as fases do processo de construção em edifícios. Fonte: (RIPPER, 1997).....	39
Figura 4.4 - Ficha de avaliação do nível de conservação, página 1. Fonte: (Portaria n.º 1192-B, 2006).	42
Figura 4.5 - Ficha de avaliação do nível de conservação, página 2. Fonte: (Portaria n.º 1192-B, 2006).	43
Figura 4.6 - Regras de avaliação da gravidade da anomalia. Fonte: (Portaria n.º 1192-B, 2006).....	44
Figura 4.7 - Escala de intervalos para classificar o estado de conservação. Fonte: (Portaria n.º 1192-B, 2006).....	45
Figura 4.8 - Esquema de Ficha de Inspeção – tipo, página 1. Fonte: (Infraestruturas de Portugal, IP). 48	
Figura 4.9 - Esquema de Ficha de Inspeção – tipo, página 2. Fonte: (Infraestruturas de Portugal, IP). 49	
Figura 4.10 – Modelo de base de dados: Caracterização. Fonte: (PEREIRA, 2012).	51

Figura 4.11 – Modelo de base de dados: Localização. Fonte: (PEREIRA, 2012).	52
Figura 4.12 - Modelo de base de dados: Anomalias. Fonte: (PEREIRA, 2012).	52
Figura 4.13 – Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, identificação do edifício. Fonte: (Decret 187/2010).	54
Figura 4.14 - Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição do edifício. Fonte: (Decret 187/2010).	55
Figura 4.15 - Modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição do sistema estrutural. Fonte: (Decret 187/2010).	55
Figura 4.16 - Modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição de instalações técnicas do edifício. Fonte: (Decret 187/2010).	56
Figura 4.17 – Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição as anomalias. Fonte: (Decret 187/2010).	57
Figura 4.18 - Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, relação entre anomalias e estado de conservação do edifício. Fonte: (Decret 187/2010).	58
Figura 4.19 – Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro A: identificação do edifício. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).	60
Figura 4.20 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro B: documentos técnicos. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).	60
Figura 4.21 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro C: relatório de inspeção, parte 1. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).	61
Figura 4.22 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro C: relatório de inspeção, parte 2. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).	62
Figura 4.23 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro D: instalações técnicas do edifício. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).	63
Figura 4.24 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro F: resumo do relatório. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).	64

Figura 4.25 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 1: informação geral. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	66
Figura 4.26 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 2: informação do edifício. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	67
Figura 4.27 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 2.2: acontecimentos acidentais. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	67
Figura 4.28 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.1.1: condições ambientais. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	68
Figura 4.29 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.1.2: características e movimentos de solo. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).	69
Figura 4.30 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.1.3: drenagem de águas pluviais. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	70
Figura 4.31 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.1: paredes exteriores. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	71
Figura 4.32 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.2: aberturas. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	72
Figura 4.33 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.3: cobertura. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	72
Figura 4.34 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.4: fundações. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	73
Figura 4.35 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.3: espaços interiores. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	74
Figura 4.36 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.1: pilares. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	74
Figura 4.37 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.1: pilares (continuação). Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	75

Figura 4.38 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.2: muros de contenção. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	75
Figura 4.39 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.3: vigas. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	76
Figura 4.40 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.4: ligações. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	77
Figura 4.41 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.5: lajes. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).....	77

Capítulo 5 – Ensaios de Diagnóstico

Figura 5.1 - Esclerómetro. Fonte: (OZ, Esclerómetro).	85
Figura 5.2 - Detetor de armadura. Fonte: (Hilti, Detetor de armadura).....	87
Figura 5.3 - Grelha de referência. Fonte: (Hilti, Detetor de armadura).....	87
Figura 5.4 – Resultado de um ensaio de deteção de armaduras, modo “Imagescan”.....	88
Figura 5.5 – Equipamento do ensaio de determinação do teor de cloretos. Fonte: (PROMAT, Determinação do teor de cloretos).....	90
Figura 5.6 - Aparelho de medição do teor de cloretos. Fonte: (PROMAT, Aparelho de medição do teor de cloreto).....	90
Figura 5.7 - Agente ácido.	91
Figura 5.8 – Modos de transmissão. Fonte: (NP EN 12504-4, 2007).	92
Figura 5.9 – Equipamento do ensaio de ultra-sons. Fonte: (EPC, Ultra-sons).....	92
Figura 5.10 - Caroteadora. Fonte: (Hilti, Caroteadora).	94
Figura 5.11 - Prensa de compressão. Fonte: (Form Test, Ensaio à compressão).	94

Capítulo 6 – Caso de Estudo

Figura 6.1 - Vista aérea da Escola Básica da Portela. Fonte: (Fernandes)	100
Figura 6.2 - Extrato da Carta Militar n.º 110, escala 1:25 000. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	101
Figura 6.3 - Extrato do levantamento aerofotogramétrico. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	102
Figura 6.4 - Extrato da Carta Geológica de Portugal, folha 9-C (Porto), escala 1:50 000. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).	103
Figura 6.5 - Alçado Poente da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	106
Figura 6.6 - Alçado Norte da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	106
Figura 6.7 - Alçado Nascente da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	106
Figura 6.8 - Alçado Sul da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	106
Figura 6.9 - Planta arquitetónica do rés-do-chão da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	107
Figura 6.10 - Planta arquitetónica do andar da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).....	108
Figura 6.11 - Planta estrutural do rés-do-chão, do corpo em estudo, da Escola Básica da Portela.	109
Figura 6.12 - Planta estrutural do andar, do corpo em estudo, da Escola Básica da Portela.	110
Figura 6.13 – Localização do ensaio de determinação da profundidade de carbonatação.	117
Figura 6.14 - Remoção superficial do betão.....	117
Figura 6.15 - Limpeza da superfície.....	118

Figura 6.16 - Introdução de fenolftaleína no betão.	118
Figura 6.17 - Resultado após introdução de fenolftaleína no betão.	119
Figura 6.18 - Medição de profundidade de carbonatação.	119
Figura 6.19 - Medição da profundidade de carbonatação na Carote 1 (Pilar G3) após extração.	120
Figura 6.20 – Medição da profundidade de carbonatação na Carote 1, do Pilar G3 após ensaio de compressão.	120
Figura 6.21 - Medição da profundidade de carbonatação na Carote 2 do Pilar G2 após ensaio de compressão.	121
Figura 6.22 – Localização do ensaio de determinação do teor de cloretos.	122
Figura 6.23 – Recolha de amostras.	122
Figura 6.24 – Pesagem da amostra.	123
Figura 6.25 - Adição de agente ácido.	123
Figura 6.26 – Leitura de resultado.	124
Figura 6.27 - Identificação dos tipos de pilar no alçado Sul.	125
Figura 6.28 - Disposição de armaduras na face exterior do pilar, Tipo I.	125
Figura 6.29 - Disposição de armaduras na face exterior do pilar, Tipo II.	125
Figura 6.30 - Localização de ensaio de deteção de armaduras.	126
Figura 6.31 - Marcação das armaduras com giz.	126
Figura 6.32 – Marcação das armaduras do Pilar G3.	127
Figura 6.33 - Marcação das armaduras do Pilar G2.	127
Figura 6.34 - Modo “Imagescan” realizado no Pilar G2.	128
Figura 6.35 - Marcação de pontos para ensaio.	130

Figura 6.36 - Registo de resultados.....	131
Figura 6.37 - Localização em planta dos ensaios de ultra-sons.....	138
Figura 6.38 - Relação de velocidade de propagação com resistência. Fonte: (NP EN 13791, 2008).	141
Figura 6.39 - Localização em planta da extração de carotes.....	142
Figura 6.40 – Marcação nos Pilares: G3 (à esquerda) e G2 (à direita).....	142
Figura 6.41 – Extração da Carote 2, do Pilar G2.....	143
Figura 6.42 – Carote do Pilar G2 após extração.....	143
Figura 6.43 – Carote 1 e Carote 2 após retificação da superfície.....	144
Figura 6.44 - Prensa de compressão, laboratório do ISEP.	144
Figura 6.45 - Carotes já ensaiadas.....	144
Figura 6.46 - Comparação de resultados entre ensaios de diagnóstico.	147
Figura 6.47 – Fissuração no Pilar F2.....	149
Figura 6.48 – Análise microscópica da lâmina 1. Fonte: (Fernandes, 2015)	151
Figura 6.49 – Análise microscópica da lâmina 2. Fonte: (Fernandes, 2015)	152
Figura 6.50 – Análise microscópica da lâmina 3. Fonte: (Fernandes, 2015)	154
Figura 6.51 – Análise microscópica da lâmina 4. Fonte: (Fernandes, 2015)	154

Capítulo 7 - Estágio na Câmara Municipal de Matosinhos

Figura 7.1 - Estrutura Nuclear da Câmara Municipal de Matosinhos. (Fonte: Despacho n.º 4967/2015)	167
--	-----

Índice de Quadros

Capítulo 3 – Escolas do Concelho de Matosinhos

Quadro 3.1 - Escolas do concelho de Matosinhos com estrutura de betão armado.....	14
Quadro 3.2 - Dados recolhidos nos Arquivos da Câmara Municipal de Matosinhos.....	14
Quadro 3.3 - Tipo de Projeto das escolas em betão armado do concelho de Matosinhos.....	15
Quadro 3.4 - Escolas de projeto P3 do concelho de Matosinhos, reabilitadas.	16
Quadro 3.5 - Comparação dos projetos das escolas em betão armado do concelho de Matosinhos.	16
Quadro 3.6 - Escola Básica Augusto Gomes.....	20
Quadro 3.7 - Escola Básica da Biquinha.....	21
Quadro 3.8 - Escola Básica da Portela.....	22
Quadro 3.9 - Escola Básica da Amieira.....	23
Quadro 3.10 - Escola Básica do Godinho.....	24
Quadro 3.11 - Escola Básica Professor Óscar Lopes.....	25
Quadro 3.12 - Escola Básica de Custóias.....	26
Quadro 3.13 - Escola Básica de Leça do Balio.....	27
Quadro 3.14 - Escola Básica da Senhora da Hora.....	28
Quadro 3.15 - Escola Básica Maria Manuela Sá.....	29
Quadro 3.16 - Escola Básica de Perafita.....	30
Quadro 3.17 - Escola Secundária da Senhora da Hora.....	31

Quadro 3.18 - Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos.....	32
Quadro 3.19 - Escola Básica Irmãos Passos.....	33
Quadro 3.20 - Escola Básica da Agudela.....	34
Quadro 3.21 - Escola Básica da Barranha.....	35

Capítulo 4 – Metodologias de Inspeção

Quadro 4.1 - Causas de anomalias e as fases do processo de construção em edifícios.....	40
Quadro 4.2 - Estado de Conservação por componente.....	47
Quadro 4.3 - Interpretação do Estado de Conservação final.....	47
Quadro 4.4 - Resumo das características das diferentes Metodologias de Inspeção.....	83

Capítulo 5 – Ensaio de Diagnóstico

Quadro 5.1 - Limites máximos do teor de cloreto por massa de cimento.....	91
Quadro 5.2 - Relação entre a margem associada ao número de resultados de ensaio.....	97
Quadro 5.3 - Mínima resistência à compressão “ <i>in situ</i> ” característica para as classes de resistência à compressão da EN 206-1.....	97

Capítulo 6 – Caso de Estudo

Quadro 6.1 - Modelo de Ficha de Inspeção tipo.....	111
Quadro 6.2 - Interpretação do estado de conservação.....	115
Quadro 6.3 - Resumo de resultados por fase do ensaio de determinação da profundidade de carbonatação.....	121

Quadro 6.4 - Resultados obtidos no ensaio de determinação do teor de cloretos.	124
Quadro 6.5 - Recobrimento e diâmetro dos marcadores identificados na Figura 6.34.	128
Quadro 6.6 - Recobrimento médio das armaduras longitudinais e cintas do Pilar G2.	129
Quadro 6.7 - Mapa de ensaios de dureza superficial.	131
Quadro 6.8 - Ensaio n.º 1, Pilar G2, fachada Sul.	133
Quadro 6.9 - Ensaio n.º 2, Pilar G2, fachada Poente.	133
Quadro 6.10 - Ensaio n.º 3, Pilar C1, fachada Poente.	134
Quadro 6.11 - Ensaio n.º 4, Pilar C1, fachada Norte.	134
Quadro 6.12 - Ensaio n.º 5, Pilar G3, fachada Sul.	135
Quadro 6.13 - Ensaio n.º 6, Pilar C4, interior.	135
Quadro 6.14 - Ensaio n.º 7, Pilar D3, interior.	136
Quadro 6.15 - Ensaio n.º 8, Pilar D5, interior.	136
Quadro 6.16 - Resumo de resultados obtidos do ensaio de dureza superficial.	137
Quadro 6.17 - Valor médio de resistência.	137
Quadro 6.18 - Ensaio n.º 1, Pilar G2.	139
Quadro 6.19 - Ensaio n.º 2, Pilar G3.	140
Quadro 6.20 - Resultados dos ensaios de ultra-sons, relação velocidade de propagação com resistência.	141
Quadro 6.21 - Altura, diâmetro e peso das carotes.	145
Quadro 6.22 - Resultados do ensaio de compressão.	145
Quadro 6.23 - Ensaio à compressão de carotes, aplicação de abordagem B, de acordo com a NP EN 13791.	145

Quadro 6.24 - Comparação de resultados entre ensaios de diagnóstico e classe de resistência à compressão equivalente.....	146
Quadro 6.25 - Comparação de resultados de ensaios realizados na Escola Básica da Amieira e na Escola Básica da Portela.	148
Quadro 6.26 - Mapa em planta das lâminas de betão.....	150
Quadro 6.27 - Pormenor da lâmina 1.	150
Quadro 6.28 - Pormenor da lâmina 2.	152
Quadro 6.29 - Pormenor das lâminas 3 e 4.	153
Quadro 6.30 - Resumo de Fichas de Inspeção.	158
Quadro 6.31 - Orçamento de reparação exterior do corpo em estudo da Escola Básica da Portela. ...	162
Quadro 6.32 – Orçamento de reparação interior do corpo em estudo da Escola Básica da Portela. ...	163
Quadro 6.33 - Custo médio, por metro quadrado de fachada, da reparação do corpo em estudo.	163
Quadro 6.34 - Custo total de reparação da Escola Básica da Portela.....	164
Quadro 6.35 - Custo total de reparação da Escola Básica da Amieira (Projeto P3 - 320 alunos).	164

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Enquadramento, metodologia e objetivos

O presente trabalho resulta de um estágio realizado na Divisão de Conservação de Edifícios Municipais (DCEM) da Câmara Municipal de Matosinhos. O tema foi escolhido com o objetivo de procurar uma contribuição para a gestão do conjunto de edifícios escolares existentes neste concelho. De facto, são em elevado número as construções escolares ao cuidado da Divisão de Conservação e o seu estado é particularmente degradado num conjunto significativo destes edifícios.

Focando a atenção nas escolas com estrutura em betão armado, o trabalho iniciou-se com a identificação das diferentes tipologias arquitetónicas e estruturais existentes. À boleia deste primeiro passo, desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica de que resultou um alargado capítulo sobre o enquadramento histórico do edifício escolar. Escolhidas as escolas com projeto tipo P3 para objeto de estudo, definiu-se uma metodologia de inspeção estrutural e desenvolveram-se as correspondentes fichas de inspeção.

Em detalhe, foi inspecionado visualmente um corpo da Escola Básica da Portela que se entendeu representativo do estado das escolas tipo P3 e realizou-se um conjunto de ensaios de diagnóstico para melhor fundamentar as soluções de reparação a conceber.

A definição de um conjunto de intervenções de reparação, com base na identificação das principais anomalias presentes no corpo do edifício e na aplicação da NP EN 1504-9, cujo custo foi também estimado, permitiu estabelecer uma base para a avaliação dos orçamentos necessários para a reparação de todos os edifícios escolares do concelho com esta tipologia estrutural e arquitetónica. Esta informação será de importância determinante para a gestão dos recursos disponíveis da Divisão de Conservação, podendo ser ainda exportada esta metodologia para outros concelhos do país com edifícios escolares desta tipologia, instalados em cenários ambientais semelhantes, em particular cumprindo a proximidade ao mar, onde será expectável a existência de um conjunto idêntico de anomalias.

1.2. Organização do relatório de estágio

O presente trabalho encontra-se dividido em 8 capítulos principais, apresentando-se, em seguida, de forma sucinta, os seus conteúdos.

No **Capítulo 1** apresenta-se uma introdução ao tema do trabalho, enquadrando-o, resumindo a metodologia adotada e os objetivos a alcançar.

O trabalho é iniciado com uma apresentação do enquadramento histórico da construção escolar primária (**Capítulo 2**), demonstrando que ao longo do último século ocorreu uma evolução no planeamento relativo à construção escolar, a nível nacional, acompanhando as novas tecnologias construtivas e respeitando as necessidades e a funcionalidade de uma escola.

O **Capítulo 3** identifica as escolas do concelho de Matosinhos com estrutura em betão armado, os tipos de projetos, materiais, idades, soluções construtivas e regista as semelhanças entre os vários projetos.

Recolhidas várias metodologias de inspeção de edifícios (**Capítulo 4**), a nível mundial, é feita a sua apresentação, procurando-se realçar os respetivos objetivos, edifícios alvo e estrutura, e comparar as diferentes metodologias.

Apresentam-se alguns ensaios de diagnóstico (**Capítulo 5**) realçando o respetivo objetivo, os equipamentos usados e o procedimento de ensaio.

De modo a aplicar e a aferir a metodologia de inspeção é apresentado o caso de estudo de um corpo da Escola Básica da Portela (**Capítulo 6**). Caracteriza-se o edifício com uma recolha de informações e interpretações, plantas e alçados estruturais. Retrata-se o estado de degradação através de uma inspeção estrutural e da realização de ensaios de diagnóstico, terminando o capítulo com a apresentação de soluções de reparação e com a respetiva estimativa de custos.

Ao longo do estágio na Câmara Municipal de Matosinhos foram realizados outros trabalhos e desenvolvidas atividades que se apresentam no **Capítulo 7**, juntamente com a descrição das funções desempenhadas pela Divisão de Conservação de Edifícios Municipais.

Para terminar expõem-se as principais conclusões do trabalho (**Capítulo 8**), com possíveis desenvolvimentos futuros.

Capítulo 2 - Enquadramento Histórico da Construção Escolar Primária

De forma a enquadrar os edifícios escolares a estudar neste trabalho, decidiu-se relatar marcos importantes da construção desta tipologia de edifícios ao longo da história de Portugal. De uma forma simples e resumida, apresenta-se o desencadeamento de vários intervenientes cujo papel foi fundamental, de forma a criar bases de conceção, princípios, estratégias e enraizando assim uma construção mais económica, conservando a arquitetura nacional.

“As primeiras inspeções foram realizadas pela Real Mesa Censória a pedido do Marquês de Pombal, ministro de D. José I, com a finalidade de conhecer o estado do ensino das escolas menores e iniciar a construção do sistema educativo” (IGEC, 2008).

Até à data de hoje, o primeiro vestígio de planeamento escolar é o **Plano Regulador de 1772** que criou escolas, definiu métodos de ensino e matérias e foi elaborado por Alexandre Ferreira de Faria Manoel, no reinado de D. José I (1714-1777). Também D. Maria I (1734-1816), filha de D. José I, teve um papel importante - *“No reinado de D. Maria I (...) é neste reinado que se cria o ensino feminino, sendo instituídos lugares de mestres de meninas”* (OEI, 2003).

Passos Manuel (1801-1862) *“formou um novo plano para as escolas de instrução primária, recomendou a criação de associações agrícolas, fabris e industriais nas terras mais importantes do reino”* (SERRÃO, 1982).

“Até meados do século XIX, pode dizer-se que a escola foi a própria casa do mestre (...) no ano lectivo de 1863-1864, aquando da inspeção extraordinária realizada às escolas primárias, metade dos professores do ensino público dava aulas na sua habitação” (SILVA, 2005).

De acordo com Silva (2005) em 1864 denota-se uma falta de espaços educativos, surgindo assim Mariano Ghira, um conhecedor desta matéria, compreendendo a necessidade de um edifício apropriado para esse fim. Em parceria com as autoridades administrativas, juntas de paróquia e câmaras municipais discutiram a vantagem de construção de escolas de ensino elementar, sendo mais tarde divulgados quatro projetos, dois para cidades (Figuras 2.1 e 2.2) e restantes para freguesias rurais, sendo estes desenhados pelo arquiteto Valentim José Correia.



Figura 2.1 - Modelo de escola de instrução primária para as cidades em 1864: alçado. Fonte: (SILVA, 2005).

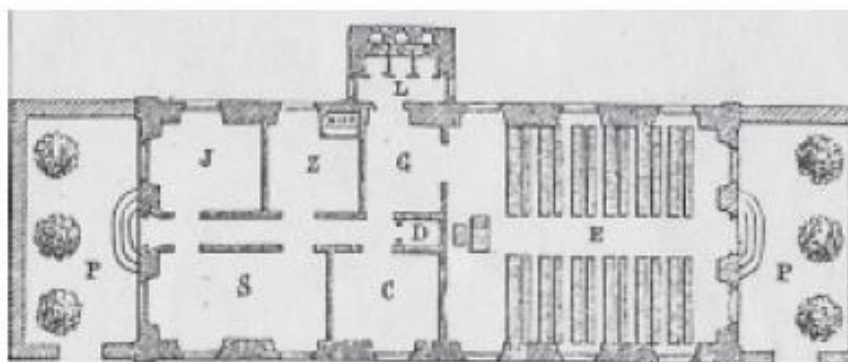


Figura 2.2 - Modelo de escola de instrução primária para as cidades em 1864: planta. Fonte: (SILVA, 2005).

Em Março de 1866, **Conde de Ferreira**⁽¹⁾ “legou 144000 reis para a edificação de 120 escolas de instrução primária de ambos os sexos nas sedes dos concelhos, segundo uma mesma planta (...) publicando, em **portaria de 20 de Julho de 1866**, uma série de normas para a edificação” (SILVA, 2005) (Figuras 2.3 e 2.4).

(1) **Joaquim Ferreira dos Santos, Conde Ferreira** (1782-1866). Foi comerciante e filantropo. Tendo conseguido uma grande fortuna no Brasil e em África, fez construir **120 escolas primárias** em Portugal e contribuiu com valiosos donativos para a Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro, para a Santa Casa da Misericórdia do Porto e para outras instituições de beneficência. (ALVES, 1992)

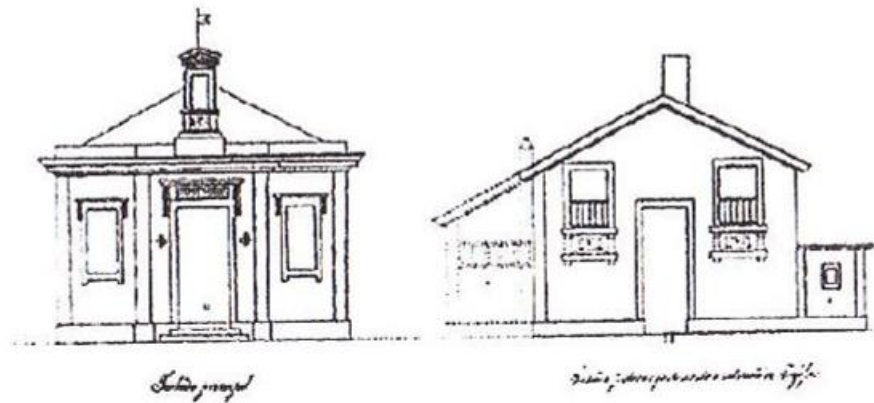


Figura 2.3 - Projeto para Escola Conde Ferreira. Fonte: (NÁPOLES, 2014).



Figura 2.4 - Escola Conde de Ferreira, Vouzela. Fonte: (NÁPOLES, 2010).

De acordo com Carvalho (2013), em 1900 o arquiteto **Adães Bermudes**⁽²⁾, desenha e apresenta duas propostas de edifícios escolares, compostos por uma e duas salas, onde o docente habita. Estes projetos são constituídos por dois pisos, instalações sanitárias e pequeno átrio, onde se valoriza uma maior dimensão relativamente aos espaços edificados anteriores. Considerada uma escola moderna, com utilização de elementos cerâmicos de forma a dinamizar a fachada (Figuras 2.5 e 2.6).

(2) **Arnaldo Redondo Adães Bermudes** (1864-1948). Foi um arquiteto, professor de arquitetura e político português de origem galega que se notabilizou como um dos expoentes do movimento da Arte Nova em Portugal. Várias das suas obras foram distinguidas com prémios, incluindo o prestigioso **Prémio Valmor**, incluindo-se entre as melhores realizações arquitetónicas do princípio do século XX em Portugal. (UP - Universidade do Porto, 2010)

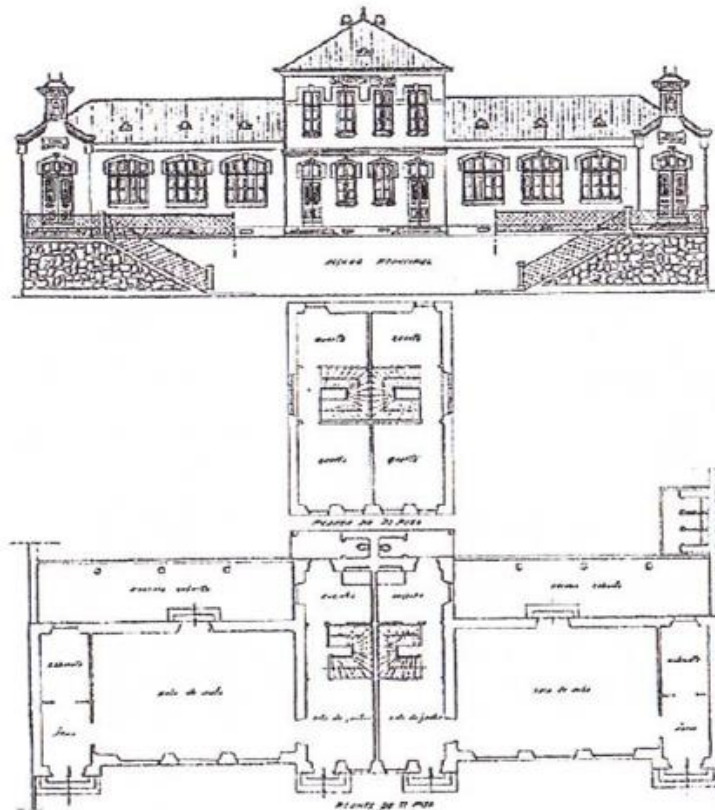


Figura 2.5 - Projeto Escola Primária Adões Bermudes. Fonte: (NÁPOLES, 2010).



Figura 2.6 - Escola Primária Adões Bermudes. Fonte: NÁPOLES, 2010)

De acordo com Pimenta (2006) nos primeiros anos do Estado Novo, instalaram-se novas regras de construções escolares por região. Em 1933, **Raul Lino**⁽³⁾ e **Rogério de Azevedo**⁽⁴⁾, contratados pelo Ministério das Obras Públicas, apresentam os "Projectos tipo Regionalizados" (Figuras 2.7 e 2.8) para regiões do Norte, Centro e Sul.

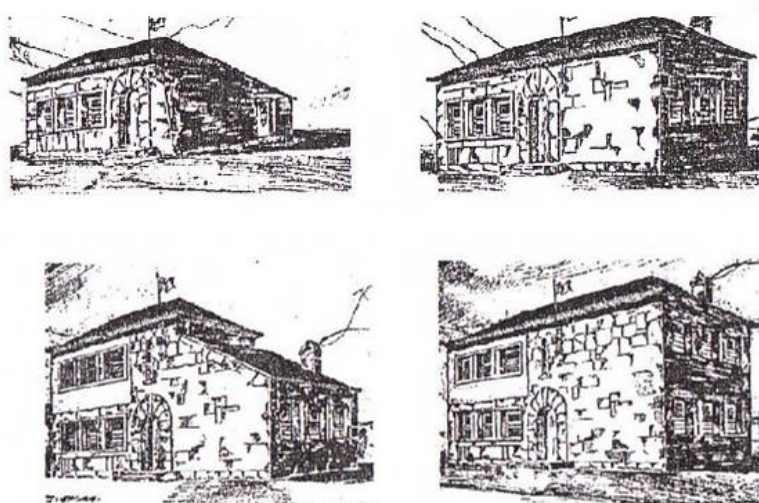


Figura 2.7 - Projetos tipo Regionalizados de Raul Lino e Rogério de Azevedo. Fonte: (NÁPOLES, 2010).

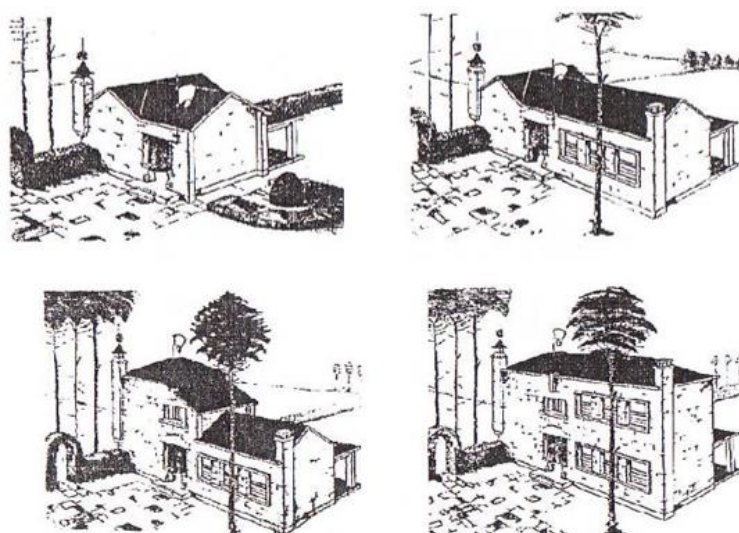


Figura 2.8 - Projetos tipo Regionalizados, Tipo Douro, de Raul Lino e Rogério de Azevedo. Fonte: (NÁPOLES, 2010).

(3) Raúl Lino da Silva (1879-1974). Artista e arquiteto. Desempenhou cargos no Ministério das Obras Públicas e foi Superintendente dos Palácios Nacionais. (CMS – Câmara Municipal de Sintra)

(4) Rogério dos Santos Azevedo (1898-1983). Exerceu a profissão de arquiteto durante a primeira metade do século XX, numa época de afirmação de valores modernistas na arquitetura portuguesa. (UP, 2010)

De acordo com Carvalho (2010), a 17 de Dezembro de 1940 foi aprovado o **Plano dos Centenários** (Figuras 2.9 e 2.10) designado oficialmente pelo artigo 7º da Lei n.º1985 do Orçamento Geral do Estado para o ano de 1941. Este plano, calculado para durar 10 anos, vigorou entre 1941 e 1961, ou seja, durante 20 anos. Estes projetos foram baseados nos projetos-tipo regionalizados de escolas primárias elaborados pelos arquitetos Raul Lino e Rogério de Azevedo, que seriam revistos pelos arquitetos Manuel Fernandes de Sá, Joaquim Areal, Eduardo Moreira dos Santos e Alberto Braga de Sousa, incorporando características da arquitetura tradicional. Estabeleceram tipologias-base, que seriam adaptadas às condições locais e segundo o número de alunos a receber. Normalmente, cada escola englobava duas ou quatro salas de aula, uma cantina, instalações sanitárias e um alpendre.

Ficaram muito conhecidas a nível nacional, construídas em todo o território de Portugal, sendo um marco muito importante na história do ensino, porque foi possível dar acesso ao ensino básico a toda a população.



Figura 2.9 - Plano dos Centenários, Escola do Sobreiro, Senhora da Hora, Matosinhos, vista frontal.
Fonte: (Google Maps)



Figura 2.10 - Plano dos Centenários. Escola do Sobreiro, Senhora da Hora, Matosinhos, vista aérea.
Fonte: (Google Maps).

De acordo com Tavares (2010), a 5 de Abril de 1961 o **Plano dos Centenários** foi substituído por um **Novo Plano de Construções Escolares**, projetos elaborados pelo arquiteto Fernando Peres. Este Novo Plano apresenta uma introdução de estrutura antissísmica e novos espaços, com redução de elementos arquitetónicos, cantarias e peitoris, degraus e soleiras e espessura de parede, sendo que um pormenor interessante de comparação destes projetos é a eliminação da parte superior das portas de entrada, em arco, passando assim para uma entrada mais simples de forma retangular. Sendo estas alterações realizadas com a finalidade de economizar toda a solução construtiva, tanto como simplificar a metodologia de conceção.

“Era da construção escolar mais ampla, com salas geralmente expostas, luz abundante em todas as dependências em belos edifícios, por vezes até com certa imponência, albergando quase sempre ambos os sexos separadamente” (PARREIRA, 1965).

Em 1970, o Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) da Direcção-Geral das Construções Escolares elaborou vários programas, cabendo a cada programa um índice (P1 a P6) (GEP - Gabinete de Estudos e Planeamento, 1970). Cada índice representa um Projeto, sendo que o *“Projeto P3 era um projeto normalizado de escolas primárias (...) elaboradas pelo Grupo de Trabalho Sobre Construções Escolares (...) A partir do esboço de Mem Martins, e num ímpeto de poupança orçamental, generalizou-se a Escola do Projeto P3”* (NÁPOLES, 2014) (Figuras 2.11 e 2.12). O projeto veio responder à necessidade de construção de Escolas, alterar a ideologia de espaço e aplicação de novos materiais de construção, distribuídos por núcleos, como salas de aula, gabinetes, cantina, pavilhão gimnodesportivo e casas de banho. Com objetivos de *“criar uma diversificação das atividades de aprendizagem dos*

Capítulo 2

alunos (...) um projeto com o mínimo de variáveis a nível de elementos de construção que possibilitasse uma maior variedade de soluções de lotação e de adaptabilidade aos terrenos” (AFONSO, 1984). Sendo assim, uma das grandes vantagens deste projeto é a capacidade de se adaptar a diferentes terrenos de fundação e topografia, como a simplicidade na metodologia construtiva e também responder às necessidades de espaços escolares de cada região.



Figura 2.11 - Projeto P3, Escola Básica da Amieira, Matosinhos.

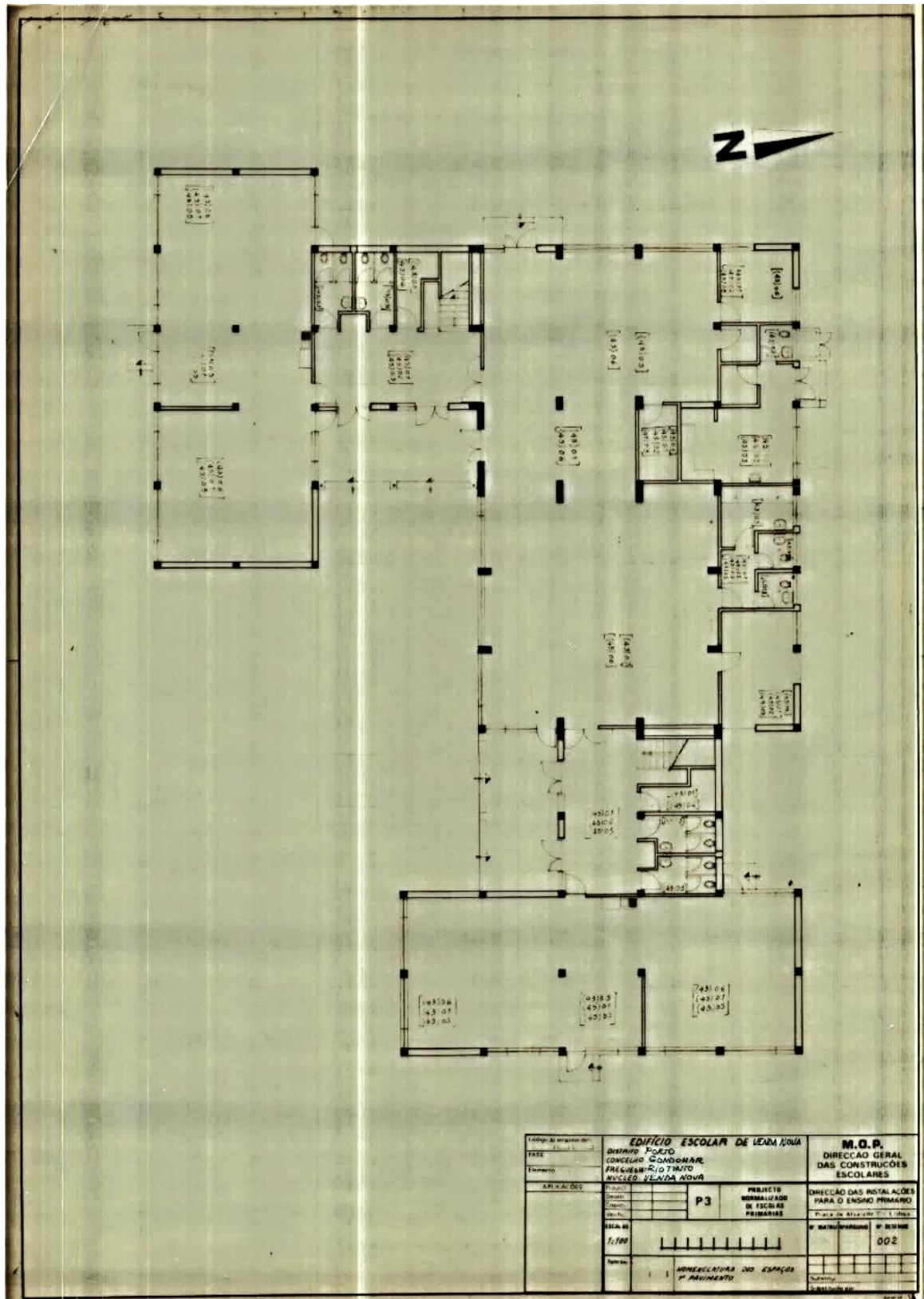


Figura 2.12 - Planta de Projeto P3, Escola Básica da Amieira, Matosinhos. Fonte: (Ministério das Obras Públicas, MOP)

Capítulo 3 - Escolas do Concelho de Matosinhos

A nível nacional existem, aproximadamente, 3900 escolas. Em Matosinhos existem 120 escolas, sendo 61 públicas, de acordo com os dados disponibilizados pela Direção Regional de Escolas do Norte (DREN, 2015). Estas escolas, servindo os 1º, 2º e 3º ciclos e secundário, têm estruturas em betão armado ou em alvenaria de pedra, diferentes tipologias e idades.

Através do Sr. Engenheiro Manuel Mendes, Chefe de Divisão de Conservação de Edifícios Municipais, foi possível filtrar as escolas, de acordo com o material de construção e com a sua tipologia construtiva: escolas em betão armado (p.e.: Projeto P3), em alvenaria de pedra (p.e.: do Plano dos Centenários). Distinguiram-se ainda as escolas recentemente construídas, as desativadas e as reabilitadas. Foram seleccionadas, em seguida, todas as escolas públicas em betão armado, resultando num total de 16 escolas, localizadas na Figura 3.4 e indicadas no Quadro 3.1, com informação obtida no Arquivo da Câmara Municipal de Matosinhos. Foram solicitados nesses serviços todos os processos e intervenções referentes a essas escolas. Infelizmente, devido a várias dificuldades no processo de identificação da escola, foi apenas possível obter os referenciados no Quadro 3.2.

Quadro 3.1 - Escolas do concelho de Matosinhos com estrutura de betão armado.

Freguesia	Designação Antiga	Escola	Morada
Matosinhos	EB1/JI	Escola Básica Augusto Gomes	Rua Augusto Gomes
Matosinhos	EB1/JI	Escola Básica da Biquinha	Avenida D. Maria II - Bairro da Biquinha
Santa Cruz do Bispo	EB1/JI	Escola Básica da Portela	Rua da Portela
São Mamede de Infesta	EB1/JI	Escola Básica da Amieira	Rua Dr. Torrinha - Amieira
Matosinhos	EB1	Escola Básica do Godinho	Rua do Godinho
Matosinhos	EB2,3	Escola Básica Professor Óscar Lopes	Rua Dr.º António Teixeira de Melo
Custóias	EB2,3	Escola Básica de Custóias	Rua Nova de S. Gens
Leça do Balio	EB2,3	Escola Básica de Leça do Balio	Alameda D. Manuel Martins
Senhora da Hora	EB2,3	Escola Básica da Senhora da Hora	Rua Senhora da Penha
São Mamede de Infesta	EB2,3	Escola Básica Maria Manuela Sá	Travessa do Outeiro
Perafita	EB2,3	Escola Básica de Perafita	Rua Oriental
Senhora da Hora	ES/3	Escola Secundária de Senhora da Hora	Travessa José Frederico Laranjo
Lavra	EB2,3	Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos	Rua da Cruz
Guifões	EB2,3	Escola Básica Irmãos Passos	Avenida Dr. Salgado Zenha
Lavra	EB1/JI	Escola Básica da Agudela	Rua Nova da Agudela
Senhora da Hora	EBI/JI	Escola Básica da Barranha	Avenida Vasco da Gama

Quadro 3.2 - Dados recolhidos nos Arquivos da Câmara Municipal de Matosinhos.

Escola	Planta Implantação	Planta Arquitetónica	Planta Estrutural	Ano Const.
Escola Básica Augusto Gomes				
Escola Básica da Biquinha				
Escola Básica da Portela				
Escola Básica da Amieira	X	X	X	1977
Escola Básica do Godinho				
Escola Básica Professor Óscar Lopes				
Escola Básica de Custóias	X	X	X	1985
Escola Básica de Leça do Balio				
Escola Básica da Senhora da Hora				
Escola Básica Maria Manuela Sá				
Escola Básica de Perafita				
Escola Secundária de Senhora da Hora				
Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos				
Escola Básica Irmãos Passos	X	X		1989
Escola Básica da Agudela	X	X	X	1988
Escola Básica da Barranha				

Foi realizada uma recolha fotográfica das diferentes escolas, procurando associar as escolas com semelhanças a nível arquitetónico. Entretanto, sentiu-se a necessidade de obter mais informações, tendo sido contactada a DREN, nomeadamente a Sr.^a Doutora Ana Paula Vieira (Nápoles), cujo contributo foi valioso para a identificação dos vários tipos de projeto e ano de construção, identificados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 - Tipo de Projeto das escolas em betão armado do concelho de Matosinhos.

Escola	Tipo de Projeto	Ano Construção
Escola Básica Augusto Gomes	P3	-
Escola Básica da Biquinha	P3	-
Escola Básica da Portela	P3	-
Escola Básica da Amieira	P3	-
Escola Básica do Godinho	P3	-
Escola Básica Professor Óscar Lopes	Compacto	1997
Escola Básica de Custóias	3x3	1985
Escola Básica de Leça do Balio	Compacto	1994
Escola Básica da Senhora da Hora	Compacto	2001
Escola Básica Maria Manuela Sá	Compacto	1991
Escola Básica de Perafita	Compacto	1998
Escola Secundária de Senhora da Hora	3x3	2001
Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos	Monobloco	1991
Escola Básica Irmãos Passos	Monobloco	1991
Escola Básica da Agudela	Projeto Especial	1988
Escola Básica da Barranha	Projeto Especial	1999

Segundo informações adicionais recolhidas na DREN, nomeadamente com o responsável pelo arquivo, Sr. Ascensão, para além das escolas de tipo de projeto P3, referidas no Quadro 3.3, outras há com esta tipologia que, entretanto, foram reabilitadas e que cumprem actualmente outras funções. No Quadro 3.4 indicam-se as escolas referidas, tendo apenas sido possível identificar as respetivas Freguesias e Lugares, de acordo com informações recolhidas das plantas.

Quadro 3.4 - Escolas de projeto P3 do concelho de Matosinhos, reabilitadas.

Freguesia	Lugar	Salas
São Mamede de Infesta	Requerei	8
Perafita	Freixieiro	10
Leça da Palmeira	Aldeia Nova	8
Leça da Palmeira	Amorosa	10
Senhora da Hora	Cruz do Pau	6
Senhora da Hora	Ocidental	12
Matosinhos	Rua Sousa Aroso	6
Lavra	Ponte Pampelino	12
Custóias	Esposade	6
Guifões	Lomba	6
Leça do Balio	Monte da Mina	8

No Quadro 3.5 apresentam-se as características dos diferentes projetos das escolas em betão armado do concelho de Matosinhos, identificando os vários tipos de estrutura, de cobertura, de materiais não estruturais e estruturais, idades e outros pormenores relevantes.

Quadro 3.5 - Comparação dos projetos das escolas em betão armado do concelho de Matosinhos.

		Comparação dos projetos			
		P3	3x3	Monobloco	Proj. Especial
Estrutura	Tipo	Porticada	Porticada	Porticada	Porticada
	Material	Betão armado	Betão armado	Betão armado	Betão armado
Cobertura	Tipo	Cobertura inclinada	Cobertura inclinada	Cobertura inclinada	Cobertura inclinada
	Material	Placas de fibrocimento	Placas de fibrocimento	Telha cerâmica	Placas de fibrocimento
Materiais não estruturais	Paredes	Alvenaria tijolo	Alvenaria tijolo	Alvenaria tijolo	Alvenaria tijolo
	Pavimentos	Mosaico hidráulico e tacos de madeira	Mosaico hidráulico e tacos de madeira	Mosaico hidráulico e tacos de madeira	Mosaico hidráulico e tacos de madeira
	Revestimentos	Reboco e azulejo	Reboco e azulejo	Reboco e azulejo	Reboco e azulejo
	Caixilharias	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio
Outros	N.º Pisos	2 Pisos	2 Pisos	2 Pisos	2 Pisos
	Pormenores	Elementos Estruturais à vista	Platibanda em B.A. à vista	Platibanda em B.A. à vista	-
	Idades	31 a 38 anos	14 a 30 anos	24 anos	16 a 27 anos

Aspetos relevantes dos respetivos projetos:

- **P3:** composto por vários corpos unidos: salas de aula, cantina e ginásio; adaptável para diferentes necessidades de quantidade de alunos e condições de implantação; são projetos modulares e replicáveis; existem projetos para 320 e 480 alunos (Figura 3.1);

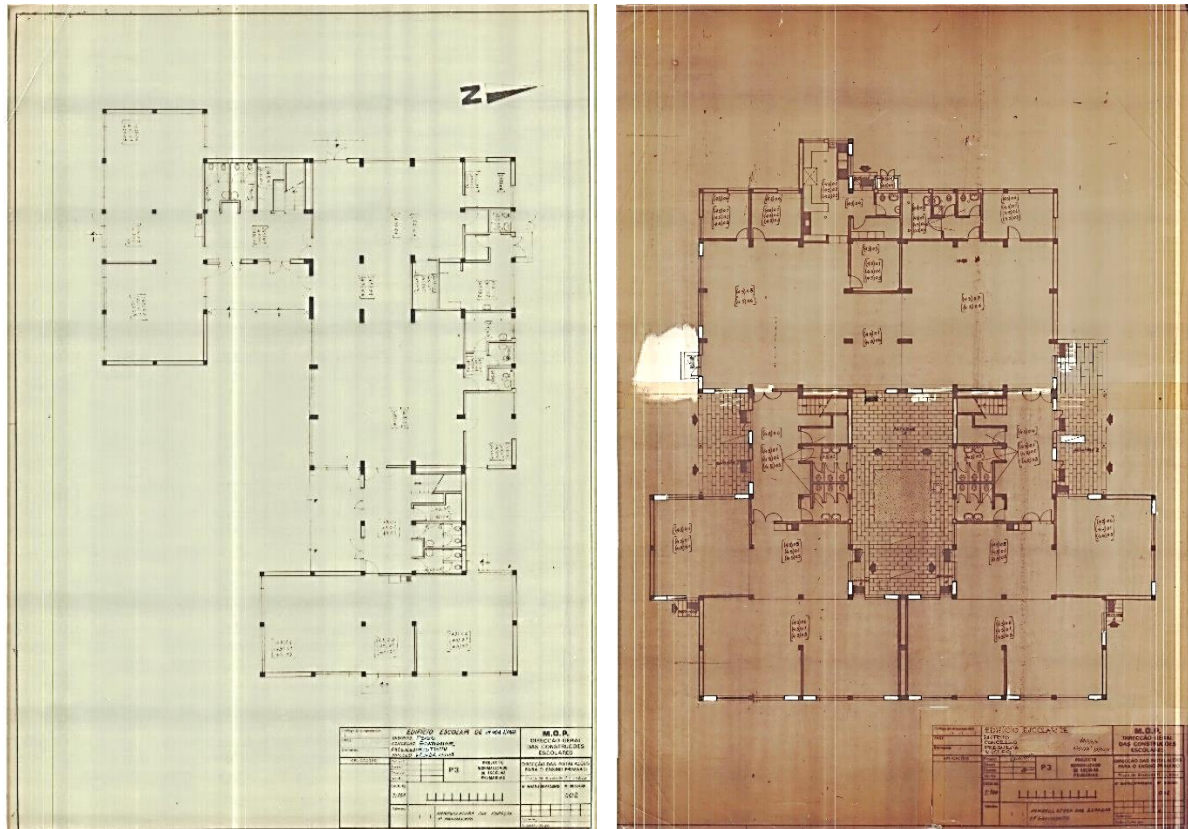


Figura 3.1 – Planta tipo do Projeto - P3: 320 alunos (à esquerda) e 480 alunos (à direita). Fonte: (Ministério das Obras Públicas, MOP)

- **3x3:** composto por vários corpos separados: um principal para receção, administração e cantina (corpo retangular) e restantes para salas de aulas (corpos quadrados); sendo possível ajustar o número de “corpos quadrados”, de forma a satisfazer as necessidades de quantidade de alunos; são projetos modulares e replicáveis; podendo ser do tipo “Compacto” ou “Simples” (Figura 3.2);



Figura 3.2 – Planta tipo do Projeto – 3x3: “Simples” (à esquerda) e “Compacto” (à direita). Fonte: (Google Maps).

- **Monobloco:** composto por vários corpos unidos: um principal para recepção, administração e cantina (corpo retangular) e restantes para salas de aulas (corpos quadrados); são projetos modulares e replicáveis (Figura 3.3);

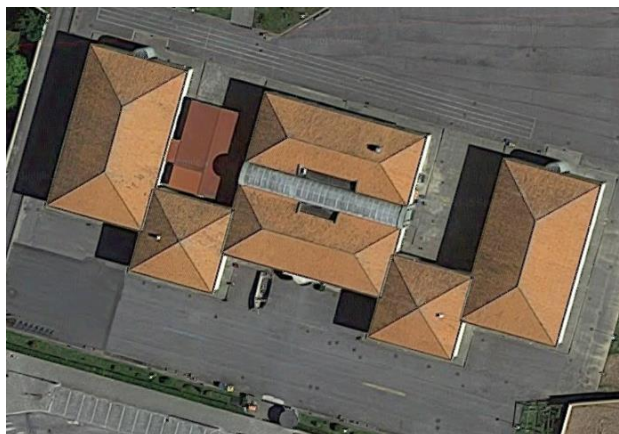
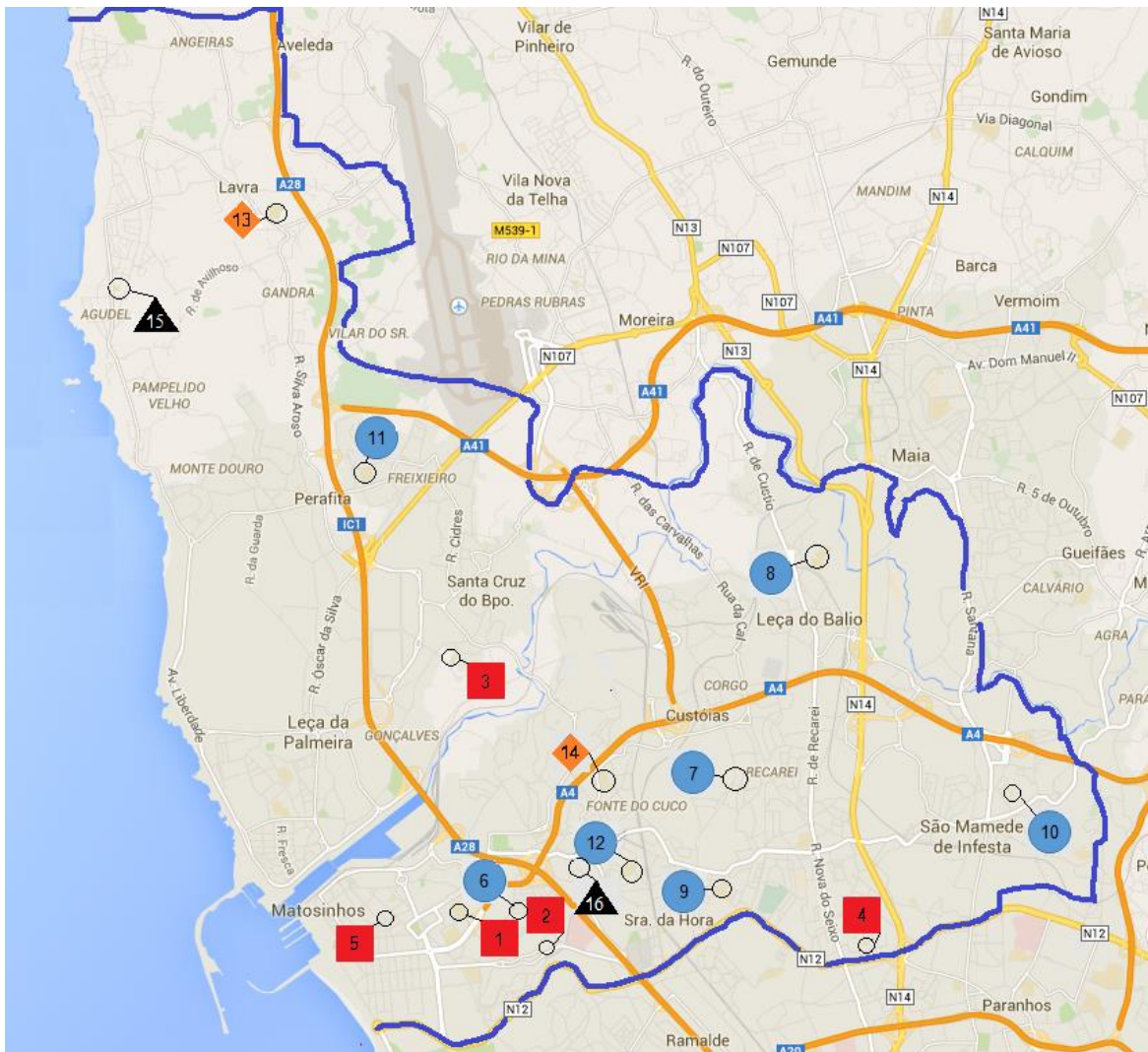


Figura 3.3 – Planta tipo do Projeto Monobloco. Fonte: (Google Maps).

- **Projeto Especial:** são projetos únicos realizados a pedido da Câmara Municipal.



Nº	Tipo Projeto	Símbolo	Escola
1	P3	■	Escola Básica Augusto Gomes
2			Escola Básica de Biquinha
3			Escola Básica de Portela, Santa Cruz do Bispo
4			Escola Básica de Amieira, Senhora da Hora
5			Escola Básica de Godinho
6	3x3	●	Escola Básica Professor Óscar Lopes
7			Escola Básica de Custóias
8			Escola Básica de Leça do Balio
9			Escola Básica da Senhora da Hora
10			Escola Básica Maria Manuela Sá
11			Escola Básica de Perafita
12			Escola Secundária de Senhora da Hora
13	Monobloco	◆	Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos
14			Escola Básica Irmãos Passos
15	Projeto Especial	▲	Escola Básica de Lomba, Matosinhos
16			Escola Básica de Agudela, Pampelido
17			Escola Básica da Barranha, Senhora da Hora

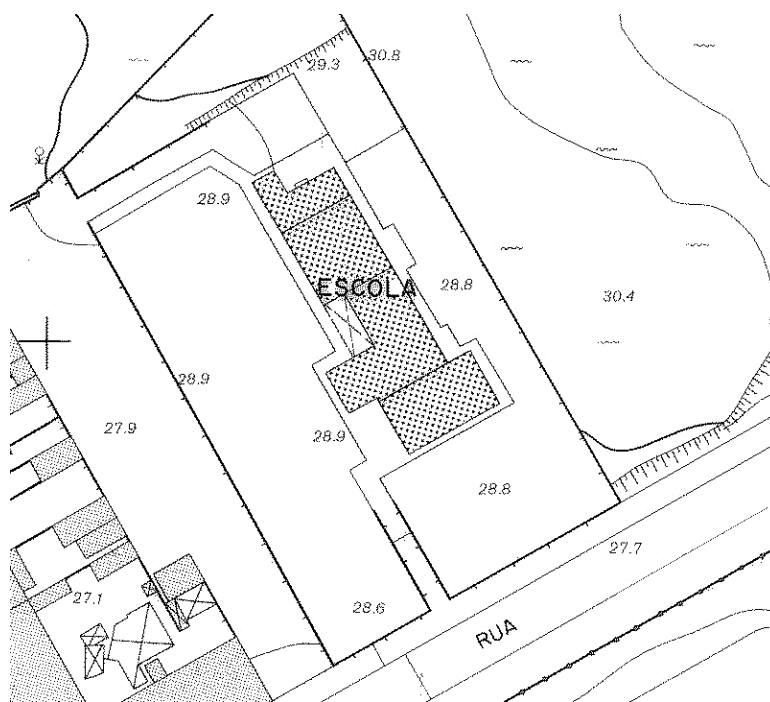
Figura 3.4 - Mapa de Escolas do Concelho de Matosinhos. Fonte: adaptado de (Google Maps).

Apresentam-se nos Quadros 3.6 a 3.21 imagens da implantação e dos edifícios constituintes das escolas com estrutura em betão armado identificadas.

Quadro 3.6 - Escola Básica Augusto Gomes.

Edifício:	Escola Básica Augusto Gomes	Nº:	1
Freguesia:	Matosinhos	Tipo Projeto:	P3 - adaptado
Coordenadas:	41.181406, -8.626865	Ano Construção:	1980

Planta Implantação



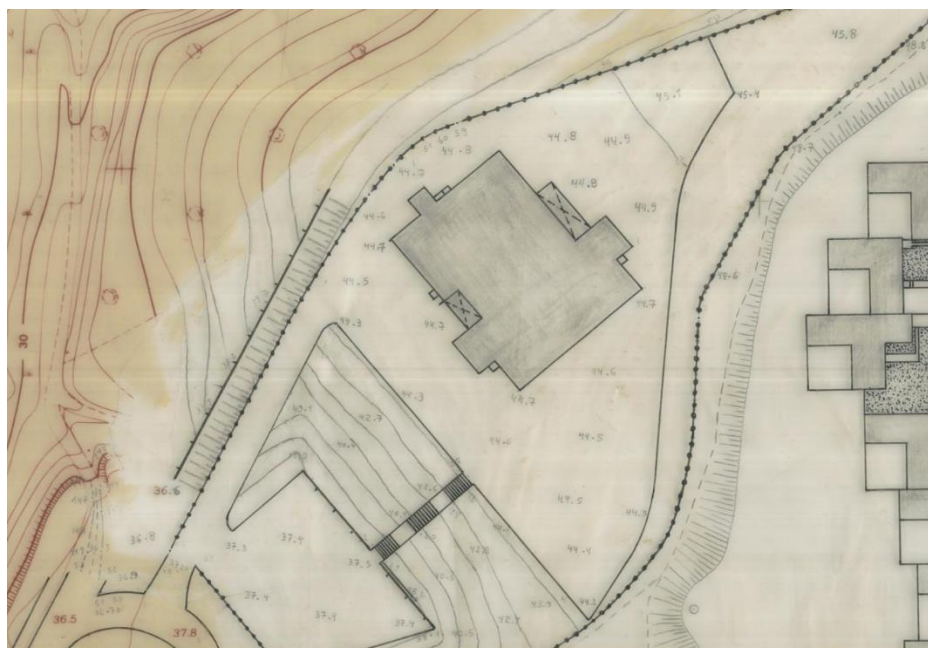
Extrato do levantamento aerofotogramétrico de 1983, Escola Básica Augusto Gomes. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).



Quadro 3.7 - Escola Básica da Biquinha.

Edifício:	Escola Básica da Biquinha	Nº:	2
Freguesia:	Matosinhos	Tipo Projeto:	P3 – 480 alunos
Coordenadas:	41.177916, -8.672126	Ano Construção:	1982

Planta Implantação



Extrato do levantamento aerofotogramétrico de 1983, Escola Básica da Biquinha. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).



Quadro 3.8 - Escola Básica da Portela.

Edifício:	Escola Básica da Portela	Nº:	3
Freguesia:	Santa Cruz do Bispo	Tipo Projeto:	P3 – 480 alunos
Coordenadas:	41.208613, -8.679126	Ano Construção:	1984

Planta Implantação



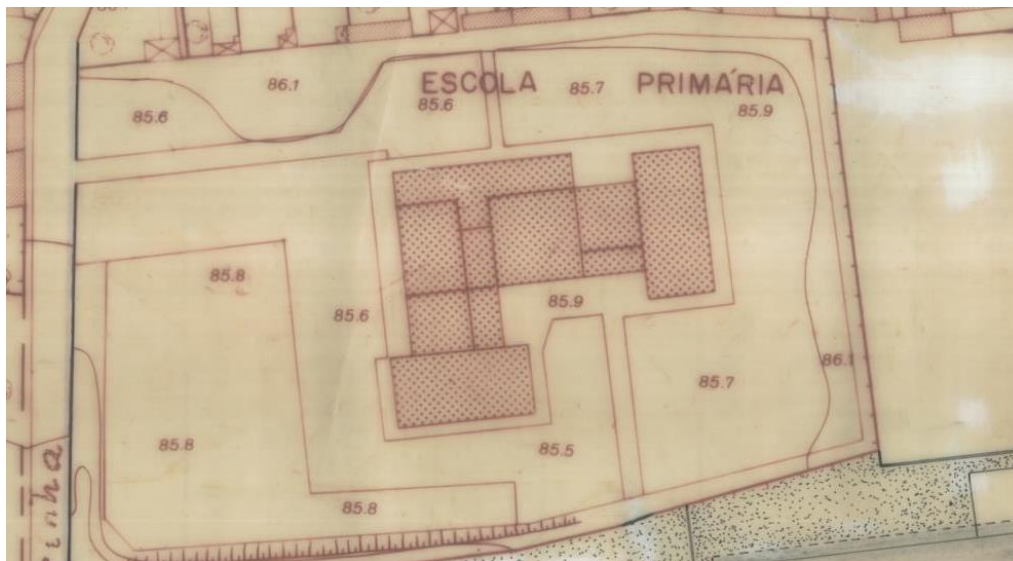
Extrato do levantamento aerofotogramétrico de 1983, Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).



Quadro 3.9 - Escola Básica da Amieira.

Edifício:	Escola Básica da Amieira	Nº:	4
Freguesia:	S. Mamede de Infesta	Tipo Projeto:	P3 – 320 alunos
Coordenadas:	41.183426, -8.679627	Ano Construção:	1978

Planta Implantação



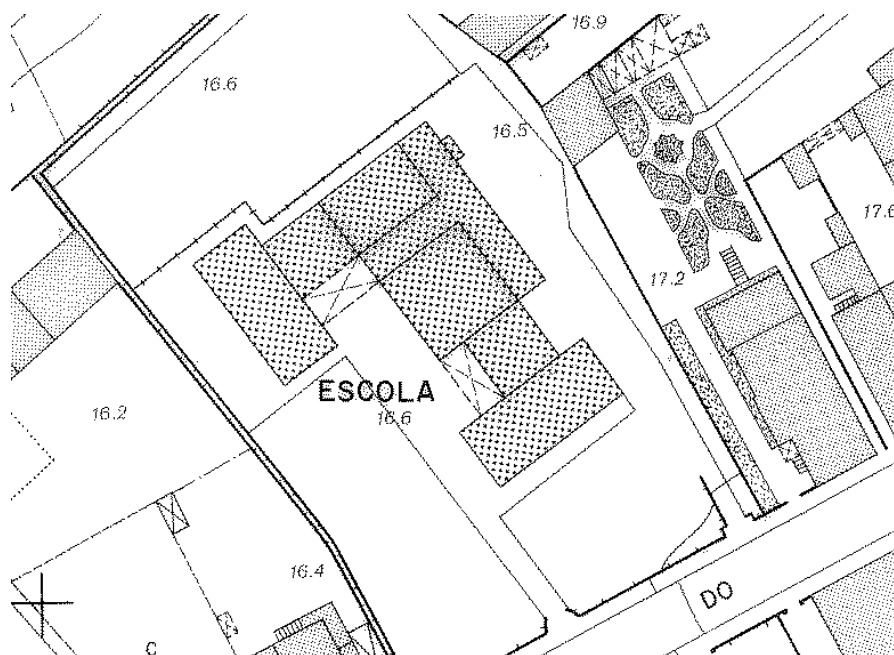
Extrato do levantamento aerofotogramétrico de 1983, Escola Básica da Amieira. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).



Quadro 3.10 - Escola Básica do Godinho.

Edifício:	Escola Básica do Godinho	Nº:	5
Freguesia:	Matosinhos	Tipo Projeto:	P3 – 320 alunos
Coordenadas:	41.183742, -8.688103	Ano Construção:	1980

Planta Implantação



Extrato do levantamento aerofotogramétrico de 1983, Escola Básica do Godinho. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).



Quadro 3.11 - Escola Básica Professor Óscar Lopes.

Edifício:	Escola Básica Professor Óscar Lopes	Nº:	6
Freguesia:	Matosinhos	Tipo Projeto:	3x3-Compacto
Coordenadas:	41.183354, -8.670973	Ano Construção:	1997

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica Professor Óscar Lopes. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.12 - Escola Básica de Custóias.

Edifício:	Escola Básica de Custóias	Nº:	7
Freguesia:	Custóias	Tipo Projeto:	3x3 – Simples
Coordenadas:	41.198903, -8.642894	Ano Construção:	1985

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica de Custóias. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.13 - Escola Básica de Leça do Balio.

Edifício:	Escola Básica de Leça do Balio	Nº:	8
Freguesia:	Leça do Balio	Tipo Projeto:	3x3 - Compacto
Coordenadas:	41.217581, -8.633186	Ano Construção:	1994

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica de Leça do Balio. Fonte: (Google Maps).

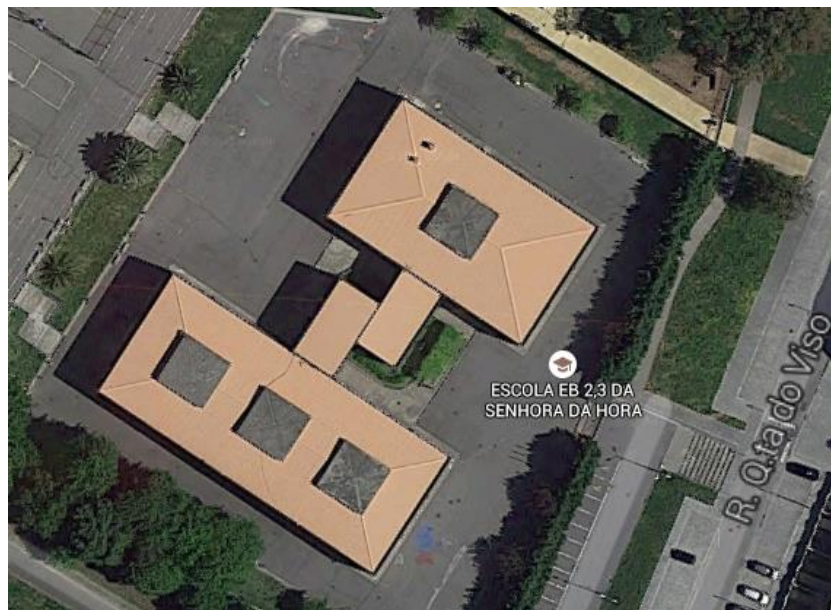


Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.14 - Escola Básica da Senhora da Hora.

Edifício:	Escola Básica da Senhora da Hora	Nº:	9
Freguesia:	Senhora da Hora	Tipo Projeto:	3x3-Compacto
Coordenadas:	41.185739, -8.644550	Ano Construção:	2001

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica da Senhora da Hora. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.15 - Escola Básica Maria Manuela Sá.

Edifício:	Escola Básica Maria Manuela Sá	Nº:	10
Freguesia:	S. Mamede de Infesta	Tipo Projeto:	3x3 - Compacto
Coordenadas:	41.195250, -8.607132	Ano Construção:	1991

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica Maria Manuela Sá. Fonte: (Google Maps).

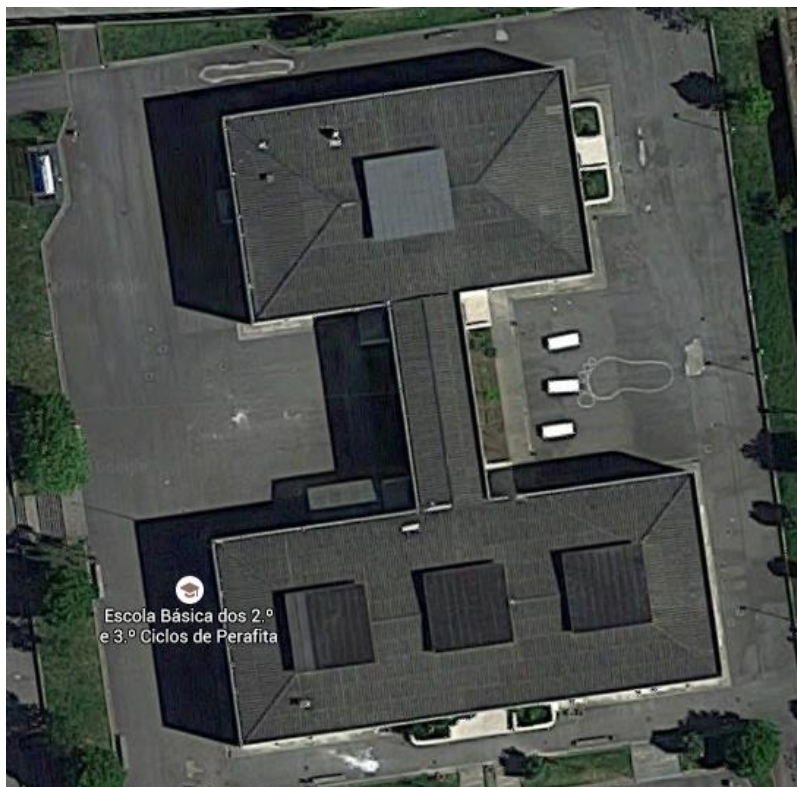


Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.16 - Escola Básica de Perafita.

Edifício:	Escola Básica de Perafita	Nº:	11
Freguesia:	Perafita	Tipo Projeto:	3x3 - Compacto
Coordenadas:	41.226207, -8.689986	Ano Construção:	1998

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica de Perafita. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.17 - Escola Secundária da Senhora da Hora.

Edifício:	Escola Secundária da Senhora da Hora	Nº:	12
Freguesia:	Senhora da Hora	Tipo Projeto:	3x3-Simples
Coordenadas:	41.188828, -8.656711	Ano Construção:	2001

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Secundária da Senhora da Hora. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.18 - Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos.

Edifício:	Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos	Nº:	13
Freguesia:	Lavra	Tipo Projeto:	Monobloco
Coordenadas:	41.250707, -8.702014	Ano Construção:	1991

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica Dr. José Domingues dos Santos. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.19 - Escola Básica Irmãos Passos.

Edifício:	Escola Básica Irmãos Passos	Nº:	14
Freguesia:	Guifões	Tipo Projeto:	Monobloco
Coordenadas:	41.196502, -8.660047	Ano Construção:	1989

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica Irmãos Passos. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.20 - Escola Básica da Agudela.

Edifício:	Escola Básica da Agudela	Nº:	15
Freguesia:	Lavra	Tipo Projeto:	Proj. Especial
Coordenadas:	41.243796, -8.722083	Ano Construção:	1988

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica da Agudela. Fonte: (Google Maps).

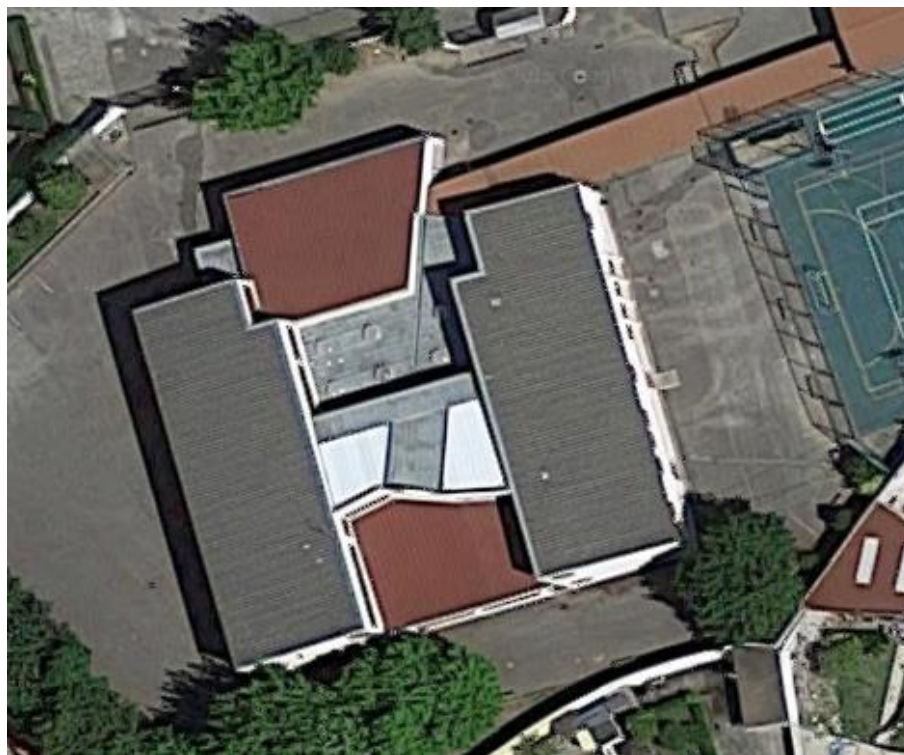


Fonte: (Google Maps).

Quadro 3.21 - Escola Básica da Barranha.

Edifício:	Escola Básica da Barranha	Nº:	16
Freguesia:	Senhora da Hora	Tipo Projeto:	Proj. Especial
Coordenadas:	41.189326, -8.663354	Ano Construção:	1999

Planta Implantação



Vista aérea da Escola Básica da Barranha. Fonte: (Google Maps).



Fonte: (Google Maps).

Capítulo 4 - Metodologias de Inspeção

De acordo com o Eurocódigo, “NP EN 1990 (2009) - Bases para o projecto de estruturas”, o conceito de durabilidade está vertido no parágrafo *“A estrutura deve ser projectada de modo a que a sua deterioração, ao longo da vida útil de projecto, não reduza o seu desempenho abaixo do prescrito, tendo em conta o ambiente e o nível de manutenção previsto”*. Relativamente ao conceito de tempo de vida útil, a mesma norma refere *“Período durante o qual se pretende que uma estrutura ou parte da mesma seja utilizada para as funções a que se destina, com a manutenção prevista mas sem necessidade de grandes reparações”*.

Os requisitos do projeto e da execução de uma estrutura devem ser a segurança, a qualidade das condições de serviço e a durabilidade. A vida útil da estrutura será, então, o período de tempo durante o qual a estrutura satisfaz esses requisitos de segurança, de funcionalidade e estéticos, sem custos de manutenção não previstos, isto é, o período de tempo durante o qual o desempenho da estrutura é satisfatório (superior ao mínimo aceitável).

As estruturas de betão devem adotar e seguir três normas principais: NP EN 1992-1-1 (2010) (Eurocódigo 2 - Projeto de Estruturas de Betão), NP EN 206-1 (2007) (Betão - Especificação, desempenho, produção e conformidade) e NP EN 13670 (2007) (Execução de Estruturas de Betão).

Caso as regras impostas na NP EN 1992-1-1 (2010), NP EN 206-1 (2007) e NP EN 13670 (2007) sejam cumpridas, o betão atingirá uma vida útil de, pelo menos, 50 anos. O conceito de durabilidade seguido nas normas europeias baseia-se na classificação de diferentes classes ambientais, denominadas como classes de exposição, definidos pela NP EN 206-1 (2007).

Como se pode verificar na Figura 4.1 o nível de qualidade vai diminuindo ao longo do ciclo de vida de um edifício, devido à deterioração e a outros fatores, incluindo:

- erros de projeto e de construção, estes podem incluir especificações do betão e recobrimento insuficientes, drenagem inadequada, congestionamento de armaduras, ninhos de pedra, vazios, segregação dos agregados, etc.;

- erros de planificação ou de conservação;
- ausência ou insuficiência de ações de manutenção;
- ações ambientais e outras ações que atuam na estrutura;
- processo de envelhecimento, desgaste geral;
- aumento e variação das cargas atuantes.

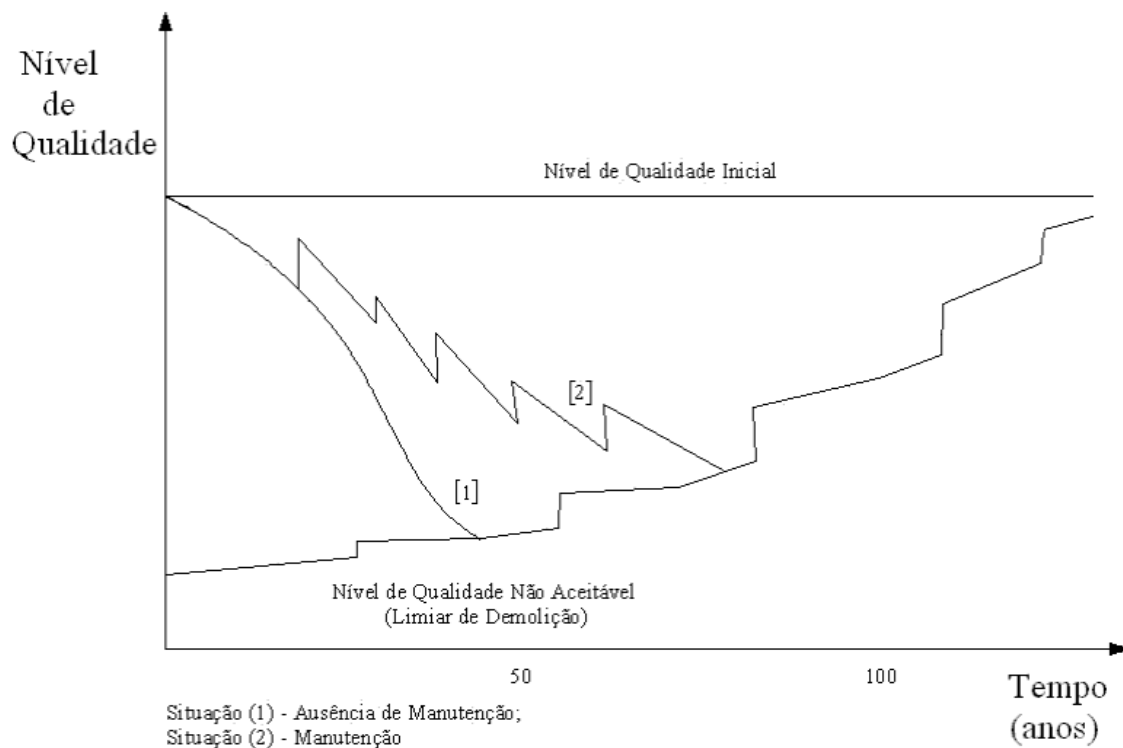


Figura 4.1 – Nível de qualidade ao longo do ciclo de vida de um edifício. Fonte: adaptado de (GOMES, 1992).

Analisando a Figura 4.1, curva 1, verifica-se que um edifício corrente não atinge uma vida útil esperada de 50 anos com ausência de uma manutenção adequada. De modo a evitar danos graves e onerosos, é necessária uma intervenção atempada e eficaz. Antes de se contratar uma empresa para resolver uma anomalia num edifício, há que identificar esse problema, diagnosticando corretamente as causas e estabelecendo as soluções técnicas mais adequadas. Daí surge a necessidade de realização de inspeções.

Essas inspeções serão capazes de identificar as demais anomalias instaladas ao longo do tempo na estrutura, e essa informação será base para um estudo, para a conceção de eventuais soluções de reparação e para evitar o aparecimento de novas anomalias. Com uma adequada supervisão e manutenção da estrutura é possível prolongar o tempo de vida (Figura 4.1, curva 2) e, conseqüentemente,

reduzir custos de reparação caso não sejam tratadas estas anomalias. Esta metodologia também é considerada uma boa prática de gestão de edifícios, pois o investimento em manutenção será sempre inferior aos custos de uma nova construção.

De acordo com um artigo publicado por Elrakib (2012) no jornal Housing and Building National Research Center, no Egito, são apresentadas causas de deterioração, de acordo com o ano de construção (Figura 4.2).

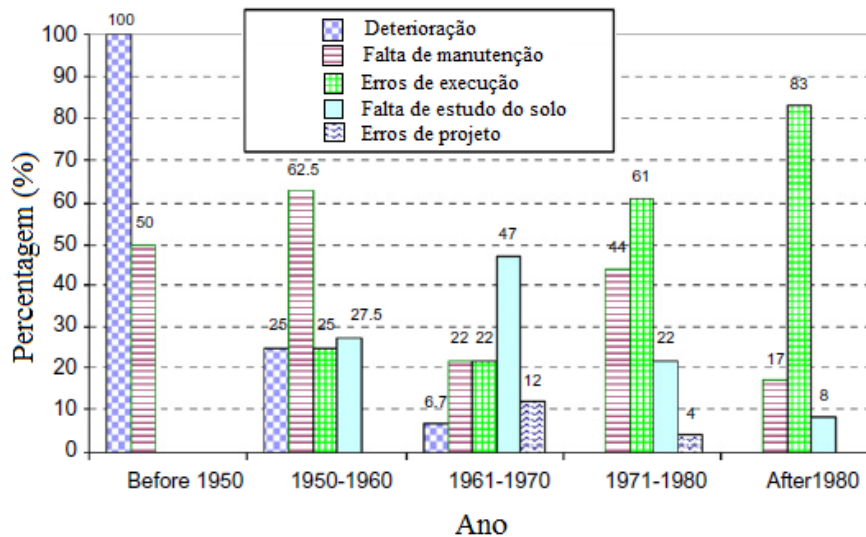


Figura 4.2 - Causas de deterioração de acordo com o ano de construção. Fonte: adaptado de (ELRAKIB, 2012).

Conclui-se que, apesar de um avanço em tecnologias construtivas e de gestão em engenharia civil, continua a deparar-se com um insuficiente investimento em manutenção.

Também na Figura 4.3 e no Quadro 4.1 (RIPPER, 1997) são apresentados grupos de causas de anomalias em diferentes fases do processo de construção em edifícios.

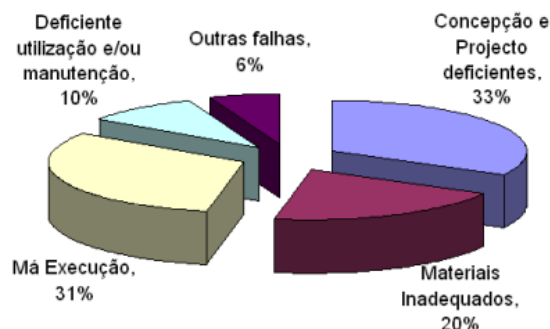


Figura 4.3 - Causas de anomalias e as fases do processo de construção em edifícios. Fonte: (RIPPER, 1997).

Quadro 4.1 - Causas de anomalias e as fases do processo de construção em edifícios.

Fonte de pesquisa	Concepção e Projecto Deficientes	Materiais Inadequados	Má Execução	Deficiente utilização e/ou manutenção	Outras falhas
F. Gabaldón (Madrid, 82)					
Espanha	41	13	31	11	4
Bélgica	49	15	22	9	5
Reino Unido	49	11	29	10	1
Alemanha	37	14	30	11	8
Dinamarca	36	25	22	9	8
Roménia	37	22	19	11	11
C.E.B. Boletín 157 (82)	50	40		10	
Building Research Establishment (UK, 76)	50	10	30	10	
D. Plum & J. Hayes	46	11	33	10	
Cóias e Cachadinha (Lisboa, 83)	12	81		7	
Jean Bléovot (Paris, 74)	35	58		7	
J. Loss (USA, 87)	62	32		6	
J. Hauser (USA, 79)	36	10	44	5	5
FEFAAP (São Paulo, 89)	18	6	52	14	10
P. Aranha, D. Molin (IBRACON, 89)	30	5	39	26	
ENR (USA, 79)	10	10	65	15	
LEMIT (Venezuela, 75)	20	43	23	14	
A. Paterson (Londres, 84)	37	5	51	7	
T. Ripper (Lisboa, 97)	36	17	32	9	6

Fonte: (RIPPER, 1997).

Pode constatar-se que, mais uma vez, existe uma falta de manutenção em edifícios, representando uma fatia de 10 por cento na amostra recolhida atrás.

Para dar resposta a esta situação e à realização de uma boa prática de manutenção de edifícios, surge o conceito de inspeção que será capaz de identificar potenciais problemas e as suas causas, estabelecer prioridades de inspeção, monitorizar para evitar eventuais danos, identificar zonas com necessidade de manutenção preventiva, avaliar o desempenho dos elementos e da construção e determinar o estado de conservação global do edifício. Segundo Ribeiro e Silva (2003), as inspeções são uma ferramenta relevante na manutenção dos edifícios, que devendo ser levada a efeito com periodicidades estipuladas, evitando intervenções mais complexas. Nessa periodicidade devem ser englobadas as inspeções de rotina, os ensaios a realizar e as respetivas medidas corretivas a implementar quando necessário.

Neste trabalho, realizou-se uma recolha de metodologias de inspeção, tanto a nível nacional como mundial, apresentando-se as respetivas diferenças, a sua estrutura geral e o objetivo de cada método.

4.1. Metodologias de inspeção adotadas em Portugal

4.1.1. Método de avaliação do estado de conservação de imóveis (MAEC)

Este método foi apresentado por João Branco Pedro, António Vilhena e José Vasconcelos de Paiva no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e publicado pelo Diário da República (Portaria n.º 1192-B, 2006).


Devido a alterações da atualização extraordinária de rendas, que depende do valor patrimonial tributário e de um coeficiente de conservação estabelecido pelo Regime de Arrendamento Urbano aprovado pela Lei n.º 6/2006 de 27 de Fevereiro, foi realizado este documento (MAEC), de forma a obter um modelo de ficha de avaliação para obtenção do seu estado de conservação.

O coeficiente de conservação reflete o estado de conservação do edifício numa escala de cinco níveis e é determinado com base na avaliação da gravidade das anomalias (muito ligeiras, ligeiras, médias, graves e muito graves) encontradas em elementos construtivos e em instalações técnicas, mediante uma inspeção baseada no preenchimento de uma ficha tipo (Figuras 4.4 e 4.5).

Objetivo, de acordo com João Branco Pedro (2003):

- determinar o estado de conservação de imóveis habitacionais e não-habitacionais e a existência de infraestruturas básicas numa escala de cinco níveis;
- apresentar resultados que traduzam com rigor o estado de conservação do imóvel e sejam tão independentes quanto possível do técnico avaliador;
- avaliar a generalidade dos tipos de imóveis independentemente do uso, da data de construção, dos processos construtivos, da localização, do custo, das dimensões, etc.;
- ser aceite pelos intervenientes no sector do arrendamento;
- ser aplicado por Arquitetos ou Engenheiros que participem em ações de formação de curta duração;
- garantir que os resultados e a forma como foram obtidos são facilmente compreendidos;
- constituir um encargo socialmente aceitável.

Estrutura da ficha de inspeção



NRAU – NOVO REGIME DE ARRENDAMENTO URBANO
Ficha de avaliação do nível de conservação de edifícios
(Portaria n.º 1192-B/2006, de 3 de Novembro)

código do técnico número da ficha

A. IDENTIFICAÇÃO

Rua/Av./Pc.: _____

Número: _____ Anciar: _____ Localidade: _____ Código postal: _____

Distrito: _____ Concelho: _____ Freguesia: _____

Artigo matricial: _____ Fração: _____ Código SIG (facultativo): _____

B. CARACTERIZAÇÃO

N.º de pisos do edifício	N.º de unidades do edifício	Época de construção	Tipologia estrutural	N.º de divisões da unidade	Uso da unidade
_ _	_ _	_____	_____	_ _	_____

C. ANOMALIAS DE ELEMENTOS FUNCIONAIS

	Anomalias					Não se aplica	Ponderação	Pontuação
	Muito ligeiras (5)	Ligeiras (4)	Médias (3)	Graves (2)	Muito graves (1)			
Edifício								
1. Estrutura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 6 =	_____
2. Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	_____
3. Elementos salientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
Outras partes comuns								
4. Paredes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
5. Revestimentos de pavimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
6. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
7. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
8. Caixilharia e portas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
9. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
10. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
11. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
12. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
13. Instalação eléctrica e de iluminação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
14. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
15. Instalação de ascensores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
16. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
17. Instalação de evacuação de lixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
Unidade								
18. Paredes exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 5 =	_____
19. Paredes interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
20. Revestimentos de pavimentos exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
21. Revestimentos de pavimentos interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
22. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
23. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
24. Caixilharia e portas exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 5 =	_____
25. Caixilharia e portas interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
26. Dispositivos de protecção de vãos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
27. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
28. Equipamento sanitário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
29. Equipamento de cozinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
30. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
31. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
32. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
33. Instalação eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
34. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
35. Instalação de ventilação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
36. Instalação de climatização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
37. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____

D. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ANOMALIAS

Total das pontuações (a)

Total das ponderações atribuídas aos elementos funcionais aplicáveis (b)

Índice de anomalias (a/b)

Figura 4.4 - Ficha de avaliação do nível de conservação, página 1. Fonte: (Portaria n.º 1192-B, 2006).

Instruções para o preenchimento da ficha de inspeção

A. Identificação

Regista-se a morada e outros dados de identificação do edifício.

B. Caracterização

Registam-se os dados relativos à caracterização e tipologia do edifício, de forma a identificar as suas principais características.

C. Anomalias de elementos funcionais

É classificado o nível de anomalia que afeta cada elemento funcional apresentado. Os elementos estão organizados por grupos, em edifício, outras partes comuns e unidades. Cada um dos elementos identificados tem uma ponderação associada, sendo esta ponderação o grau de importância que este elemento apresenta no edifício. O nível de anomalia pode identificar-se com auxílio da seguinte Figura 4.6:

		Anomalias				
		Muito ligeiras	Ligeiras	Médias	Graves	Muito graves
Ausência de anomalias ou anomalias sem significado						
	Anomalias que prejudicam o aspecto, e que requerem trabalhos de fácil execução			Anomalias que prejudicam o aspecto, e que requerem trabalhos de difícil execução		
			Anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de fácil execução	Anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de difícil execução		
				Anomalias que colocam em risco a saúde e/ou a segurança, podendo motivar acidentes sem gravidade, e que requerem trabalhos de fácil execução	Anomalias que colocam em risco a saúde e/ou a segurança, podendo motivar acidentes sem gravidade, e que requerem trabalhos de difícil execução	
					Anomalias que colocam em risco a saúde e/ou a segurança, podendo motivar acidentes graves ou muito graves	Ausência ou inoperacionalidade de infra-estrutura básica

Figura 4.6 - Regras de avaliação da gravidade da anomalia. Fonte: (Portaria n.º 1192-B, 2006).

D. Determinação do índice de anomalias

É calculado o índice de anomalias como o quociente entre o total das pontuações e o total das ponderações dos elementos.

E. Descrição das condições que motivam anomalias "graves" e/ou "muito graves"

É apresentada uma justificação para a atribuição desses níveis de anomalia aos elementos funcionais. Deverá ser adicionada uma fotografia.

F. Avaliação

Através do índice de anomalias (IA) é consultada a seguinte Figura 4.7:

Índice de anomalias	$5,00 \geq IA \geq 4,50$	$4,50 > IA \geq 3,50$	$3,50 > IA \geq 2,50$	$2,50 > IA \geq 1,50$	$1,50 > IA \geq 1,00$
Estado de conservação	Excelente	Bom	Médio	Mau	Péssimo

Figura 4.7 - Escala de intervalos para classificar o estado de conservação. Fonte: (Portaria n.º 1192-B, 2006).

Também é indicado se existem situações que constituem grave risco para a segurança e para a saúde pública e/ou dos residentes.

G. Observações

Podem apresentar-se informações adicionais à inspeção realizada na vistoria.

H. Identificação do técnico

Deverá ser registado o nome do avaliador e a data da vistoria.

4.1.2. Metodologia de inspeções principais da Infraestruturas de Portugal (IP)

Esta metodologia é adotada pela Infraestruturas de Portugal (Infraestruturas de Portugal, IP), com o intuito de estabelecer critérios para a realização de uma inspeção. Apesar de ter sido desenvolvida para obras de arte, é ainda muito utilizada por técnicos para a caracterização do estado de conservação de edifícios correntes.

Estabelece procedimentos e normas a seguir pelos inspetores, de forma a garantir a qualidade das avaliações. Estas inspeções são, fundamentalmente, visuais mas poderão ser realizados ensaios, de modo a garantir uma maior profundidade e fundamentação.

De acordo com esta metodologia, uma inspeção é dividida em três fases distintas.

A **primeira fase – Pré – Inspeção** – seleção de equipamentos e elementos que poderão ser necessários no local em função da identificação dos condicionalismos envolventes à obra de arte.

A **segunda fase – Inspeção** propriamente dita – corresponde à identificação e ao registo das anomalias detetadas na obra de arte, bem com a sugestão de medidas para a sua correção (trabalhos de reparação, ensaios, etc).

A **terceira fase – Introdução e armazenamento dos dados** – culmina o trabalho de inspeção da obra de arte, e consiste fundamentalmente na introdução dos dados no sistema e elaboração dos relatórios de inspeção.

Devem ser descritas todas as anomalias presentes que afetam a estrutura ao nível de durabilidade, desempenho ou segurança. É necessário classificar o estado de manutenção em Bom (B) ou Mau (M), sendo que:

- **Bom (B)** – Se não for necessário realizar trabalhos de manutenção em mais de 50% dos componentes;

- **Mau (M)** – Se for necessário realizar trabalhos de manutenção em mais de 50% dos componentes.

O estado de conservação de um componente traduz as condições em que se encontra esse componente. É definida uma escala que varia entre 0 e 5, correspondendo o 0 a um Estado de Conservação ótimo e o 5 a um Estado de Conservação muito mau. A classificação a atribuir a um determinado componente pode ser obtida com base nas anomalias observadas nesse componente, de acordo com a Quadro 4.2:

Quadro 4.2 - Estado de Conservação por componente.

			0	1
1º	Caracterização da anomalia	Natureza	Pouco grave	Muito grave
2º		Estado de desenvolvimento	Sem evolução	Com evolução expectável
3º		Extensão atual	Inferior a 50% do admissível	Superior a 50% do admissível
4º	Função do componente afetado		Cumprir função	Não cumprir função
5º	Consequência da anomalia		Sem consequência para outros elementos	Com consequência para outros elementos

Fonte: (Infraestruturas de Portugal, IP).

A consequência da classificação do Estado de Conservação, em termos de intervenção, resume-se à Quadro 4.3:

Quadro 4.3 - Interpretação do Estado de Conservação final.

EC0	Estado Muito Bom – Sem reparações a efetuar.
EC1	Estado Bom - Reparções não prioritárias. Verifica-se que a qualidade dos materiais ou a sua execução são defeituosas.
EC2	Estado Razoável – Podem ser especificadas reparações não prioritárias.
EC3	Estado Deficiente - Justifica intervir na estrutura a médio prazo (<5 anos).
EC4	Estado Muito Deficiente - Justifica intervir na estrutura a curto prazo (1-2 anos). Poderão ser implementados condicionamentos à circulação rodoviária, através de restrições de carga ou de velocidade.
EC5	Estado Mau - Pode estar em causa a segurança estrutural do Componente. Deverá de imediato ser promovida uma intervenção de reparação.

Fonte: (Infraestruturas de Portugal, IP).

A avaliação do estado de conservação e a identificação das anomalias são registados na seguinte ficha de inspeção (Figuras 4.8 e 4.9):

Identificação da Obra de Arte			
Responsável pela Inspeção	Data	Cond. Atmosféricas / Temp. Ambiente	Ano da Próxima Inspeção
	/ /	/	

Estado do de Conservação (Síntese)

	Componente	EC	EM	ECP		Componente	EC	EM	ECP		Componente	EC	EM	ECP
1	Obra de Arte - Geral				6	Apoios intermédios				1	Passeios			
2	Muros				7	Tabuleiro				1	Revestimento da via			
3	Taludes				8	Cornijas				1	Drenagem			
4	Encontros				9	Guarda corpos				1	Juntas de dilatação			
5	Aparelhos de apoio				1	Guarda de segurança				1	Outros Componentes			
					0					5				

Custo global das intervenções previstas na inspeção e ano de reparação

Custo (€)		Ano de Reparação	
-----------	--	------------------	--

Situação de alerta

Sim		Componente		Comentário	
-----	--	------------	--	------------	--

Nota: O campo de comentário tem linhas suficientes e o programa deverá propor uma minuta Word para que possa ser enviada. Este ficheiro Word sairá com a data da inspeção e com a indicação do responsável pela mesma.

Restrições à exploração

Via sobre a obra	Velocidade	<input type="checkbox"/>	Largura	<input type="checkbox"/>	Carga	<input type="checkbox"/>
1ª Via intersectada	Gabarit Horizontal	<input type="checkbox"/>	Gabarit Vertical	<input type="checkbox"/>		
2ª Via intersectada	Gabarit Horizontal	<input type="checkbox"/>	Gabarit Vertical	<input type="checkbox"/>		

Estudos complementares necessários

1 - Pedido de Inspeção Especial						
1.1	Meios de Acesso		Dias previstos	1.2	Ensaios	
1.1.1	Plataforma tipo "by-bridge"			Código	Localização	nº
1.1.2	Carrinho de elevação					
1.1.3	Embarcações					
1.1.4	Outros					
Obs	outros			Obs		
1.3	Instrumentação			1.4	Inspeção Subaquática	
Código	Localização		nº	Tipo	Nº Pilares a inspecionar	Profundidade máxima prevista
					Local de Colocação da embarcação	Dias previstos
Obs				obs		

Nota:

1.2 Ensaios	1.3 Instrumentação	1.4 Inspeção Subaquática
1.2.1 Medição de Cloretos	1.3.1 Topográfica	1.4.1 Inventário (nível I e II)
1.2.2 Medição do Teor de Humidade	1.3.2 Extensómetros	1.4.2 de Rotina (Nível I e II)
1.2.3 Medição do teor de Alcalis	1.3.3 Load cells	1.4.3 Especiais (Nível III)
1.2.4 Medição da profundidade de Carbonatação	1.3.4 Nivelamento	1.4.4 Extraordinária (Nível I)
1.2.5 Medição do potencial eléctrico		
1.2.6 Ensaio de compressão triaxial		
1.2.7 Medição de recobrimentos		
1.2.8 Ensaio de Esclerómetro		
1.2.9 Análise Petrográfica		

Figura 4.8 - Esquema de Ficha de Inspeção – tipo, página 1. Fonte: (Infraestruturas de Portugal, IP).

2 - Pedido de avaliação Técnico-económica			
2.1	Avaliação Económica	2.2	Avaliação Técnica
Componente	Descrição do tipo de Avaliação pretendida	Componente	Descrição do tipo de Avaliação pretendida

Registo de anomalias e dos trabalhos de reparação correctivos

Componente nº:	Foto nº:	Código Trab.	Quant.
Descrição das anomalias			
Componente nº:	Foto nº:	Código Trab.	Quant.
Descrição das anomalias			

E.C.	Estado de Conservação	0 - 5
E.M.	Estado de Manutenção	Mau - Bom
E.C.P.	Estudos Complementares	Indicar ensaios previstos

Figura 4.9 - Esquema de Ficha de Inspeção – tipo, página 2. Fonte: (Infraestruturas de Portugal, IP).

4.1.3. Metodologia específica para inspeção de escolas em betão armado

No âmbito da sua dissertação de Mestrado, Clara Isabel Fernandes Pereira, do Instituto Superior Técnico de Lisboa, desenvolveu uma metodologia de inspeção com o objetivo de registar, caracterizar e analisar as anomalias construtivas das escolas secundárias.

Esta metodologia baseia-se em inspeções já realizadas com apoio do Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção do Instituto Superior Técnico (ICIST) em escolas, criando uma base de dados, recorrendo ao programa *Microsoft Excel*, que será utilizado como suporte para futuras inspeções a realizar, sendo capaz de caracterizar, localizar e definir o conjunto de anomalias instaladas na estrutura e recomendações de reparação. O trabalho que realizou também teve o intuito de recolher as principais características arquitetónicas dos edifícios, a componente construtiva e funcional tanto como a compilação de informação, criando assim um histórico.

Estrutura de modelo de base de dados

A estrutura de modelo de base de dados envolve três campos principais, que se subdividem conforme, a seguir, se descreve e se reproduz nas Figuras 4.10, 4.11 e 4.12 (PEREIRA, 2012):

- **Caracterização:** identificação, tipologias, data de construção, área e espaços exteriores;
- **Localização:** distrito, concelho, cidade, meio envolvente, condições de exposição e implantação;
- **Anomalias:** localização, com apresentação de uma imagem, causas possíveis, gravidade e recomendações para atuação.

I. ESCOLAS											
caracterização	identificação	n.º de ordem	[n.º tabela ICIST]								
		nome	E. S. / E. B. / E. [nome]								
		esquema	[imagem esquemática implantação]								
	tipologia	licen	[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				
		[n.º de edifícios da tipologia funcional]	[n.º de edifícios da tipologia funcional]	[designação específica do bloco]	[área] m²	[n.º pisos]	[AAAA]	Estrutura	Elementos verticais		
	tipologia funcional	L / I / TF # P / S								Elementos horizontais	
										Escadas	
										Fundações	
										Paredes divisórias	Suporte
										Revestimentos	
										Paredes de fachada	Suporte
										Revestimentos	
										Pavimentos	Revestimentos
										Cobertura	Tipologia
											Estrutura
											Revestimentos
											Impermeabilização
										Vãos	Drenagem
Caixilhos											
Vidros											
Outros	Protecção										
	Guarnição										
informação adicional								Paredes	Revestimentos		
								Pavimentos	Revestimentos		

Figura 4.10 – Modelo de base de dados: Caracterização. Fonte: (PEREIRA, 2012).

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	

Figura 4.11 – Modelo de base de dados: Localização. Fonte: (PEREIRA, 2012).

2. ANOMALIAS										
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	Quantidade de elementos afetados	Edifícios
								Causas possíveis	Precedência de anomalias	Quadrante solar relevante
								Espaço funcional relevante	Gravidade	Futuros desenvolvimentos / consequências
								Recomendações de atuação	Observações	

Figura 4.12 - Modelo de base de dados: Anomalias. Fonte: (PEREIRA, 2012).

Nesta metodologia, já existe uma base de informação relativamente a cada parâmetro de preenchimento, ou seja, p.e., ao selecionar “Elementos Verticais” irá surgir uma lista de opções dos vários tipos de elementos verticais, com um determinado código, pelo que irá permitir uma facilidade no seu preenchimento.

Devido à capacidade de armazenamento de toda a informação, é possível apresentar os resultados estatisticamente, em formatos de gráficos, quadros ou outras formas de resultados, sendo possível uma análise geral do estado das escolas de acordo com a sua tipologia, localização, estado de degradação, conjuntos de anomalias que afetam cada tipologia de escola e as reparações específicas de cada anomalia.

4.2. Metodologias de inspeção adotadas em Espanha

4.2.1. Inspeção técnica de edifícios (ITE)

Na Catalunha, em Espanha, devido à degradação dos edifícios antigos, foi desenvolvida a metodologia Inspeção Técnica de Edifícios (ITE), aprovada pelo Departamento do Meio Ambiente e Habitação da Catalunha, publicada pelo Decreto 187/2010 a 23 de Novembro de 2010, com o objetivo de garantir os níveis exigidos de qualidade, manutenção e conservação. Esta é aplicável a todos os edifícios de habitação com mais de 45 anos (FONTE, 2012).

A Inspeção Técnica de Edifícios apresenta três etapas:

- inspeção visual, realizada por um técnico qualificado, de forma a identificar e a analisar as anomalias do edifício;
- redação do relatório de inspeção, com uma classificação do estado geral do edifício e, caso necessário, com a apresentação de soluções de reparação;
- emissão de um Certificado de Aptidão.

O relatório de inspeção deverá apresentar:

- a descrição do estado geral do edifício;
- as anomalias identificadas;
- a qualificação do estado de conservação.

De acordo com o Decreto 187/2010, as anomalias devem ser detalhadas e classificadas em:

- **Graves:** apresentam riscos para as pessoas e devido à sua importância devem ser reparadas no prazo indicado pelo técnico;
- **Leves:** apenas necessitam de trabalhos de manutenção para evitar a deterioração do edifício.

A qualificação geral do estado de conservação do edifício poderá ter as seguintes designações:

- **Muito grave:** o edifício apresenta de forma generalizada, a presença de anomalias, cuja gravidade afeta a estabilidade do edifício e a segurança do cidadão. Deverão ser apresentadas medidas de segurança e prazos, de forma a garantir a reparação das anomalias;

- **Com anomalias graves:** anomalias que, devido à sua gravidade, têm de ser reparadas num prazo especificado pelo técnico.

- **Com anomalias leves:** anomalias que apenas necessitam de manutenção;

- **Sem anomalias:** quando não se detetarem anomalias.

Como fase final este relatório é entregue à Agência de Habitação que emitirá o referido Certificado de Aptidão, referindo a classificação do edifício: Apto ou Não Apto.

Modelo do relatório de inspeção

Nas seguintes Figuras 4.13 a 4.18 apresenta-se um extrato de cada capítulo do modelo de relatório de inspeção, apresentado pelo ITE:

- Identificação do edifício:

Regista-se a morada e outros dados de identificação do edifício, com a apresentação de uma fotografia (Figura 4.13).

Model d'informe de la inspecció tècnica

Identificació de l'expedient

Emplaçament		Data de la inspecció		
Localitat		Any de construcció		
Ref. cadastral de l'edifici	Finca / Parcel·la	Full del plànol	Local / Pis	Con.
	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _	_ _
Sol·licitant	En qualitat de	Adreça	Telèfon de contacte	
Tècnic/a	Telèfon de contacte	Titulació	Núm. col·legiat/ada	

Fotografia de l'edifici

Figura 4.13 – Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, identificação do edifício. Fonte: (Decreto 187/2010).

- Descrição do edifício:

Apresentação de alçados, plantas estruturais e plantas arquitetónicas (Figura 4.14).

Descripció de l'edifici

Descripció

Croquis (esquema en planta que indiqui façanes, mitgeres i patis)

Figura 4.14 - Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição do edifício. Fonte: (Decreto 187/2010).

- Descrição do sistema estrutural:

Identificação de materiais estruturais (Figura 4.15).

Descripció del sistema estructural

Cal especificar el sistema estructural de l'edifici fent esment, fins on sigui possible, dels materials i elements que el componen o, si s'escau, dels que no es poden determinar.

Estructura vertical

Descripció

Estructura horitzontal

Descripció

Figura 4.15 - Modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição do sistema estrutural. Fonte: (Decreto 187/2010).

- Descrição de instalações técnicas do edifício:

Caracterização e classificação das instalações elétricas, de gás, de redes de saneamento, de abastecimento de água, bem como do elevador (Figura 4.16).

Descripció del sistema d'instal·lacions

Xarxa de sanejament

Localització

Baixant	Situació	<input type="checkbox"/> Vist	<input type="checkbox"/> Encastat			
	Material	<input type="checkbox"/> Ceràmic	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Es desconeix	
Col·lector	Situació	<input type="checkbox"/> Enterrat	<input type="checkbox"/> Vist	<input type="checkbox"/> Encastat		
	Material	<input type="checkbox"/> Formigó	<input type="checkbox"/> Ceràmic	<input type="checkbox"/> Fibrociment	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Es desconeix

Instal·lació d'electricitat

Ubicació de quadre de protecció

Quadre general de protecció	<input type="checkbox"/> ICP	<input type="checkbox"/> Interruptor diferencial
Ubicació de comptadors	<input type="checkbox"/> Individuals a cada habitatge	<input type="checkbox"/> Centralitzats

Instal·lació de gas o altres fonts energètiques

Tipus de subministrament	<input type="checkbox"/> Gas natural	<input type="checkbox"/>
Ubicació de comptadors	<input type="checkbox"/> Individuals a cada habitatge	<input type="checkbox"/> Centralitzats

Ascensor

Hi ha ascensor	<input type="checkbox"/> Sí	Dimensions de la cabina: Profunditat	Amplada
	<input type="checkbox"/> No	És possible la instal·lació?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Ubicació			

Figura 4.16 - Modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição de instalações técnicas do edifício. Fonte: (Decreto 187/2010).

- Descrição das anomalias:

Inicialmente, apresenta-se uma descrição da anomalia e a sua localização, acompanhada de uma fotografia ilustrativa (Figura 4.17). De seguida, classifica-se a anomalia em:

- **Grave:** indica-se um prazo de reparação e, caso apresente um risco para o cidadão, propõem-se medidas urgentes de segurança;

- **Leve:** indicam-se os trabalhos de manutenção para evitar a deterioração do edifício.

Deficiències detectades

Element

Localització

Descripció de la deficiència

Fotografia

Qualificació de la deficiència:

Greu Deficiència que cal esmenar en el termini indicat: 6 mesos 12 mesos Altres:

Representa un risc per a les persones? Sí No

Mesures urgents de seguretat a adoptar, prèvies a l'execució de les obres:

Lleu Cal efectuar treballs de manteniment per evitar el deteriorament de l'edifici o d'una part.

Figura 4.17 – Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, descrição as anomalias. Fonte: (Decreto 187/2010).

- Relação das anomalias e estado de conservação do edifício:

Apresenta-se um quadro com as diferentes anomalias e respetivas gravidades, identificando também a necessidade de realização de ensaios. A seguir, classifica-se o estado de conservação (Figura 4.18).

Relació i qualificació de les deficiències detectades

Element Localització Descripció	Greus		Lleus
	Termini per a esmena de deficiències	Hi ha risc per a les persones?	

Cal realitzar una diagnosi estructural? Sí NO

Cal realitzar altres tipus de proves? Sí NO

Indiqueu-les

Estat general de l'edifici segons les deficiències detectades

Molt greu: Existència generalitzada de deficiències que per la seva importància afecten greument l'estabilitat de l'edifici i representen un perill per a la seguretat de les persones. Cal adoptar amb caràcter immediat les mesures de seguretat corresponents.

Amb deficiències greus: Existència de deficiències que per la seva importància cal esmenar en els terminis indicats. Si les deficiències comporten risc per a les persones, cal adoptar mesures urgents de seguretat, prèvies a l'execució de les obres.

Amb deficiències lleus: Existència de deficiències produïdes per manca de conservació. Cal efectuar treballs de manteniment per evitar el deteriorament de l'edifici o d'una part.

Sense deficiències: No s'aprecien deficiències en la inspecció ocular.

Signatura del/de la tècnic/a Col·legi professional

Data

Figura 4.18 - Excerto do modelo de relatório de inspeção da ITE, relação entre anomalias e estado de conservação do edifício. Fonte: (Decreto 187/2010).

4.3. Metodologias de inspeção adotadas em Itália

4.3.1. Fascicolo di fabbricato

Devido à existência de uma grande quantidade de edifícios em Roma, Itália, com uma idade superior a 50 anos, e com o intuito tanto de preservação de património como da satisfação de exigências de habitabilidade, foi criado o “Fascicolo di fabbricato” (significa: Arquivo do Edifício), pelo Departamento de Obras Públicas Urbana da cidade de Roma, com o fim de realizar a manutenção urbana e de apresentar um instrumento de inspeção. Também com o objetivo de inspecionar todos os edifícios da cidade, por forma a identificar possíveis situações de perigo iminente ou provável, de criar uma base de dados e de evitar situações de possível risco que possam ter origem na falta de informação. A realização desta inspeção não impõe qualquer tipo de formação específica, podendo ser levada a cabo por arquitetos e engenheiros civis (ELIA, 2011).

Estrutura da inspeção

A primeira fase da inspeção deverá ser uma recolha de informação geral do edifício, possíveis desenhos ou projetos e intervenções realizadas.

Na segunda fase analisa-se o estado de conservação das instalações principais da habitação (gás, eletricidade, águas, esgotos e extração de fumos), bem como a presença de humidade e de anomalias em paredes, tetos, pavimentos, portas e janelas.

Este relatório deverá terminar com uma classificação do edifício como “Sujeito a observação”, caso sejam identificados problemas e sejam necessárias intervenções, ou “Não sujeito a observação”, caso não tenha sido detetada qualquer anomalia no edifício. Este relatório é entregue ao proprietário e ao município.

Estrutura do Fascicolo di fabbricato

Nas Figuras 4.19 a 4.24 apresenta-se um extrato de cada capítulo da estrutura do “Fascicolo di fabbricato”, com uma descrição da informação a ser preenchida.

- Quadro A (Figura 4.19) - identificação do edifício:

Neste quadro regista-se o ano de construção, a tipologia construtiva, a existência de alterações na arquitetura, se a construção é isolada e a identificação das licenças (construção, etc.).

Quadro "A": Identificazione del fabbricato / complesso immobiliare		
1. CARATTERISTICHE DEL COMPLESSO IMMOBILIARE		
Il fabbricato in oggetto fa parte di un complesso immobiliare? <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
In caso di risposta affermativa, indicare il numero di fabbricati		
Destinazione prevalente		
ANNO DI COSTRUZIONE (effettivo ^{vii} o presunto).....		
2. IDENTIFICAZIONE DEL FABBRICATO OGGETTO DI ACCERTAMENTO		
classificazione storico- tipologica del fabbricato		
<input type="checkbox"/> di epoca non precisabile		
<input type="checkbox"/> romano (fino al V° secolo)	<input type="checkbox"/> altomedioevale (VI-XI° secolo)	<input type="checkbox"/> medioevale (XII-XIV° secolo)
<input type="checkbox"/> 1400 - 1500	<input type="checkbox"/> 1501 - 1700	<input type="checkbox"/> 1701 - 1800
<input type="checkbox"/> 1801 - 1907	<input type="checkbox"/> 1908 - 1939	<input type="checkbox"/> 1939 - 1950
<input type="checkbox"/> 1951 - 1962	<input type="checkbox"/> 1963 - 1971	<input type="checkbox"/> dopo il 1971
<input type="checkbox"/> altro (specificare).....		
È soggetto a vincoli? <input type="checkbox"/> si ^{viii} <input type="checkbox"/> no		

Figura 4.19 – Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro A:identificação do edifício. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).

- Quadro B (Figura 4.20) - documentos técnicos:

Definem-se os documentos disponíveis relativos ao edifício: Projeto de construção, projeto estrutural, alterações realizadas no projeto, relatório de prospeção geotécnico, plantas e alçados.

Quadro "B": ELABORATI TECNICI DISPONIBILI Elenco progetti^{xxx}	
La seguente documentazione tecnica è disponibile presso la proprietà: <input type="checkbox"/> si ^{xxxi} <input type="checkbox"/> no ^{xxxii}	
Progetto originale o "come costruito": in data <input type="checkbox"/> disponibile <input type="checkbox"/> non disponibile	
elenco elaborati ^{xxxiii} : (planimetria, piante, prospetti, sezioni, ecc.).....	
.....	
Progetti di variante: in data : <input type="checkbox"/> disponibile <input type="checkbox"/> non disponibile	
elenco elaborati: (planimetria, piante, prospetti, sezioni, ecc.).....	
.....	
Stato attuale ^{xxxiv} <input type="checkbox"/> disponibile <input type="checkbox"/> non disponibile	
elenco elaborati ^{xxxv} : (planimetria, piante, prospetti, sezioni, ecc.).....	
.....	
I disegni dell'ultima elaborazione tecnica disponibile ^{xxxvi} :	
<input type="checkbox"/> corrispondono sostanzialmente <input type="checkbox"/> non corrispondono allo stato dei luoghi.	
Le principali variazioni riscontrate riguardano:	
.....	
Relazione geologica del terreno di fondazione ^{xxxvii}	
E' disponibile una relazione geologica? <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	

Figura 4.20 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro B: documentos técnicos. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).

- Quadro C (Figuras 4.21e 4.22) - relatório de inspeção:

Numa primeira parte do relatório apresenta-se uma descrição do estado das edificações vizinhas, um conjunto de fotografias, a altitude do terreno e a sua inclinação, a presença de linhas de água e de árvores altas.

QUADRO "C": Verbale di constatazione

1. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI E DEI MANUFATTI CONTERMINI^{xii}

2. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA:.....

3. SERVITU'
 Il fabbricato è gravato da servitù? si no

In caso di risposta affermativa, indicare quali: ^{xiii}
 telefono energia elettrica gas antenne, telecomunicazioni
 ferrovie servitù di passaggio altro

4. GIACITURA DEL TERRENO
 in piano in declivio^{xiiii} scosceso^{xiv} su piani scoscesi altro
 Note^{xiv}:.....

5. PRESENZA DI CORSI D'ACQUA
 fossi sorgenti fiumi altro no
 Note:.....

6. ALBERI DI ALTO FUSTO^{xvi}
 presenti^{xvii} non presenti adiacenti al fabbricato non adiacenti
 Note:.....

7. GRADO DI CONSERVAZIONE E CONSISTENZA DEI PROSPETTI E DELLE FINITURE PRINCIPALI^{xviii}
 descrizione sommaria:

Giudizio^{xix}: soddisfacente insoddisfacente

Figura 4.21 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro C: relatório de inspeção, parte 1. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).

De seguida, classificam-se os elementos estruturais resistentes e o respetivo estado de conservação.

8. TIPOLOGIA ¹ E CONSISTENZA DELLE STRUTTURE PORTANTI ²			
A. STRUTTURA VERTICALE	Buona	Media	Cattiva
Legno			
Ferro			
Pietrame			
Laterizio			
Blocchetti di calcestruzzo			
Muratura mista			
Calcestruzzo armato			
Calcestruzzo prefabbricato			
.....			
B. STRUTTURA ORIZZONTALE	Buona	Media	Cattiva
Legno			
Legno – laterizio			
Ferro – laterizio			
Laterocemento			
Calcestruzzo armato			
Calcestruzzo prefabbricato			
Volte			
.....			
C. COPERTURA	Buona	Media	Cattiva
Legno			
Legno – laterizio			
Ferro – laterizio			
Laterocemento			
Calcestruzzo armato			
Calcestruzzo prefabbricato			

Figura 4.22 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro C: relatório de inspeção, parte 2. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).

No mesmo quadro, é ainda questionado a existência de inspeções já realizadas e de quais foram as anomalias identificadas.

- **Quadro D** (Figura 4.23) – instalações técnicas do edifício:

No Quadro D identificam-se, numa primeira fase, que tipo de instalações existem, tais como, sistemas de drenagem de águas pluviais e residuais, redes de abastecimento de água, aquecimento de água, AVAC`s (aquecimento, ventilação e ar condicionado), etc. Posteriormente, caracterizam-se as instalações e classifica-se o seu estado.

QUADRO "D": 1. Impianti tecnici presenti nel fabbricato

Nel caso di edifici residenziali, indicare gli impianti condominiali o significativi.

<input type="checkbox"/> fognario con allaccio a pubblica fognatura	<input type="checkbox"/> fognario con smaltimento nel terreno
<input type="checkbox"/> idrico - sanitario, adduzione acqua	<input type="checkbox"/> idrico antincendio
<input type="checkbox"/> acqua calda centralizzata	<input type="checkbox"/> elettrico
<input type="checkbox"/> protezione scariche atmosferiche	<input type="checkbox"/> messa a terra
<input type="checkbox"/> telefonico	<input type="checkbox"/> citofonico
<input type="checkbox"/> videocitofonico	<input type="checkbox"/> telecomunicazione
<input type="checkbox"/> trasmissione dati	<input type="checkbox"/> speciale di allarme, TVCC, ecc
<input type="checkbox"/> antenna TV centralizzata	<input type="checkbox"/> riscaldamento centralizzato
<input type="checkbox"/> riscaldamento autonomo	<input type="checkbox"/> condizionamento centralizzato
<input type="checkbox"/> condizionamento autonomo	<input type="checkbox"/> gas con allaccio a pubblico servizio
<input type="checkbox"/> gas con deposito autonomo	<input type="checkbox"/> ascensori
<input type="checkbox"/> montacarichi	<input type="checkbox"/> scale mobili o montascale
<input type="checkbox"/> produzione da fonti energetiche alternative	<input type="checkbox"/> altro ^{lvii}

Note:
.....
.....

2. Natura e stato degli impianti di raccolta acque e fognari^{lviii}

Il fabbricato è imboccato nella fognatura comunale? si no

In caso negativo, come avviene la dispersione? fossa biologica subirrigazione
 evapotraspirazione smaltimento a perdere altro

Esiste un impianto di depurazione? si no

Se esiste, è regolarmente dichiarato e autorizzato? si no

Consistenza e stato di manutenzione: documentata per visione diretta mediante ispezione

	Materiali componenti	buono	medio	cattivo
Gronde				
Pluviali				
Scarichi verticali				
Fogne orizzontali				
Pozzetti				
.....				

3. Natura e stato degli impianti idrico - sanitari e di adduzione acqua

Consistenza e stato di manutenzione: documentata per visione diretta mediante ispezione

	Materiali componenti	buono	medio	cattivo
Tubazioni acqua				
Condutture acqua calda				
Condutture acqua fredda				
Centrale idrica				
.....				

Figura 4.23 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro D: instalações técnicas do edifício. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).

- **Quadro F** (Figura 4.24) – resumo do relatório:

Como conclusão do relatório, apresenta-se um resumo do estado do edifício, como indícios de instabilidade do terreno, elementos estruturais em estado crítico, alterações na utilização prevista em projeto (p.e. instalação de AVAC’s na cobertura, não prevista em projeto) e alterações estruturais.

Define-se a necessidade de manter o edifício sobre observação por um período de tempo e declara-se se o edifício se encontra em condições adequadas ou se necessita de realização de intervenções.

segue Quadro "F": Relazione di sintesi

<p>1. INDAGINE STATICA redatta da:.....</p> <p>2. INDAGINE IMPIANTISTICA redatta da:.....</p> <p>3. INDAGINE GEOLOGICA redatta da:.....</p> <p>4. INDAGINE AGROFORESTALE redatta da:.....</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE SINTETICA DEL TECNICO^{lxvi}</p> <p><i>A seguito del presente accertamento sul fabbricato sito in Roma, in data alla presenza di</i></p> <p style="text-align: center;"><i>rilevato che^{lxvii}:</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>esistono indizi di instabilità legati al sottosuolo.....</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>esistono lesioni, fessurazioni, dissesti</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>esistono elementi di criticità igienica, funzionale ed impiantistica, rappresentati da</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>esistono rilevanti variazioni di destinazione d'uso</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>esistono importanti modificazioni strutturali</i></p> <p style="text-align: center;">visto inoltre che</p> <p><i>la documentazione di carattere tecnico-amministrativa e/o le indagini di carattere particolare^{lxviii}:</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>esistono e sono idonee</i> <input type="checkbox"/> <i>non esistono</i> <input type="checkbox"/> <i>esistono, ma poiché dall'indagine eseguita a vista e dalle modifiche accertate, emerge che le certificazioni e i collaudi in possesso della proprietà non risultano più idonee.</i></p> <p style="text-align: center;">IN CONCLUSIONE SI PROPONE</p> <p><input type="checkbox"/> <i>di non porre il fabbricato sotto osservazione.</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>di porre il fabbricato sotto osservazione, acquisendo la seguente nuova certificazione:</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>idoneità statica dell'edificio</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>certificato di conformità degli impianti alla normativa vigente</i></p> <p><input type="checkbox"/> <i>responsi relativi alle seguenti indagini specialistiche:</i></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Roma, (data)^{lxix}</p> <p style="text-align: center;">^{lxx}FIRMA E TIMBRO DEL TECNICO INCARICATO.....</p>
<p>PER RICEVUTA:</p> <p>La Proprietà (Nome, Cognome o Ragione Sociale, Qualifica):.....</p> <p>Eventuali annotazioni:.....</p> <p>.....</p>

Figura 4.24 - Extrato do Fascicolo di fabbricato, Quadro F: resumo do relatório. Fonte: (Fascicolo del fabbricato, 1999).

4.4. Metodologias de inspeção adotadas nos Estados Unidos da América

4.4.1. Guia de inspeção visual estrutural

Nos Estados Unidos da América, foi criado o Guia de Inspeção Visual Estrutural, desenvolvido por Douglas E. Ellsworth e Keith Ginnado no U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory (USACERL), em 1991, baseado em documentos publicados pelo American Concrete Institute (ACI), como o “Manual of Concrete Practice Inspection”.

O exército Americano sentiu a necessidade de criar um guia para a inspeção estrutural, porque até à data não existia qualquer tipo de metodologia organizada para os técnicos monitorizarem as instalações. De modo a combater os problemas na fonte, ou seja, serem identificadas anomalias num estado inicial e impedir que estas anomalias se desenvolvam e comprometam a estabilidade global ou a funcionalidade do edifício, foi elaborado este guia que permite aos técnicos uma base de informação e uma metodologia para a realização da inspeção visual (ELLSWORTH, 1991).

Estrutura do Guia de Inspeção

- apresenta definições de causas de anomalias que podem ser identificadas, como: natureza do material, não-estruturais, estruturais, de projeto, de construção, condições ambientais e alterações de ocupação. Considera ainda os efeitos de alguns agentes químicos e biológicos no betão;

- define a informação que deverá ser recolhida antes de ser realizada a inspeção, tal como: projeto de construção, arquitetura, especificações da construção, materiais, relatório de prospeção geotécnica, defeitos na construção, manutenções e alterações, inspeções prévias, entre outros;

- recomenda também que na fase inicial se façam esboços estruturais dos pisos com uma combinação letra-número para designar, especificamente, o local ou elemento da anomalia;

- contém uma lista de equipamentos que deverá ser útil na inspeção;

- descreve também alguns fenómenos como:

- movimentos do solo de fundação, anomalias que podem associar-se e causas;

- drenagem de água, aconselhando que a água deverá ser conduzida o mais afastada das fundações, para impedir o surgimento de fungos e de outros agentes biológicos, tanto como a deterioração do betão e a erosão do solo em caso de presença de linha de água;

- para uma determinada anomalia deverão ser detalhadas algumas informações. Por exemplo: Fissuras - espessura, profundidade, extensão, localização e padrão ou Corrosão -extensão da corrosão e quantidade (%) de secção transversal perdida;

Estrutura da Ficha de Inspeção

Nas Figuras 4.25 a 4.41, apresenta-se um extrato de cada capítulo da estrutura do Guia de Inspeção Visual Estrutural, com uma descrição da informação a ser preenchida.

1. Informação geral

Apresenta-se o nome e o número do edifício, a data de realização da inspeção e a identificação dos inspetores (Figura 4.25).

1.0 GENERAL INFORMATION

Building Number: _____

Building Name: _____

Date of last inspection: _____

Inspectors: _____

: _____

: _____

Figura 4.25 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 1: informação geral. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

2. Informação do edifício

Indica-se a utilização original e a presente. Caso tenha sido alterada a utilização da estrutura, indicam-se as alterações efetuadas, a nível de sobrecargas e de localização (Figura 4.26).

2.0 BUILDING INFORMATION

Original Use: _____

Present Use: _____

If present use is not the original intended use, check the floor (dead) loads on the structure. If the loads have changed, note to what extent and location:

Number of Stories: _____

Square Feet per Floor: _____

Figura 4.26 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 2: informação do edifício. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

2.1. Histórico do edifício

Descrição do histórico do edifício, nomeadamente, data: construção, reparação, manutenção, etc.

2.2. Acontecimentos acidentais

Em forma de “checklist”, indica-se se o edifício sofreu alguma ação acidental: fogo, inundações, tornados, furacão, explosão, sismo, etc.; e quais foram as reparações realizadas (Figura 4.27).

2.2 PAST DISTRESSES

Condition: Damage (repairs should be noted):

Fire	Y	N	_____
Flood	Y	N	_____
Tornado	Y	N	_____
Hurricane	Y	N	_____
Blast	Y	N	_____
Earthquake	Y	N	_____
Subsidence	Y	N	_____
Water Table Change	Y	N	_____

Figura 4.27 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 2.2: acontecimentos acidentais. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3. Inspeção global do edifício

Indicar a recolha dos documentos: plantas do edifício e equipamentos necessários.

3.1. Condições locais e condições de fundação

3.1.1. Condições ambientais

Indicam-se possíveis anomalias provocadas por neve, vento, tempestades e sismos. Relativamente à envolvente, apresentam-se as anomalias provocadas por vegetação (Figura 4.28).

3.1.1 Environmental Conditions

Note:

snow load damage: _____

storm damage: _____

wind damage: _____

seismic damage: _____

Problems caused by
wind driven
snow and/or rain? _____

Has any of vegetation damaged the
building envelope?

tree roots: Y N _____

limb damage: Y N _____

vines: Y N _____

other: Y N _____

Figura 4.28 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.1.1: condições ambientais. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3.1.2. Características e movimentos do solo

Designam-se possíveis sinais de erosão do solo, se apresenta anomalias provocadas por: animais (tocas) ou por passagem de veículos pesados. Descreve a existência de muros de suporte de terras e se estas apresentam sinais de flexão, fissuração ou infiltrações. Indicam-se sinais de assentamentos ao longo do perímetro do edifício, se as fundações ultrapassam a profundidade de nominal de gelo (profundidade espectável de a água subterrânea congelar) e se o solo está a provocar assentamentos (Figura 4.29).

3.1.2 Soil Characteristics and Soil Movement

Does soil appear to be eroding? Y N _____

Is soil disturbed? animal burrow
 heavy vehicular traffic

Is soil retained by structure?

 basement walls Y N _____

 retaining walls Y N _____

Are these walls

 bowing: Y N _____

 cracking: Y N _____

 leaking: Y N _____

Is there evidence of settlement
around the perimeter of the building? Y N _____

Do foundation walls extend below the
nominal frost depth? Y N _____

Is soil making the pavement heave? Y N _____

Figura 4.29 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.1.2: características e movimentos de solo. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3.1.3. Drenagem de águas pluviais

Regista-se a existência de uma drenagem de águas pluviais, se a estrutura apresenta sinais de infiltrações, se nas proximidades das fundações existem linhas de água e se na envolvente do edifício há sinais de ataque biológico (Figura 4.30).

3.1.3 Water Drainage	
Is water drainage directed away from the building?	Y N _____
Is there evidence of water infiltration into the structure?	Y N _____
Are active bodies of water (streams, run-off, underground springs) near the building foundations?	Y N _____
Is there any evidence of algae or fungi on the building surface?	Y N _____

Figura 4.30 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.1.3: drenagem de águas pluviais. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3.2. Inspeção da envolvente exterior

3.2.1. Paredes

Descrevem-se as características das paredes exteriores (por exemplo, resistentes ou divisórias), e registam-se as anomalias identificadas (fissuras, infiltrações, defeitos nos materiais, etc.) (Figura 4.31).

3.2.1 Walls

Are the walls load-bearing?	Y	N	_____
Are the walls surfaced with a veneer?	Y	N	_____
Are the walls out of plumb? If yes, check all members and connections vertically and note locations on the sketches.	Y	N	_____
Is there evidence of bulging or unevenness in the wall surface?	Y	N	_____
Are there any signs of water infiltration around openings? If yes, identify structural components in the vicinity.	Y	N	_____
Are there any surface defects in the walls' materials?	Y	N	_____
Abrasion	Y	N	? N/A Location _____
Blistering	Y	N	? N/A Location _____
Chemical Deterioration	Y	N	? N/A Location _____
Cracking	Y	N	? N/A Location _____
longitudinal	Y	N	? N/A Location _____
transverse	Y	N	? N/A Location _____
diagonal	Y	N	? N/A Location _____
pattern	Y	N	? N/A Location _____
single	Y	N	? N/A Location _____
Crazing	Y	N	? N/A Location _____
Discoloration	Y	N	? N/A Location _____
Disintegration	Y	N	? N/A Location _____
Distortion	Y	N	? N/A Location _____
Efflorescence	Y	N	? N/A Location _____
Exudation	Y	N	? N/A Location _____
Erosion	Y	N	? N/A Location _____
Flow Lines	Y	N	? N/A Location _____
Honeycombing	Y	N	? N/A Location _____
Peeling	Y	N	? N/A Location _____
Pitting	Y	N	? N/A Location _____
Popouts	Y	N	? N/A Location _____
Reinforcement Corrosion	Y	N	? N/A Location _____
Sand Streaking	Y	N	? N/A Location _____
Scaling	Y	N	? N/A Location _____
Spalling	Y	N	? N/A Location _____
Stratification	Y	N	? N/A Location _____
Other	Y	N	? N/A Location _____

Figura 4.31 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.1: paredes exteriores. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3.2.2. Aberturas

Em forma de “checklist”, registam-se a existência de anomalias mais correntes nas zonas de aberturas das fachadas do edifício, como: flexão na parte superior, fissuração diagonal nos cantos, infiltrações, etc. (Figura 4.32).

3.2.2 Openings

Is there sagging above the opening?	Y N	_____
Are there diagonal cracks at the corners of any of the openings?	Y N	_____
Is there evidence of water penetration?	Y N	_____
Have any of the openings been distorted in shape or size?	Y N	_____
Is there evidence of abrasion or impact at openings?	Y N	_____

Figura 4.32 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.2: aberturas. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3.2.3. Cobertura

Registam-se a existência de anomalias na cobertura: retenção de água, infiltrações de água, defeitos, etc. (Figura 4.33).

3.2.3 Roof

Does water pond on the roof?	Y N	_____
If yes, is the roof drain clogged?	Y N	_____
Is there evidence of water infiltration at openings?	Y N	_____
Are there defects in the roof surface?	Y N	_____
Is there evidence of sag in the roof structure?	Y N	_____

Figura 4.33 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.3: cobertura. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3.2.4. Fundações

Registam-se evidências de assentamentos ou de fissuras nas fundações. (Figura 4.34).

3.2.4 Foundation

Are there any cracks in the foundation wall?	Y	N	_____
Are there cracks near downspouts, corners or where structural supports meet the wall?	Y	N	_____
Are the piers aligned?	Y	N	_____
Are the piers plumb?	Y	N	_____
Is there any settlement?	Y	N	_____
Abrasion	Y	N	? N/A Location _____
Blistering	Y	N	? N/A Location _____
Chemical Deterioration	Y	N	? N/A Location _____
Cracking	Y	N	? N/A Location _____
longitudinal	Y	N	? N/A Location _____
transverse	Y	N	? N/A Location _____
diagonal	Y	N	? N/A Location _____
pattern	Y	N	? N/A Location _____
single	Y	N	? N/A Location _____
Crazing	Y	N	? N/A Location _____
Discoloration	Y	N	? N/A Location _____
Disintegration	Y	N	? N/A Location _____
Distortion	Y	N	? N/A Location _____
Efflorescence	Y	N	? N/A Location _____
Exudation	Y	N	? N/A Location _____
Erosion	Y	N	? N/A Location _____
Flow Lines	Y	N	? N/A Location _____
Honeycombing	Y	N	? N/A Location _____
Peeling	Y	N	? N/A Location _____
Pitting	Y	N	? N/A Location _____
Popouts	Y	N	? N/A Location _____
Reinforcement Corrosion	Y	N	? N/A Location _____
Sand Streaking	Y	N	? N/A Location _____
Scaling	Y	N	? N/A Location _____
Spalling	Y	N	? N/A Location _____
Stratification	Y	N	? N/A Location _____
Other	Y	N	? N/A Location _____

Figura 4.34 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.2.4: fundações. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

3.3. Espaços interiores

Indica-se se o pavimento ou o teto apresentam sinais de cedência, fissuração ou descoloração (Figura 4.35).

3.3 INTERIOR SPACES

Are floors and ceilings

Sagging? Y N _____

Cracking? Y N _____

Discoloring? Y N _____

Are partitions

Bulging? Y N _____

Cracking? Y N _____

Discoloring? Y N _____

Figura 4.35 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 3.3: espaços interiores. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

4. Inspeção por componente estrutural

4.1. Pilares

Descreve-se se os pilares estão alinhados entre si e totalmente verticais, se há sinais de impacto, fissuras, distorção dos elementos, alterações de seção resistente ao longo do comprimento, etc. (Figuras 4.36 e 4.37).

4.1 COLUMNS

Are columns properly aligned? Y N _____

Are columns plumb? Y N _____

Is there evidence of impact? Y N _____

Is there any cracking? Y N _____

Is the member distorted in any manner? Y N _____

Did you verify section sizes at midspan and ends? Y N _____

Figura 4.36 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.1: pilares. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

Abrasion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Blistering	Y	N	?	N/A	Location	_____
Chemical Deterioration	Y	N	?	N/A	Location	_____
Cracking	Y	N	?	N/A	Location	_____
longitudinal	Y	N	?	N/A	Location	_____
transverse	Y	N	?	N/A	Location	_____
diagonal	Y	N	?	N/A	Location	_____
pattern	Y	N	?	N/A	Location	_____
single	Y	N	?	N/A	Location	_____
Crazing	Y	N	?	N/A	Location	_____
Discoloration	Y	N	?	N/A	Location	_____
Disintegration	Y	N	?	N/A	Location	_____
Distortion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Efflorescence	Y	N	?	N/A	Location	_____
Exudation	Y	N	?	N/A	Location	_____
Erosion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Flow Lines	Y	N	?	N/A	Location	_____
Honeycombing	Y	N	?	N/A	Location	_____
Peeling	Y	N	?	N/A	Location	_____
Pitting	Y	N	?	N/A	Location	_____
Popouts	Y	N	?	N/A	Location	_____
Reinforcement Corrosion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Sand Streaking	Y	N	?	N/A	Location	_____
Scaling	Y	N	?	N/A	Location	_____
Spalling	Y	N	?	N/A	Location	_____
Stratification	Y	N	?	N/A	Location	_____
Other	Y	N	?	N/A	Location	_____

Figura 4.37 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.1: pilares (continuação). Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

4.2. Muros de contenção

Regista-se se os muros de contenção apresentam sinais de flexão, infiltrações ou defeitos, especificando-os. (Figura 4.38).

4.2 WALLS

Are walls plumb?	Y	N	_____
Is there any sign of water penetration?	Y	N	_____
Are there any surface defects?	Y	N	_____

Figura 4.38 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.2: muros de contenção. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

4.3. Vigas

Indica-se a presença de sinais de flexão das vigas, fissuras, alterações de seção resistente, corrosão, etc. (Figura 4.39).

4.3 BEAMS AND GIRDERS

Is there any deflection?	Y	N	_____		
Is there any cracking?	Y	N	_____		
diagonal?	Y	N	_____		
longitudinal?	Y	N	_____		
transverse?	Y	N	_____		
other?	Y	N	_____		
Did you verify section sizes at ends and midspan?	Y	N	_____		
Is there corrosion of steel at connections?	Y	N	_____		
Is there adequate lateral support of framing members?	Y	N	_____		
If not, did you check for evidence of movement of the members, such as abrasion?	Y	N	_____		
Is there abrasion due to sliding or cracks due to stress concentrations at connections?	Y	N	_____		
Are there any cracks at dapped-end beams?	Y	N	_____		
Abrasion	Y	N	? N/A	Location	_____
Blistering	Y	N	? N/A	Location	_____
Chemical Deterioration	Y	N	? N/A	Location	_____
Cracking	Y	N	? N/A	Location	_____
longitudinal	Y	N	? N/A	Location	_____
transverse	Y	N	? N/A	Location	_____
diagonal	Y	N	? N/A	Location	_____
pattern	Y	N	? N/A	Location	_____
single	Y	N	? N/A	Location	_____
Crazing	Y	N	? N/A	Location	_____
Discoloration	Y	N	? N/A	Location	_____
Disintegration	Y	N	? N/A	Location	_____
Distortion	Y	N	? N/A	Location	_____
Efflorescence	Y	N	? N/A	Location	_____
Exudation	Y	N	? N/A	Location	_____
Erosion	Y	N	? N/A	Location	_____
Flow Lines	Y	N	? N/A	Location	_____
Honeycombing	Y	N	? N/A	Location	_____
Peeling	Y	N	? N/A	Location	_____
Pitting	Y	N	? N/A	Location	_____
Popouts	Y	N	? N/A	Location	_____
Reinforcement Corrosion	Y	N	? N/A	Location	_____
Sand Streaking	Y	N	? N/A	Location	_____
Scaling	Y	N	? N/A	Location	_____
Spalling	Y	N	? N/A	Location	_____
Stratification	Y	N	? N/A	Location	_____
Other	Y	N	? N/A	Location	_____

Figura 4.39 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.3: vigas. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

4.4. Ligações

Regista-se a existência de anomalias nas ligações dos elementos estruturais, tais como fissuras e defeitos na superfície (Figura 4.40).

4.4 CONNECTIONS

Is there any cracking at intersections
of beams, columns, and slabs? Y N _____

Are there surface defects? Y N _____

Figura 4.40 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.4: ligações. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

4.5. Lajes

Por fim, identificam-se as anomalias presentes nas lajes: fissuras, deformações, separação do pano de alvenaria com a laje, etc. (Figura 4.41).

4.5 SLABS

Is there circumferential
cracking? Y N _____

Is there cracking at column
base? Y N _____

Is there any sign of settlement
(basement only)? Y N _____

Is there any floor/wall
separation or
settlement? Y N _____

Abrasion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Blistering	Y	N	?	N/A	Location	_____
Chemical Deterioration	Y	N	?	N/A	Location	_____
Cracking	Y	N	?	N/A	Location	_____
longitudinal	Y	N	?	N/A	Location	_____
transverse	Y	N	?	N/A	Location	_____
diagonal	Y	N	?	N/A	Location	_____
pattern	Y	N	?	N/A	Location	_____
single	Y	N	?	N/A	Location	_____
Crazing	Y	N	?	N/A	Location	_____
Discoloration	Y	N	?	N/A	Location	_____
Disintegration	Y	N	?	N/A	Location	_____
Distortion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Efflorescence	Y	N	?	N/A	Location	_____
Exudation	Y	N	?	N/A	Location	_____
Erosion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Flow Lines	Y	N	?	N/A	Location	_____
Honeycombing	Y	N	?	N/A	Location	_____
Peeling	Y	N	?	N/A	Location	_____
Pitting	Y	N	?	N/A	Location	_____
Popouts	Y	N	?	N/A	Location	_____
Reinforcement Corrosion	Y	N	?	N/A	Location	_____
Sand Streaking	Y	N	?	N/A	Location	_____
Scaling	Y	N	?	N/A	Location	_____
Spalling	Y	N	?	N/A	Location	_____
Stratification	Y	N	?	N/A	Location	_____
Other	Y	N	?	N/A	Location	_____

Figura 4.41 - Extrato do Guia de Inspeção Visual Estrutural, Ponto 4.5: lajes. Fonte: (ELLSWORTH, 1991).

4.5. Metodologias de inspeção adotadas no Brasil

4.5.1. Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil

Esta metodologia é aplicada no Brasil, desenvolvida por Bernardo Tutikian e Marcelo Pacheco na Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT) em 2013. A ALCONPAT é uma associação sem fins lucrativos que tem como objetivo desenvolver e reunir os conhecimentos da comunidade de engenharia civil, com uma ligação a nível internacional realizando seminários, cursos e palestras (TUTIKIAN, 2013).

A metodologia apresenta-se no “Boletín Técnico” que permite uma base de informação para a realização de uma inspeção num edifício, contendo dados relativos ao ciclo de vida da estrutura, fases de uma inspeção e que ações a realizar em cada fase da inspeção e a fase de prognóstico, apesar de não apresentar qualquer tipo de ficha de inspeção.

Estrutura do Boletín Técnico

Apresenta o ciclo de vida do edifício, desde a sua conceção à utilização, explicando, em cada fase, que possíveis erros podem levar a futuras anomalias, realçando a importância da manutenção na vida da estrutura. Ações a realizar numa inspeção, desde o exame visual, o levantamento de anomalias, a seleção de regiões para a realização de ensaios, medições, etc. Dividindo, assim, a inspeção por fases:

- **Inspeção preliminar:** em que se obtêm informações relativas à estrutura, idade ou tempo de serviço, natureza dos materiais, resistência, qualidade e características da construção, intervenções anteriores, alterações de utilização, apresenta-se uma ficha de descrição da estrutura e uma ficha de descrição do meio (exposição ambiental).

Finalmente, um exame geral visual da estrutura, que permite determinar se a anomalia é generalizada ou local, registando os sinais das anomalias, grau de degradação, fissuras (com localização, direção, dimensão, etc.), destacamento do betão, carbonatação e as demais anomalias identificadas com registo fotográfico.

- **Inspeção detalhada:** em que pretende um maior rigor na inspeção, com o levantamento de anomalias provocadas, plano de amostras, quadros de tipificação de anomalias, técnicas de ensaio/medição adequadas, regiões importantes para a realização de ensaios, planificação de materiais e equipamentos.

Nesta fase é importante diferenciar as regiões com exigências funcionais e mecânicas distintas, identificar características originais da estrutura, regiões com exposições ambientais e graus de deterioração.

- **Diagnóstico:** em que se procede à determinação da causa da anomalia, com explicação científica dos fenómenos, origem e desenvolvimentos na estrutura. Com formulação e eliminação de hipóteses, de acordo com os dados obtidos na inspeção;

- **Prognóstico:** nesta fase é definida a medida adotada para a eliminação das causas e, conseqüentemente, das anomalias. Antes de se tomar uma medida é necessário um levantamento de hipóteses de evolução do problema. Alguns parâmetros a considerar são:

- quadro de evolução natural da anomalia;
- condições de exposição a que o edifício se encontra;
- tipo de terreno em que está localizado;
- tipologia da anomalia.

Após realizado o prognóstico, é tomada uma decisão sobre a solução de intervenção a aplicar, a fim de:

- eliminar a anomalia;
- impedir ou controlar a evolução.

4.6. Metodologias de inspeção adotadas na Europa

4.6.1. DURATINET

Uma das metodologias utilizadas a nível Europeu é o DURATINET (Durable Transport Infrastructures in the Atlantic Area Network), projeto desenvolvido em 2012, liderado pelo LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), com parceria de países da União Europeia inseridos no Espaço Atlântico (Portugal, Espanha, França, Irlanda e Reino Unido) e Institutos Nacionais de Investigação, Universidades e várias instituições e PME (Pequenas e Médias Empresas) com interesses no projeto DURATINET. Com o fim de criar uma boa prática na conservação das infraestruturas de transporte e fundir conhecimentos, criando ferramentas fundamentais para o combate à deterioração das estruturas, foram elaborados vários manuais de atuação como: Parte I - Introdução ao Guia Técnico, Parte II - Gestão de Conservação de Estruturas, Parte III - Estruturas Metálicas e Parte IV - Estruturas de Betão Armado, não disponíveis gratuitamente. Mas foi criado uma versão “Web”, disponível ao público, contendo de uma forma resumida os temas abordados nos manuais (DURATINET, 2012).

Objetivos do projeto:

- preparação de um Guia Técnico com recomendações sobre manutenção e reparação de estruturas de betão armado e de aço;
- criação de ferramentas “Web” para a disseminação de conhecimentos no âmbito de avaliação estrutural e a reparação;
- promoção de novas competências profissionais na Área Atlântica sobre reparação de infraestruturas de transporte;
- divulgação dos desenvolvimentos atuais sobre a aplicação de "materiais ecológicos e inteligentes" nas infraestruturas de transporte;
- identificação de novas necessidades de pesquisa em sistemas de reparação.

Estrutura da plataforma “Web”

De acordo com a informação recolhida em: <http://durati.lnec.pt/techguide/index.html>, a estrutura da informação disponível apresenta-se da seguinte forma:

- **Gestão da conservação de estruturas:** fornece orientações gerais para as atividades de planeamento relacionadas com a inspeção estrutural, manutenção e monitorização. Realça a importância da conservação, reparação e reabilitação de modo a assegurar a segurança estrutural durante o ciclo de vida. Indica que a inspeção estrutural pretende classificar o estado de conservação e divide-se em inspeção de rotina, que visa analisar visualmente e com registo fotográfico das anomalias e inspeções pormenorizadas, sendo que estas, vão complementar as inspeções de rotina com realização de ensaios e uma inspeção mais detalhada dos vários componentes da estrutura.

- **Estruturas de betão:** contém informações sobre os principais fatores que condicionam a durabilidade, propriedades do betão relacionadas com as condições de exposição ambientais, técnicas de ensaio e métodos de reparação:

- **Processos de deterioração:** apresenta os processos de deterioração do betão armado, as principais causas e consequências. Dividido em principais grupos: químicos e biológicos (por exemplo: ataque por ácidos, reação álcalis sílica, carbonatação, contaminação por cloretos, corrosão, ataque por sulfatos), físicos (por exemplo: abrasão, erosão, deformação) e acidentais (por exemplo: fogo);

- **Técnicas de ensaio:** expõem pormenores a serem atendidos numa inspeção visual e ensaios mais relevantes, classificados como não-destrutivos (NDT) ou como destrutivos (DT), que podem ser úteis na inspeção para avaliar as anomalias e para quantificar a distribuição e a extensão dos processos de deterioração;

- **Métodos de reparação:** seguindo a EN 1504, apresenta os princípios e os métodos de reparação ou proteção com uma descrição geral. São feitos comentários sobre as suas limitações em reparar as anomalias ou em mitigar os processos de degradação diretamente relacionados com o betão ou o reforço e apoia no método de seleção face às anomalias em questão.

- **Estruturas de aço:** demonstra os processos de deterioração que afetam a durabilidade das estruturas em aço, as características do aço impostas pelas condições de exposição ambiental, técnicas de ensaio, métodos de reparação e proteção:

- **Processos de deterioração:** expõem uma descrição dos principais fatores e causas associadas a cada processo de deterioração e as anomalias comuns (por exemplo: corrosão, fadiga, etc.) das estruturas de aço, durante a sua vida útil;

- **Técnicas de ensaio:** apresenta alguns dos aspetos importantes a serem observados numa inspeção visual das estruturas em aço, as técnicas de ensaio, classificadas em técnicas não - destrutivas (NDT) ou em técnicas destrutivas (DT) de ensaio, aplicáveis à avaliação do aço e das condições do sistema de proteção, de modo a avaliar a relevância do processo de deterioração instalado para o desempenho estrutural;

- **Métodos de reparação:** apresenta métodos de reparação para estruturas em aço, de modo a eliminar as anomalias ou a limitar o progresso dos processos de deterioração, acompanhado de uma descrição dos métodos e das suas limitações;

- **Métodos de proteção:** apresenta métodos de proteção mais comuns para a proteção do aço (por exemplo: contra a corrosão), por revestimentos ou com proteção catódica, com referência à norma EN ISO 12944 (parte 1 a 8).

4.7. Resumo das metodologias de inspeção

No Quadro 4.4 resumem-se as características principais das diferentes metodologias de inspeção descritas no presente capítulo.

Quadro 4.4 - Resumo das características das diferentes Metodologias de Inspeção.

Metodologia	Alvo	Ficha de Inspeção	Avaliação				Ensaios
			Estrutural	Não - Estrutural	S.C.	E.C.	
Portugal	MAEC	Edifícios Antigos	Sim	Sim	N	Sim	Não
	EP	Infraestruturas de Transporte	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
	Modelo Escolas	Escolas Secundárias	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Espanha	ITE	Edifícios Antigos	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Itália	Fascicolo di fabbricato	Edifícios Antigos	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
E.U.A.	Guia Inspeção Visual	Edifícios de Betão Armado	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Brasil	Boletim Técnico	Edifícios em Geral	Não	Sim	Não	Sim	Não
Europeu	DURATINET	Infraestrutura Transporte	Não	Sim	Sim	Não	Não

Nota: Entende-se por Sistemas Complementares (**S.C.**): todos os componentes, equipamentos ou sistemas que possam condicionar o bom funcionamento de elementos estruturais e **E.C.**: Estado de Conservação.

Apenas a metodologia desenvolvida por Carla Pereira tem como alvo específico os edifícios escolares, contudo não apresenta uma avaliação do Estado de Conservação. As restantes metodologias foram desenvolvidas para inspeções de obras de arte, edifícios de alvenaria de pedra e outros edifícios de habitação, mas podem ser ajustadas e adaptadas para a aplicação a edifícios escolares.

Capítulo 5 - Ensaio de Diagnóstico

5.1. Ensaio de dureza superficial

Este ensaio, não destrutivo, normalizado pela NP EN 12504-2, tem como objetivo determinar, de forma aproximada, a resistência superficial do betão. De acordo com a mesma norma, correlaciona-se o índice de ressalto com a resistência efetiva do betão. Este ensaio apresenta um erro associado de, aproximadamente 25%. É viável, de fácil execução e o equipamento é de fácil mobilidade. Permite detetar eventuais zonas onde se justifique a aplicação de outros ensaios mais fiáveis. Alguns fatores que influenciam os resultados são: a resistência do betão, as condições de humidade, a natureza dos agregados, a profundidade de carbonatação e a inclinação do esclerómetro (MOURA, 2012).

Equipamento

O equipamento é constituído por um martelo esclerométrico (Figura 5.1), que é um martelo em aço, ligado a uma mola em tensão que, quando solta, embate num percutor em contacto com a superfície do betão. Inclui ainda uma pedra abrasiva, com o fim de regularizar a superfície, e ainda poderá ser utilizado um aparelho de armazenamento de dados (OZ, Esclerómetro).



Figura 5.1 - Esclerómetro. Fonte: (OZ, Esclerómetro).

Procedimento experimental

De acordo com a NP EN 12504-2 (2003), algumas condições preliminares são impostas: os elementos que serão sujeitos ao ensaio, deverão ter no mínimo 10 cm de espessura e estarem fixos à estrutura; a superfície deverá estar isenta de água e com a utilização de uma pedra abrasiva deve remover-se uma camada superficial de impurezas até a superfície ficar lisa; a distância entre dois pontos de impacto deve ser superior a 25 mm e a mesma distância deve ser mantida em relação à margem; no mínimo deverão ser realizadas 9 leituras; o resultado de índice de ressalto deverá ser a mediana de todas as leituras; no caso de 20 % das leituras diferirem da mediana em mais de 6 unidades, todo o conjunto de leituras deverá ser eliminado.

Procedimento de utilização:

- manter firmemente o esclerómetro em posição perpendicular à superfície;
- aumentar gradualmente a pressão do percutor até que se dê o impacto do esclerómetro;
- após o impacto, registar o índice esclerométrico;
- registar a posição e a orientação do esclerómetro para cada conjunto de leituras.

5.2. Ensaio de detecção de armaduras

A detecção de armaduras é um ensaio não destrutivo que permite localizar, medir o recobrimento e o diâmetro das armaduras (MOURA, 2012). Não existe nenhuma norma a regularizar o procedimento de ensaio, apesar de algumas empresas apresentarem uma descrição de utilização.

De acordo com o modelo PS 250, apresentado pela empresa Hilti, o funcionamento do detetor de armaduras (Figura 5.2) é simples e de fácil utilização. O aparelho produz um campo eletromagnético e na presença de uma armadura gera-se uma distorção desse campo, produzindo-se um som.

O equipamento contém vários modos de funcionamento: o “Quickscan”, que permite identificar a posição e a profundidade das armaduras, de modo a facilmente estas serem marcadas diretamente na superfície; o “Imagescan”, que recorre a uma grelha de referência (Figura 5.3) com 45 cm por 45 cm de área, apresentando-se numa imagem em vista 2D, a posição, a direção, o recobrimento e as dimensões das armaduras nessa mesma área (Figura 5.4).



Figura 5.2 - Detetor de armadura, PS 250. Fonte: (Hilti, Detetor de armadura).



Figura 5.3 - Grelha de referência. Fonte: (Hilti, Detetor de armadura).

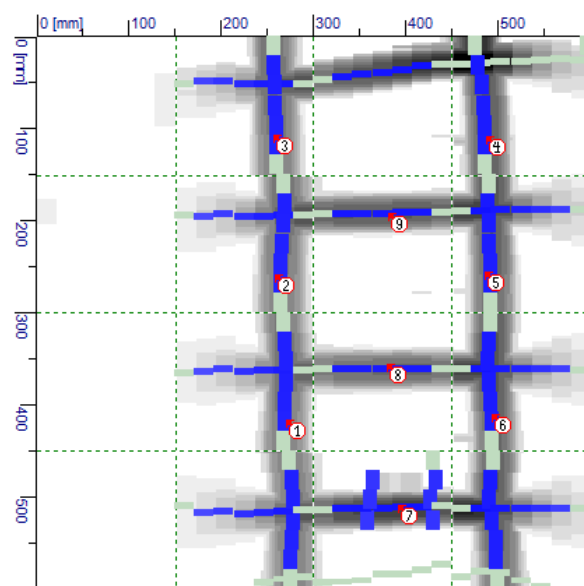


Figura 5.4 – Resultado de um ensaio de detecção de armaduras, modo “Imagescan”.

Equipamento

Detetor de armaduras (Figura 5.2) com armazenamento de dados.

Procedimento experimental

A utilização do detetor de armaduras torna-se bastante simples. Com a seleção do modo “Quickscan” o detetor de armaduras deverá movimentar-se perpendicularmente à direção da armadura que se pretende identificar, produzindo um “som” de alerta quando presente da armadura e identificando a profundidade da armadura; com a seleção do modo “Imagescan” e utilização da grelha de referência, o próprio aparelho indica a direção à qual se deve movimentar o detetor de armaduras ao longo da grelha, em tempo real, armazenando os dados recolhidos em memória, que, transmitido para o computador e utilização do “software” disponibilizado pela marca Hilti, o PROFIS – Ferroscan, é possível apresentar os resultados da Figura 5.4.

5.3. Determinação da profundidade de carbonatação

A determinação da profundidade de carbonatação recorre à utilização de um indicador de fenolftaleína que se pulveriza no betão. A fenolftaleína produzirá uma coloração rosada se o betão se encontrar num estado alcalino, ou seja, não carbonatado (MOURA, 2012).

A carbonatação está associada à deterioração do betão e consiste na formação de carbonato de cálcio, resultante da reação entre o dióxido de carbono presente no ar e que se penetra nos poros do betão e o hidróxido de cálcio. Este processo induz a redução da alcalinidade do betão. Se o betão for homogéneo, a carbonatação progride com a frente paralela à superfície e se atravessar o recobrimento das armaduras estas ficam despassivadas, permitindo que se inicie a respetiva corrosão (COSTA, 1999).

Equipamento

O equipamento utilizado no ensaio da determinação da profundidade de carbonatação consiste em: solução alcoólica de fenolftaleína a 0,1 %, berbequim com percussão, martelo e escopro e régua graduada em milímetros (OZ, Determinação da Profundidade de Carbonatação).

Procedimento experimental

O procedimento do ensaio da determinação da profundidade de carbonatação baseia-se em:

- seleção de elementos estruturais e identificação de locais para realização de ensaio, de modo a não prejudicar o bom funcionamento desse elemento e evitando o contacto com as armaduras;
- furação com recurso a broca de reduzido diâmetro;
- limpeza da perfuração;
- aplicação da solução alcoólica;
- medição desde a superfície do betão até a zona de coloração rosada.

5.4. Determinação do teor de cloretos

O ensaio do teor de cloretos, normalizado pela norma Americana AASHTO-T-260-97, tem como objetivo determinar a percentagem de íões de cloretos presentes no betão, relacionando-a com os máximos impostos pela norma NP EN 206-1 (Quadro 5.1). A concentração de íões de cloreto é importante para avaliar a durabilidade da estrutura, porque estes induzem uma rápida corrosão da armadura (LAGE, 2013).



Figura 5.5 – Equipamento do ensaio de determinação do teor de cloretos. Fonte: (PROMAT, Determinação do teor de cloretos).

Equipamento

O equipamento (Figura 5.5) é composto por um sensor de temperatura e de concentração de íões de cloreto (Figura 5.6) com processamento de compensação de temperatura, agente ácido (Figura 5.7) e um sistema de conversão em percentagem de cloretos.



Figura 5.6 - Aparelho de medição do teor de cloretos. Fonte: (PROMAT, Aparelho de medição do teor de cloreto)

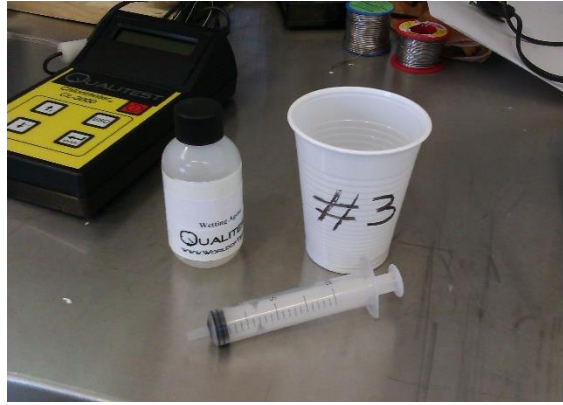


Figura 5.7 - Agente ácido.

Procedimento experimental

O procedimento do ensaio de determinação do teor de cloretos consiste em:

- recolher amostras obtidas por perfuração do betão a diferentes profundidades;
- a cada profundidade, recolher cerca de 20 g de pó;
- pesar o pó recolhido (3 g);
- misturar o pó recolhido com uma solução ácida normalizada (20ml)
- medir a reação eletroquímica, com o aparelho de medição do teor de cloreto, que possui um eléctrodo com sensor de temperatura e que converte a tensão obtida a partir da reação eletroquímica em concentração de iões de cloreto.

Quadro 5.1 - Limites máximos do teor de cloreto por massa de cimento.

	Classe	Máximo teor de Cl por massa de cimento	Classe de exposição
Betão simples	Cl 1,0	1,0 %	XC, XF, XA, XS, XD
Com armaduras de aço ou outros metais	Cl 0,2	0,2 %	XS, XD
	Cl 0,4	0,4 %	XC, XF, XA
Com aço de pré-esforço	Cl 0,1	0,1 %	XS, XD
	Cl 0,2	0,2 %	XC, XF, XA

Fonte: (NP EN 206-1, 2007).

5.5. Ensaio de ultra-sons

Este ensaio, não destrutivo, normalizado pela NP EN 12504-4, pretende relacionar a velocidade do som com as propriedades do betão, como a resistência à compressão, módulo de elasticidade, etc., permitindo também determinar a profundidade de fissuras, a extensão de defeitos internos e a uniformidade do betão (NP EN 12504-4, 2007).

Com a utilização de um gerador de ondas longitudinais mede-se o tempo que uma onda demora a percorrer a distância entre dois transdutores (emissor e recetor), determinando-se a velocidade de propagação da onda. A transmissão desta onda poderá ser realizada de três modos: direto, semi-direto e indireto (Figura 5.8) (SAMPAIO, 2010).

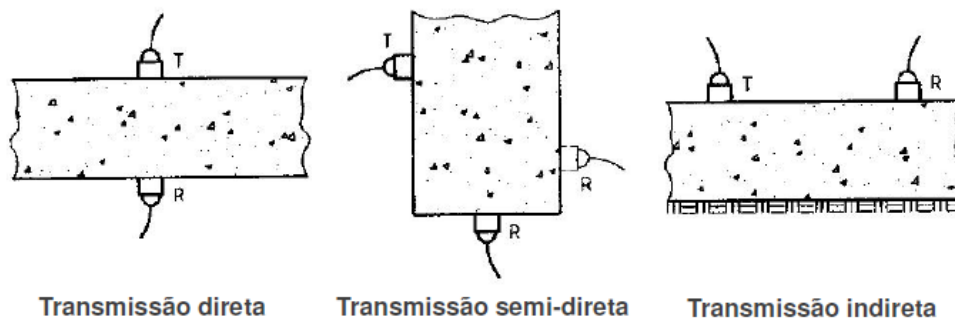


Figura 5.8 – Modos de transmissão. Fonte: (NP EN 12504-4, 2007).

Alguns fatores podem influenciar os resultados, como: teor de humidade, temperatura do betão, presença de armaduras, fissuras e vazios.

Equipamento

O equipamento é composto por um gerador de impulsos elétricos, por um par de transdutores, um amplificador e um dispositivo de medição de tempo. (Figura 5.9).



Figura 5.9 – Equipamento do ensaio de ultra-sons. Fonte: (EPC, Ultra-sons).

Procedimento experimental

De acordo com a norma NP EN 12504-4, este ensaio procede-se da seguinte forma:

- calibra-se o equipamento, com uma barra padrão, em que o tempo de propagação já é conhecido;

- a superfície de contacto entre o transdutor (emissor e recetor) e o betão deverá ser lisa, com uma possível utilização de um gel, lubrificante, vaselina, etc.; caso seja rugosa a superfície terá que ser retificada;

- pressiona-se ligeiramente contra a superfície de betão;

- regista-se o tempo em microssegundos.

5.6. Extração e ensaio à compressão de carotes

A extração e o ensaio à compressão de carotes, normalizado pela NP EN 12504-1, pretende preparar uma amostra de betão recolhida em obra, para a realização de um ensaio à compressão, com o fim de determinar a sua resistência à compressão (NP EN 12504-1, 2007).

A norma referida indica que a carote deverá ser extraída com recurso a uma caroteadora (Figura 5.10) em betão sem armaduras; esta será examinada (identificação de anomalias, defeitos, etc.) e a superfície será preparada por capeamento ou desgaste e, em laboratório, realizado o ensaio à compressão (Figura 5.11) com uma prensa de características indicadas na NP EN 12390-4.

Equipamento

O equipamento a usar será constituído por:

- caroteadora (Figura 5.10), com broca de coroa diamantada;



Figura 5.10 - Caroteadora. Fonte: (Hilti, Caroteadora).

- prensa de compressão (Figura 5.11).



Figura 5.11 - Prensa de compressão. Fonte: (Form Test, Ensaio à compressão).

Procedimento experimental

De acordo com a NP EN 12504-1, na extração das carotes deverá considerar-se:

- a relação entre a máxima dimensão do agregado do betão e o diâmetro da carote influencia a resistência medida quando a relação é maior do que 1:3;

- as carotes devem ser obtidas perpendicularmente à superfície;

- devem evitar-se armaduras longitudinais;

- devem examinar-se as carotes recolhidas e registar as anomalias identificadas;

- as dimensões das carotes devem respeitar as seguintes relações entre o comprimento e o diâmetro:

- 2,0, se se pretender que o resultado da resistência seja comparável com a resistência do cilindro;

- 1,0, se se pretender que o resultado da resistência seja comparável com a resistência do cubo.

Para o ensaio de compressão deve-se:

- preparar a carote, de modo a obter uma superfície plana nas extremidades, por capeamento ou por desgaste;

- pesar e medir as dimensões das carotes;

- exprimir-se o resultado com aproximação a 0.1 MPa.

5.7. Avaliação da resistência à compressão do betão

De modo a avaliar a resistência à compressão do betão é seguida a NP EN 13791 que relaciona resultados obtidos em ensaios diretos (ensaio à compressão) e ensaios indiretos (ensaio de ultra-sons, ensaio de dureza superficial), apresentando métodos de comparação e correlações entre os vários ensaios (NP EN 13791, 2008).

Relativamente ao ensaio de compressão de carotes, esta norma apresenta duas abordagens, de modo a obter o valor característico da resistência mínima “*in situ*”, em MPa:

- **abordagem A:** aplica-se quando estão disponíveis pelo menos 15 carotes. A estimativa da resistência à compressão determina-se de acordo com o menor valor obtido entre a Equação (1) e Equação (2):

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k_2 \times s \quad \text{Equação (1)}$$

ou

$$f_{ck,is} = f_{is,menor} + 4 \quad \text{Equação (2)}$$

em que: “ $f_{ck,is}$ ” é o valor característico da resistência mínima à compressão “*in situ*”; “ s ” é o desvio padrão dos resultados dos ensaios ou 2,0 MPa, tomando-se o maior valor; “ k_2 ” é igual a 1,48; $f_{m(n),is}$ é a média dos resultados de n ensaios da resistência à compressão “*in situ*”; $f_{is,menor}$ é o menor resultado do ensaio da resistência à compressão “*in situ*”.

- **abordagem B:** quando estão disponíveis entre 3 a 14 carotes. A estimativa da resistência é o menor valor obtido entre a Equação (3) e Equação (4):

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k \quad \text{Equação (3)}$$

ou

$$f_{ck,is} = f_{is,menor} + 4 \quad \text{Equação (4)}$$

em que “ k ” é a margem associada ao número de resultados de ensaio, determinada de acordo com o Quadro 5.2.

Quadro 5.2 - Relação entre a margem associada ao número de resultados de ensaio.

Número de resultados	k
10 a 14	5
7 a 9	6
3 a 6	7

Fonte: (NP EN 13791, 2008).

A mesma norma apresenta um quadro com a mínima resistência à compressão “*in situ*” característica para as classes de resistência à compressão da NP EN 206-1 (Quadro 5.3), sendo possível relacionar os valores obtidos de “ $f_{ck, is}$ ” (resistência mínima à compressão “*in situ*”) dos ensaios com as classes de resistência da NP EN 206-1.

Quadro 5.3 - Mínima resistência à compressão “*in situ*” característica para as classes de resistência à compressão da EN 206-1.

Classes de resistência à compressão da EN 206-1*	Relação entre a resistência <i>in situ</i> característica e a resistência característica de provetes normalizados	Mínima resistência <i>in situ</i> característica N/mm ²	
		$f_{ck, is, cyl}$	$f_{ck, is, cube}$
C8/10	0,85	7	9
C12/15	0,85	10	13
C16/20	0,85	14	17
C20/25	0,85	17	21
C25/30	0,85	21	26
C30/37	0,85	26	31
C35/45	0,85	30	38
C40/50	0,85	34	43
C45/55	0,85	38	47
C50/60	0,85	43	51
C55/67	0,85	47	57
C60/75	0,85	51	64
C70/85	0,85	60	72
C80/95	0,85	68	81
C90/105	0,85	77	89
C100/115	0,85	85	98

NOTA 1: A resistência à compressão *in situ* pode ser inferior à que é medida sobre provetes normalizados extraídos do mesmo betão.

NOTA 2: A relação 0,85 está incluída no coeficiente γ_c da EN 1992-1-1:2004*.

Fonte: (NP EN 13791, 2008).

Capítulo 6 - Caso de Estudo: Escola Básica da Portela

6.1. Introdução

Após recolha, observação e análise das várias escolas do concelho de Matosinhos, identificaram-se diferentes tipologias de escolas com estrutura de betão armado. De entre estas verificou-se serem as escolas de tipologia P3 as que reuniam mais anomalias. Deste conjunto a Escola Básica da Portela (Figura 6.1) é a que se encontra, aparentemente, em pior estado; decidiu-se, deste modo, optar por escolher esta como caso de estudo, de forma a serem aplicados os conhecimentos recolhidos e a consolidar a temática do trabalho. Infelizmente não foi possível obter o processo relativo à construção desta escola no arquivo municipal. Contudo, foram encontradas plantas arquitetónicas da escola no processo relativo à construção do Jardim de Infância que se encontra implantado no mesmo terreno. Para além desta, graças à cooperação de funcionários da Direção Regional de Educação do Norte (DREN) foi possível confirmar as plantas arquitetónicas da Escola Básica da Portela e das restantes escolas tipo P3 do Concelho de Matosinhos.

Numa primeira visita, foi realizada uma análise geral do edifício, constatando que se apresentava num estado muito degradado, em particular o corpo de salas de aula junto à cantina. De modo a rentabilizar o tempo disponível do estágio, optou-se por estudar o corpo de salas de aula junto à cantina, admitindo que as soluções de reparação a serem aplicadas neste, se reproduzirão no restante edifício.



Figura 6.1 - Vista aérea da Escola Básica da Portela. Fonte: (Google Maps)

6.1.1. Caracterização do edifício

A Escola Básica da Portela, localizada na Rua da Portela, em Santa Cruz do Bispo, é um edifício construído no ano de 1984, seguindo um projeto designado como Projeto Normalizado de Escolas Primárias - P3, implantado numa área de aproximadamente 800 m², com a entrada principal localizada na fachada Nascente e encontrando-se a uma distância de 4km do mar. Constituída por uma estrutura de pórticos de betão armado aparente, com 2,5 metros de pé-direito, com pilares (30x30 cm²) e vigas (30x45 cm²). As paredes exteriores e as divisórias são de alvenaria de tijolo. A cobertura inclinada é composta por placas de fibrocimento, pavimento geral em mosaico hidráulico e salas de aula em tacos de madeira, sendo o teto das salas de aula revestidas a corticite.

O edifício é dividido em quatro corpos, separados por juntas de dilatação, dois dos quais com a finalidade de salas de aulas, gabinetes e casas de banho, sendo estes compostos por dois pisos, outro corpo com função de cantina, com pé direito duplo e por último, também com pé direito duplo o ginásio.

6.1.2. Recolha de informação e interpretação

Na Figura 6.2, extrato da Carta Militar n.º 110 (escala 1:25 000), é possível visualizar uma linha de água, a Oeste, muito próxima da implantação da escola (assinalada com uma circunferência a vermelho). Verifica-se também, no presente levantamento aerofotogramétrico (Figura 6.3), sinais de uma passagem de uma linha de água, com uma inclinação muito reduzida. Na escola existe uma rede de drenagem superficial de águas pluviais, apesar de se apresentar numa forma não eficaz, em todo o perímetro do terreno com uma valeta.



Legenda :

Linha ferroviária
de Leixões



Rio Leça



Escola Básica
da Portela



Figura 6.2 - Extrato da Carta Militar n.º 110, escala 1:25 000. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).



Figura 6.3 - Extrato do levantamento aerofotogramétrico. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).

A consulta da Carta Geológica de Portugal, folha n.º 9-C, à escala 1:50 000, de que se apresenta na Figura 6.4 um extrato, permite identificar que a escola se encontra instalada num maciço de granito alcalino (γm), designado por Granito do Porto.



Legenda:

γ_2	Granito porfiroide, ou de grão grosseiro, aquerítico	Pos-Estefuniano médio	Rochas eruptivas
γ_m	Granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrato, de duas micas (Granito do Porto)		
$\gamma_{m.}$	Granito alcalino, de grão fino a médio, mesocrato, de duas micas	Pos-Complexo xisto-granulítico, ante-Variscano e provavelmente ante-Silúrico	
γ_x	Granito gneissico, alcalino, granatífero		
γ	Granito alcalino de grão grosseiro, turmalínico (Granito de Gondomar)		
γ_{ap}	Granito alcalino, aptítico e turmalínico		

Figura 6.4 - Extrato da Carta Geológica de Portugal, folha 9-C (Porto), escala 1:50 000. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).

Abordaram-se residentes das proximidades e funcionários da escola, de forma a reunir aspectos importantes para a melhor compreensão das várias anomalias do edifício. As informações importantes recolhidas foram as seguintes:

- o terreno de construção era originalmente um lameiro, indicando assim a presença do nível freático alto;

- o canto a Norte do terreno apresenta a passagem de uma mina onde, aproximadamente, há 5 anos, num Inverno, o terreno aluíu;

- em dias de chuva intensa, na fachada Poente, no canto mais a Norte, existe a formação de uma grande poça, impossibilitando a passagem;

- no corpo da cantina, na sala de arrumos, o pavimento em madeira apresenta sinais de ataque de térmitas;

- existem bastantes infiltrações em zonas de caixilharias e, em alguns locais nas salas de aula do rés-do-chão, o teto apresenta entrada de água, sendo que, nestes locais, o pavimento em tacos de madeira já foi várias vezes substituído;

- no mesmo terreno, em 1994, foi construído um Jardim de Infância que se apresenta actualmente abandonado, porque já ficou inundado várias vezes, em épocas de chuva;

- há aproximadamente 2 anos, exteriormente, foi removido betão já destacado e aplicado argamassa.

Verificou-se também que nas proximidades da escola, a cerca de 1 quilómetro, se encontra uma indústria de madeiras e derivados.

A Câmara Municipal de Matosinhos solicitou à empresa NewMensus, Lda., em 2014, a realização de uma inspeção estrutural da Escola Básica da Amieira, uma escola de projeto tipo P3. Este estudo englobou a avaliação do estado de conservação da estrutura, com inspeção visual e realização de ensaios, de modo a concluir-se acerca da viabilidade da sua reabilitação. Verifica-se, face aos ensaios realizados, as seguintes conclusões:

- **Deteção de armaduras:** indica um recobrimento de aproximadamente 20 mm;

- **Determinação da profundidade de carbonatação:** a profundidade é superior nas vigas do que nos pilares e na fachada a sul apresenta-se com valores mais elevados do que na fachada a norte e de, aproximadamente, 35 mm de profundidade;

- **Determinação do índice esclerométrico:** o conjunto de resultados obtidos, de índice esclerométrico, varia entre 40 e 58, sendo que nas vigas apresentam valores superiores aos pilares; estes resultados cruzados com a resistência à compressão em provetes cilíndricos, de acordo com a NP EN 12504-2, apresentam valores muito elevados; não foi possível correlacionar estes resultados, de índice esclerométrico, com os valores obtidos nos ensaios de resistência à compressão das carotes.

- **Determinação da resistência à compressão do betão:** recorrendo à extração de 6 carotes de betão, da fachada orientada a sul, foi realizado o ensaio à rotura por compressão, obtendo-se, em média, um valor de 25 MPa.

As conclusões finais deste estudo foram: o **Estado de Manutenção** foi classificado em **Mau** e o **Estado de Conservação** classificado em **Deficiente**, evidenciando o avançado estado de degradação e da corrosão das armaduras, e aconselhando-se, um Projeto de Reparação num prazo curto (1-2 anos) (NewMensus, Lda, 2014).

6.1.3. Plantas e alçados

Nas Figuras 6.5 a 6.8 apresenta-se os alçados contituíntes da Escola Básica da Portela. Introduziu-se uma grelha de divisão nos alçados e plantas do corpo a inspecionar, de modo a serem identificados os elementos estruturais, no alçado poente dividido de A a G e no alçado sul dividido de 1 a 6.

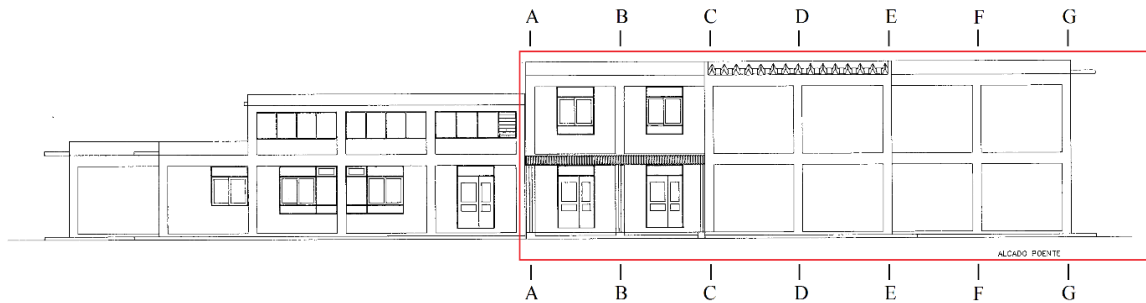


Figura 6.5 - Alçado Poente da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).

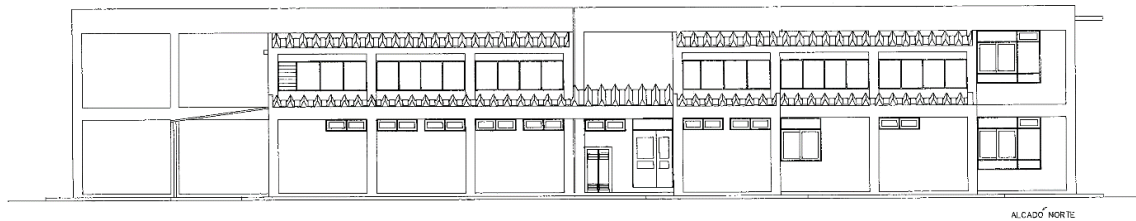


Figura 6.6 - Alçado Norte da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).



Figura 6.7 - Alçado Nascente da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).

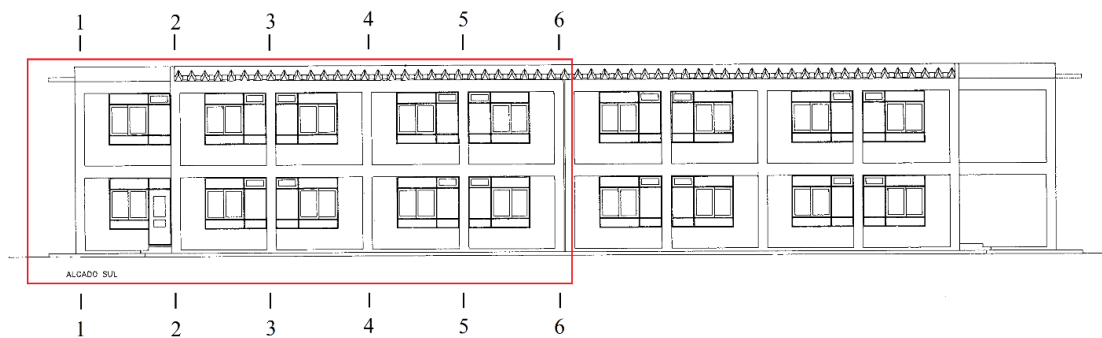


Figura 6.8 - Alçado Sul da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos,CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).

Na Figura 6.9 e 6.10 apresentam-se as plantas arquitetônicas do rés-do-chão e piso da Escola Básica da Portela.

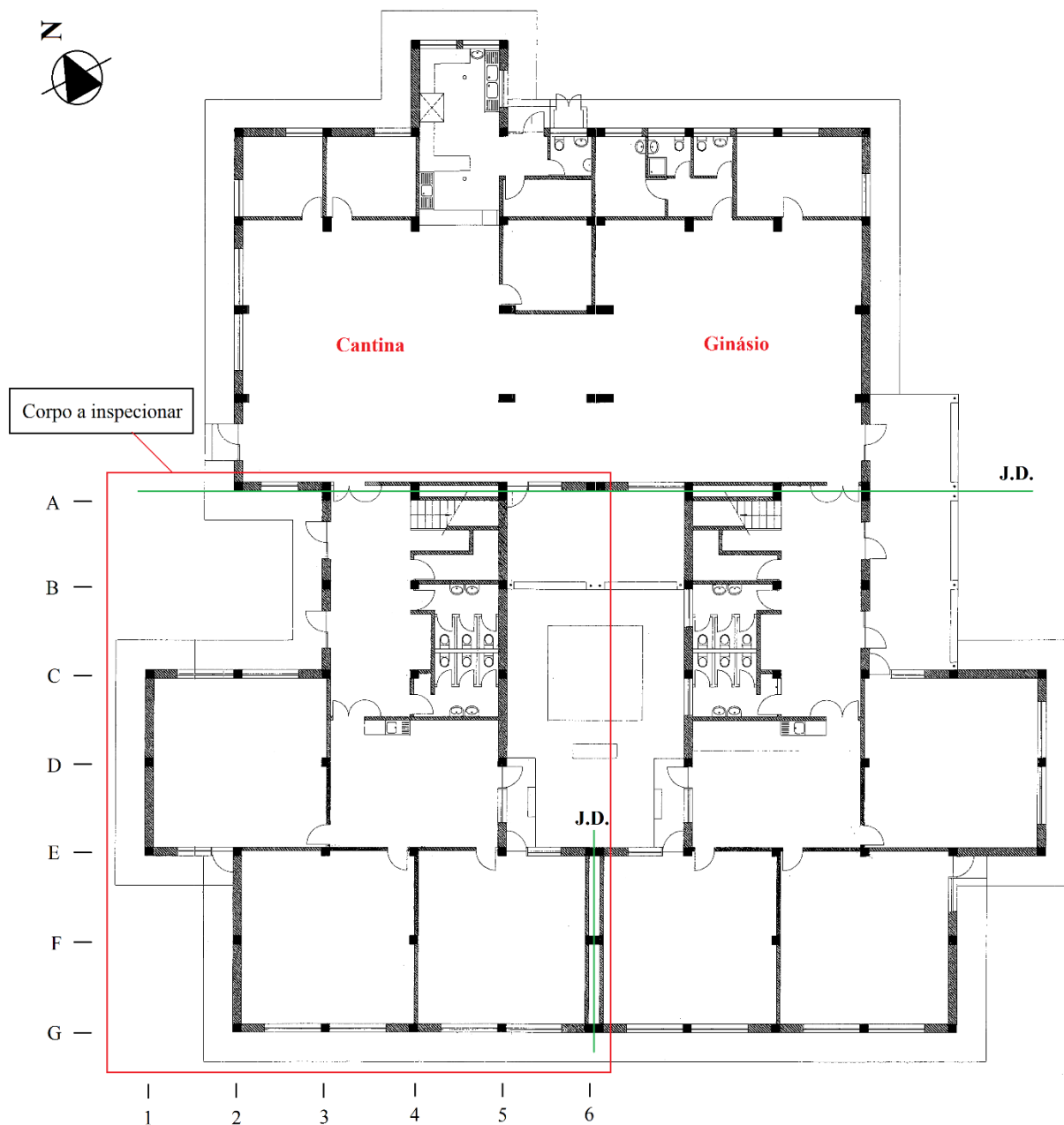


Figura 6.9 - Planta arquitetónica do rés-do-chão da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).

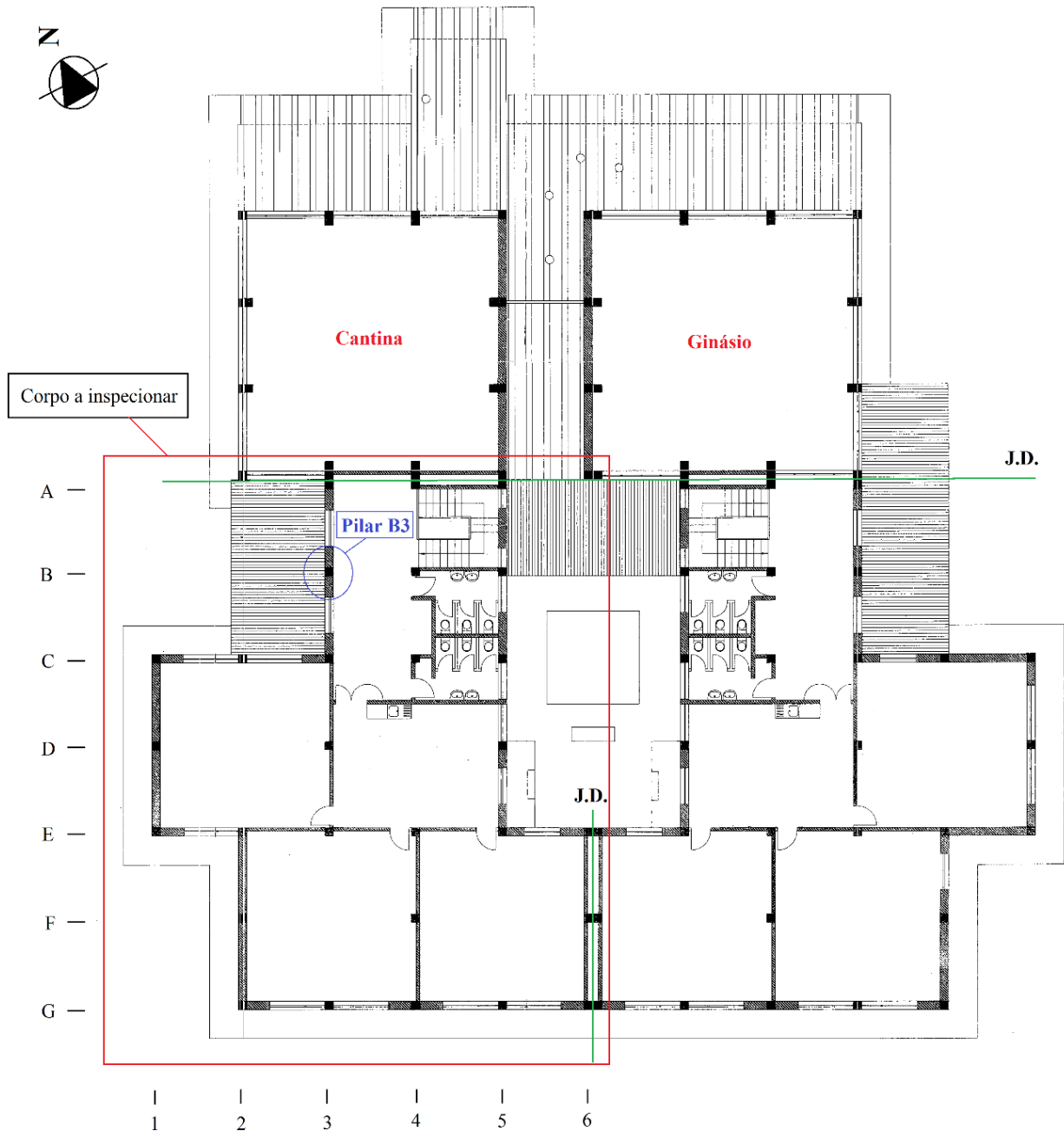


Figura 6.10 - Planta arquitetónica do andar da Escola Básica da Portela. Fonte: (Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística, 2015).

Relativamente às plantas estruturais do edifício, não foi possível obtê-las. Com base nas plantas arquitetónicas disponibilizadas e em medidas realizadas, desenvolveram-se as plantas estruturais em “AutoCad”, que se apresentam nas Figuras 6.11 e 6.12, sem escala, tendo sido criado uma grelha para a identificação dos pilares, por exemplo, o Pilar B3 é o que se encontra assinalado na Figura 6.10.

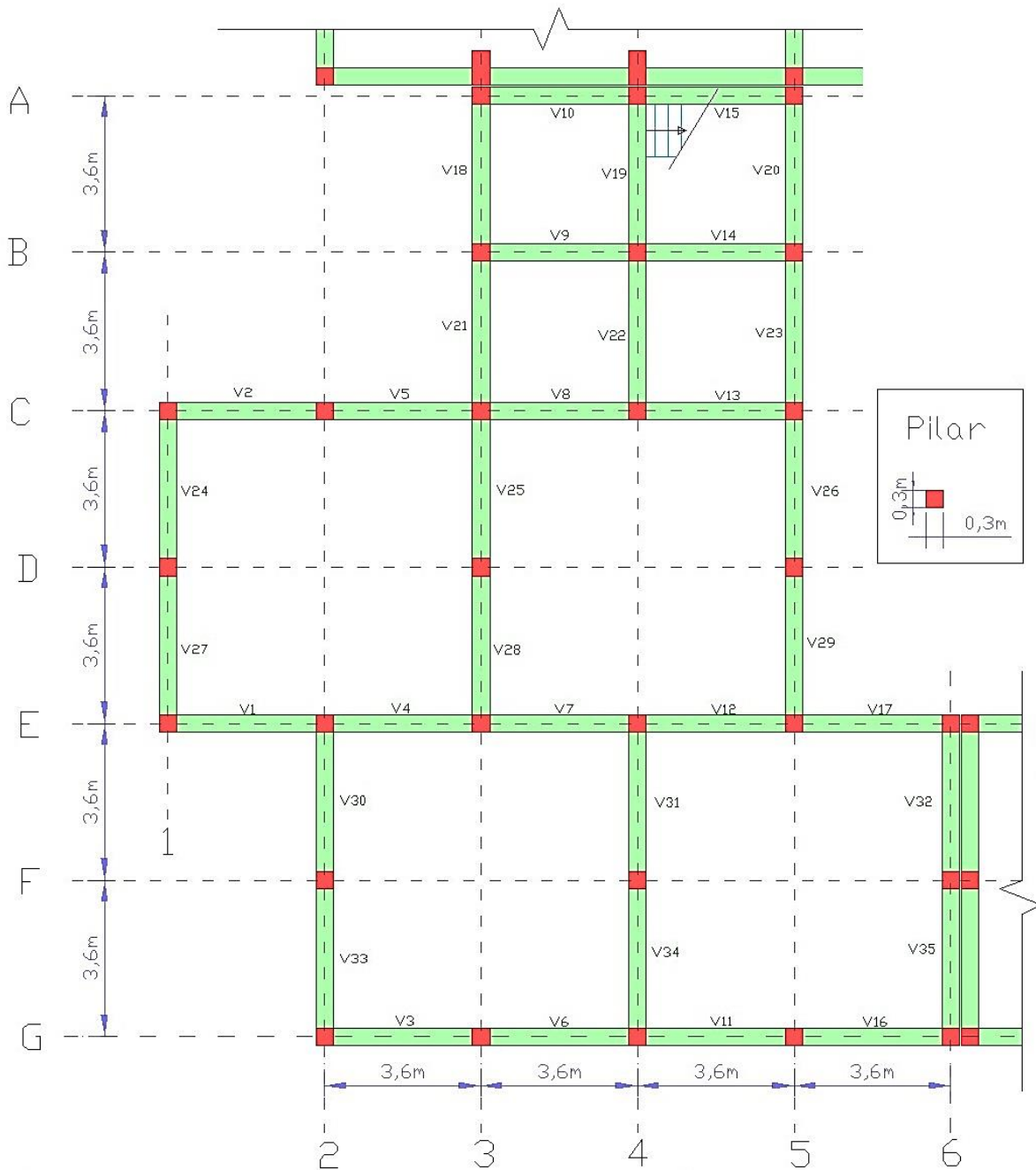


Figura 6.11 - Planta estrutural do rés-do-chão, do corpo em estudo, da Escola Básica da Portela.

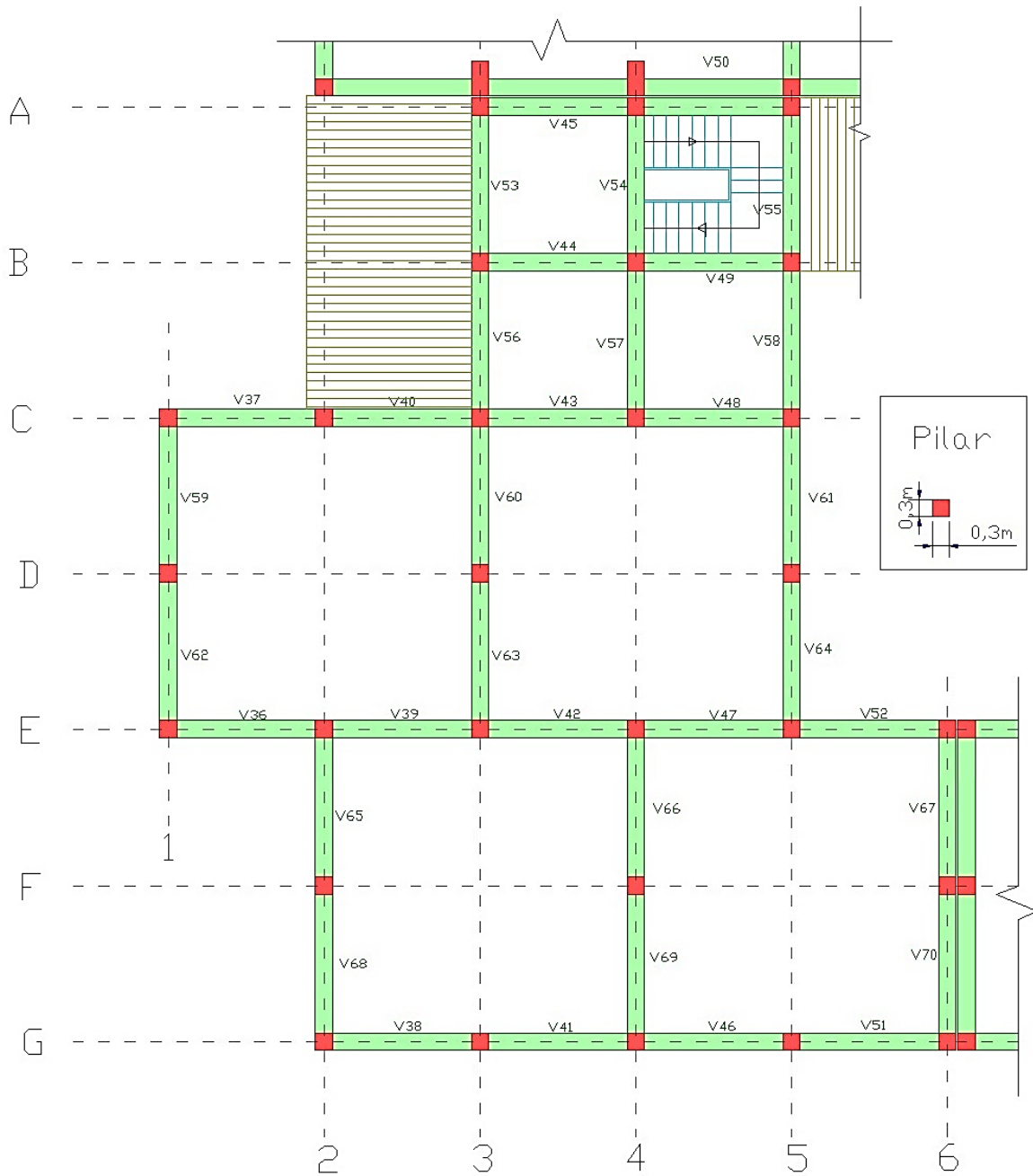


Figura 6.12 - Planta estrutural do andar, do corpo em estudo, da Escola Básica da Portela.

6.2. Inspeção estrutural

6.1.4. Metodologia de Inspeção

Na fase de inspeção do caso de estudo, optou-se por uma metodologia simples, baseada e adaptada da utilizada pela empresa Infraestruturas de Portugal (IP).

Foi desenvolvida uma Ficha de Inspeção (Quadro 6.1) por elemento estrutural, com a sua localização, a anomalia identificada e a causa proveniente, a respetiva classificação e a definição do Estado de Conservação e do Estado de Manutenção. Estão ainda disponíveis campos para a representação de esquemas e de fotografias.

Quadro 6.1 - Modelo de Ficha de Inspeção tipo.

Ficha de Inspeção – Anomalia						
Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015			
Elemento estrutural:		Piso:				
Fotografias nºs:						
Anomalia:		Causa provável:				
Esquema						
Fotografias nºs:			Vista:			
Caracterização da anomalia						
	Natureza	Desenvolvimento	Extensão	Consequência	Função	Estado de Conservação
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumpr. função	0
						1
						2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3
						4
						5
Estado de Manutenção:						

Numa primeira fase realizou-se uma inspeção visual, com recolha geral de anomalias no corpo selecionado, interiormente e exteriormente. Com recurso a uma máquina fotográfica e a plantas registaram-se essas anomalias. De seguida, identificaram-se nos alçados e nas plantas todas as anomalias e preencheram-se as respetivas Fichas de Inspeção, que se encontram no Anexo I.

6.1.5. Condicionalismos na inspeção

Pelo interior do edifício não foi possível, em alguns locais, analisar rigorosamente as anomalias, porque se encontravam tapadas por móveis, quadros e outros materiais.

Realizou-se a inspeção de forma a não prejudicar o normal funcionamento letivo, ou seja, no horário de aulas realizou-se a inspeção pelo exterior, e nos intervalos (sensivelmente 30 minutos) realizou-se a inspeção às salas de aulas.

6.1.6. Sentido de inspeção

A inspeção iniciou-se pelo exterior, por alçado, da esquerda para a direita e por elemento estrutural, primeiro os pilares e, em seguida, as vigas, da seguinte forma: Alçado Poente > Alçado Sul.

Pelo interior, inicialmente pelo R/C, junto à entrada pela fachada Poente, analisando primeiro os pilares e em seguida as vigas, de forma rigorosa, até ao andar.

6.1.7. Equipamentos de inspeção

O equipamento de inspeção incluiu uma máquina fotográfica, um conjunto de plantas e de alçados em A4, bem como modelos de fichas de inspeção, de forma a identificar as anomalias, registando o número das fotografias nos alçados e nas plantas.

6.1.8. Critérios de classificação das anomalias

Para a classificação das anomalias adotaram-se os critérios estabelecidos na metodologia apresentada pela Infraestruturas de Portugal (IP). Esta classificação é atribuída, somando as pontuações parciais relativamente a cada um dos seguintes parâmetros:

- Caracterização da anomalia:

- Relativamente à natureza das anomalias

Deve ponderar-se o conhecimento técnico que existe sobre os vários tipos de anomalias (e as suas causas), se são muito ou pouco graves, relativamente aos efeitos que podem provocar numa obra (efeitos na estabilidade estrutural e na segurança dos utentes).

Assim, deve atribuir-se:

- pontuação 0: no caso de a anomalia ser pouco grave;
- pontuação 1: no caso de a anomalia ser grave.

- Extensão da anomalia

A extensão da anomalia, atual ou previsível a curto prazo, deve ser comparada com o seu valor máximo admissível, no componente da obra inspecionado. Assim, deve atribuir-se:

- pontuação 0: se for inferior a 50% do valor máximo admissível;
- pontuação 1: se for superior ou igual a 50% do valor máximo admissível.

- Estado de desenvolvimento

Deve contabilizar-se o seu desenvolvimento atual e o modo como se prevê que evolua a curto prazo. Pode atribuir-se:

- pontuação 0: se o desenvolvimento é incipiente, pequeno ou limitado e se prevê que tenha pouca ou praticamente nenhuma evolução a curto prazo;
- pontuação 1: se o desenvolvimento atual é significativo ou se prevê que possa evoluir a curto ou a médio prazo.

- Funcionamento do componente

Pretende avaliar-se a capacidade atual do componente em que se identificou a anomalia em cumprir as funções para as quais foi concebido:

- pontuação 0: se o componente é capaz de desempenhar convenientemente a função para a qual foi concebido.

- pontuação 1: se o componente não é capaz de desempenhar a função para a qual foi concebido ou o faz deficientemente.

- Consequências da anomalia

Deve avaliar-se a contribuição que uma anomalia pode ter no aparecimento de anomalias noutros componentes. Assim, deve atribuir-se:

- a pontuação 0: se a anomalia não tem consequências noutros componentes da obra (consequências localizadas).

- a pontuação 1: se a anomalia pode ter consequências noutros componentes da obra (consequências globais).

6.1.9. Avaliação do estado de conservação

Seguindo a mesma metodologia, a avaliação do Estado de Conservação de um elemento estrutural varia entre 0 e 5, de acordo com as pontuações obtidas na classificação da anomalia. No caso de um elemento estrutural apresentar várias anomalias, o resultado final deverá ter em conta a anomalia de maior gravidade. A classificação final do Estado de Conservação do edifício não deverá ser inferior ao Estado de Conservação dos elementos estruturais fundamentais.

A interpretação dos resultados e das consequências da avaliação do Estado de Conservação pode ser realizada pelo Quadro 6.2.

Quadro 6.2 - Interpretação do estado de conservação.

Estado de Conservação	Significado
0	Estado de Conservação muito bom: não é necessário efetuar qualquer reparação.
1	Estado de Conservação bom: não é necessário efetuar qualquer reparação. Identificadas anomalias de pequena gravidade, cujo impacto não influencia a funcionalidade.
2	Estado de Conservação razoável: podem ser indicadas reparações não prioritárias. A qualidade dos materiais apresenta-se defeituosa, identificadas anomalias com impacto no comportamento e durabilidade da estrutura, apesar de as intervenções necessárias não serem consideradas prioritárias.
3	Estado de Conservação deficiente: o estado dos materiais é mau, existe um defeituoso funcionamento com importância e que influencia a durabilidade do edifício. Recomendam-se reparações a médio prazo (3-5 anos).
4	Estado de Conservação muito deficiente: verifica-se que os materiais se apresentam num estado avançado de degradação, com elevado impacto na durabilidade e no comportamento do edifício. O elemento estrutural já não é capaz de cumprir os requisitos mínimos para desempenhar as funções as quais foi concebido. Recomenda-se a necessidade de um Projeto de Reparação.
5	Estado de Conservação mau: o elemento estrutural não é capaz de desempenhar as suas funções e apresenta sinais rotura, colocando em risco a segurança do utente. Deverá ser de imediato objeto de uma intervenção de reparação, com medidas de restrição de utilização do edifício.

Fonte: adaptado de (Infraestruturas de Portugal, IP).

6.1.10. Avaliação do estado de manutenção

De acordo com a metodologia apresentada pela IP, o Estado de Manutenção da Estrutura pretende apresentar o modo como têm sido executados os trabalhos de manutenção. Será classificado de Bom (B) ou de Mau (M), conforme:

- Bom (B): se não for necessário realizar trabalhos de manutenção em mais de 50% dos componentes;

- Mau (M): se for necessário realizar trabalhos de manutenção em mais de 50% dos componentes.

6.3. Realização de ensaios de diagnóstico

De modo a complementar a inspeção da Escola Básica da Portela, decidiu-se realizar um conjunto de ensaios de diagnóstico. O procedimento dos ensaios, “*in situ*” e em laboratório, foi seguido pelas normas já referidas no Capítulo 5.

Os ensaios realizados foram os seguintes:

- ensaio de determinação da profundidade de carbonatação;
- ensaio de determinação do teor de cloretos;
- ensaio de deteção de armaduras;
- ensaio de ultra-sons;
- extração de carotes;
- ensaio das carotes à compressão simples.

Em cada ensaio, foi escolhida a sua localização face às condições ambientais e ao estado de degradação do betão.

6.3.1. Determinação da profundidade de carbonatação

Na realização deste ensaio pretende-se determinar a profundidade de carbonatação do betão e distinguir se esta atinge valores mais significativos nas fachadas sul ou poente. Desse modo, o ensaio foi repetido em elementos com diferentes localizações, tendo-se realizado o ensaio “*in situ*” e em carotes extraídas para avaliação da resistência à compressão do betão. Na Figura 6.13 apresenta-se a localização da realização do ensaio no Pilar G2, com remoção superficial do betão, e a localização das carotes extraídas do Pilar G2 e do Pilar G3, que foram sujeitas ao ensaio.

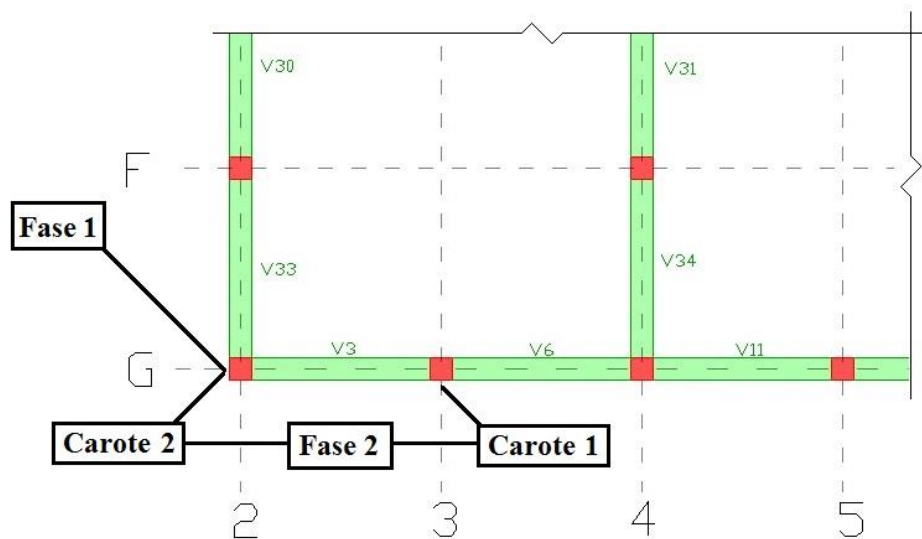


Figura 6.13 – Localização do ensaio de determinação da profundidade de carbonatação.

Fase 1: realizou-se uma remoção superficial de betão no elemento estrutural Pilar G2 (Figura 6.14), na fachada poente, tendo sido possível analisar, visualmente, a armadura longitudinal; esta apresenta sinais de corrosão e um diâmetro de 16 mm.



Figura 6.14 - Remoção superficial do betão.

Após limpeza, molhagem e secagem (Figura 6.15), foi borrifada a fenolftaleína no betão à vista (Figuras 6.16 e 6.17), medindo-se, aproximadamente, 2 cm de profundidade de carbonatação (Figura 6.18).



Figura 6.15 - Limpeza da superfície.

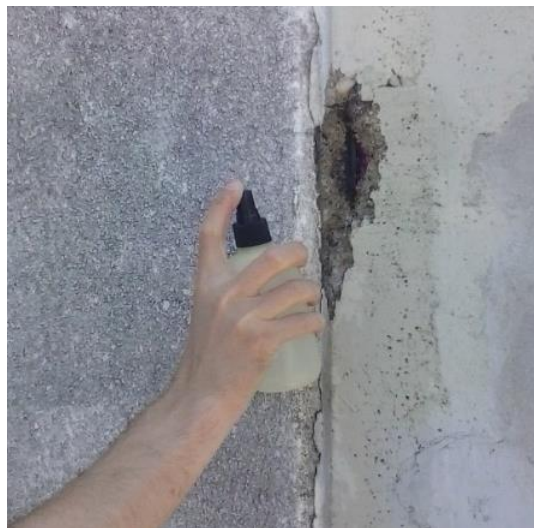


Figura 6.16 - Introdução de fenolftaleína no betão.



Figura 6.17 - Resultado após introdução de fenolftaleína no betão.



Figura 6.18 - Medição de profundidade de carbonatação.

Fase 2: após extração das carotes dos Pilares G2 e G3, foi borrifada a fenolftaleína, obtendo-se uma média de 4,5 cm de profundidade de carbonatação na Carote 1, proveniente do Pilar G3 (Figura 4.19); o mesmo procedimento foi aplicado na Carote 2, do Pilar G2, embora neste caso, a água proveniente do equipamento de extração das carotes, bem como o pó resultante dessa extração, deverão ter alterado as condições de alcalinidade da zona mais superficial da carote.



Figura 6.19 - Medição da profundidade de carbonatação na Carote 1 (Pilar G3) após extração.

Fase 3: ainda com o mesmo equipamento, após realização do ensaio à compressão das carotes e à consequente subdivisão de cada carote, repetiu-se a medição da profundidade de carbonatação, obtendo-se para a Carote 1 do Pilar G3 uma profundidade de, aproximadamente, 4 cm (Figura 4.20) e para a Carote 2 do Pilar G2 uma profundidade de, aproximadamente, 2,3 cm (Figura 4.21).

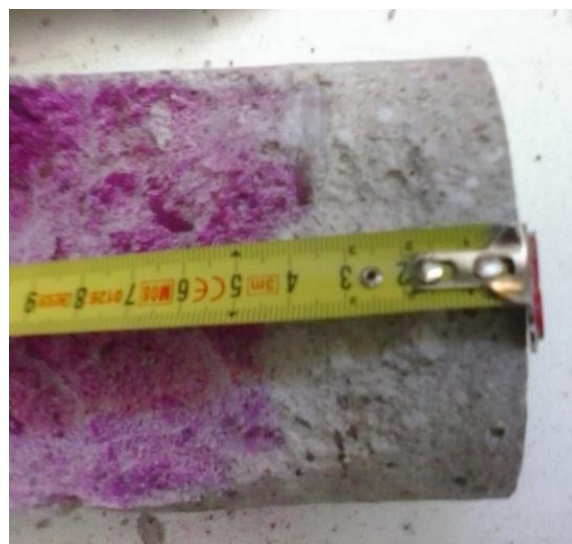


Figura 6.20 – Medição da profundidade de carbonatação na Carote 1, do Pilar G3 após ensaio de compressão.



Figura 6.21 - Medição da profundidade de carbonatação na Carote 2 do Pilar G2 após ensaio de compressão.

Análise de resultados

Verifica-se que o elemento estrutural da Fachada Sul apresenta uma profundidade de carbonatação superior ao da fachada Poente.

Analisando em termos de médias de resultados obtidos (Quadro 6.3), em cada fase da aplicação deste ensaio, o Pilar G3 na face da fachada Sul apresenta 2,15 cm de profundidade de carbonatação enquanto o Pilar G2 apresenta uma profundidade de carbonatação de 4,25 cm.

Concluindo, estes valores são elevados, ultrapassando o recobrimento das armaduras, significando que estas já não se encontram em meio alcalino, estando em risco de iniciar o processo de corrosão.

Quadro 6.3 - Resumo de resultados por fase do ensaio de determinação da profundidade de carbonatação.

	Profundidade de carbonatação [cm]	
	Carote 1 – Pilar G3 Fachada Sul	Carote 2 – Pilar G2 Fachada Poente
Fase 1: análise visual	-	2
Fase 2: após extração das carotes	4,5	-
Fase 3: após ensaio de compressão	4,0	2,3
Média:	4,25	2,15

6.3.2. Determinação do teor de cloretos

Pretende-se com este ensaio determinar a concentração de cloretos no betão, recolhendo amostras de pó de betão às quais se adiciona um ácido, estimando-se a concentração de cloretos e comparando com os valores máximos definidos na NP EN 206-1. Este ensaio foi realizado no Pilar G2 na face da fachada poente (Figura 6.22).

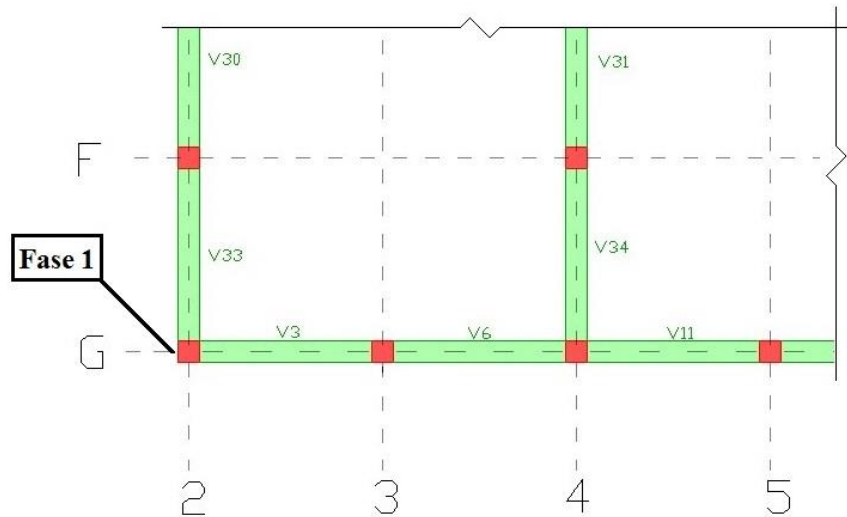


Figura 6.22 – Localização do ensaio de determinação do teor de cloretos.

Fase 1: com recurso a uma broca recolheram-se amostras de betão (Figura 6.23), dos intervalos de profundidade de 1 a 2 cm, de 2 a 3 cm e de 3 a 4 cm.



Figura 6.23 – Recolha de amostras.

Fase 2: as amostras recolhidas foram transportadas para o Laboratório de Estruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto; cada amostra foi pesada (Figura 6.25) e misturada com 20 mililitros de agente ácido (Figura 6.26).



Figura 6.24 – Pesagem da amostra.

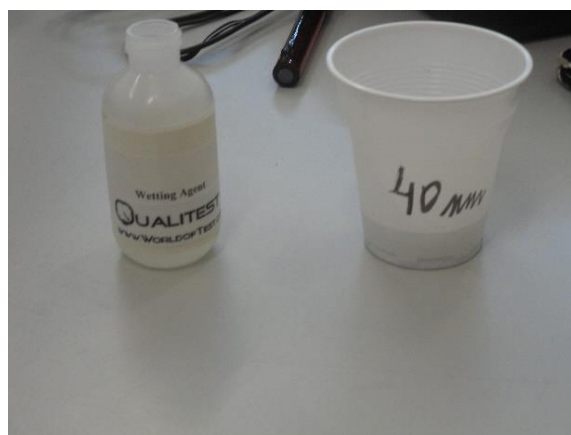


Figura 6.25 - Adição de agente ácido.

Fase 3: esperados 5 minutos após a introdução do agente ácido, foi realizada a leitura de % de iões cloretos presentes na amostra (Figura 6.26).



Figura 6.26 – Leitura de resultado.

Análise de resultados

Os resultados obtidos para cada intervalo de profundidade são apresentados no Quadro 6.4. Verificam-se valores elevados e de semelhante concentração às profundidades analisadas.

Quadro 6.4 - Resultados obtidos no ensaio de determinação do teor de cloretos.

	Profundidade [cm]	Cl ⁻ [%]	Temperatura [°C]
1º	3 - 4	0,369	23,8
2º	2 - 3	0,389	23,5
3º	1 - 2	0,372	22,6

De acordo com a NP EN 206-1, o betão constituinte da Escola Básica da Portela, situada a 4 quilómetros do mar, enquadra-se numa classe de exposição de XS1 – “Exposto ao sal transportado pelo ar mas não em contacto direto com a água do mar”. A mesma norma indica, que o máximo teor de cloretos por massa de cimento é de 0,2 %, para a classe de exposição referida.

Comparando os resultados obtidos com os valores máximos impostos, conclui-se que a percentagem de iões de cloretos presentes no betão está acima dos valores máximos em todos os intervalos de profundidade analisados, indicando que a armadura se encontra na presença de cloretos, o que irá acelerar o processo de corrosão.

6.3.3. Ensaio de detecção de armaduras

Como foi já referido, na realização deste ensaio é possível estimar a localização, a profundidade e o diâmetro das armaduras.

Fase 1: percorreram-se todos os pilares exteriores da fachada Sul do R/C (Figura 6.27), verificando--se que a disposição das armaduras não era de todo semelhante; uns pilares apresentavam duas armaduras longitudinais (Figura 6.28 - pilares Tipo I) e os restantes três armaduras (Figura 6.29- pilares Tipo II).

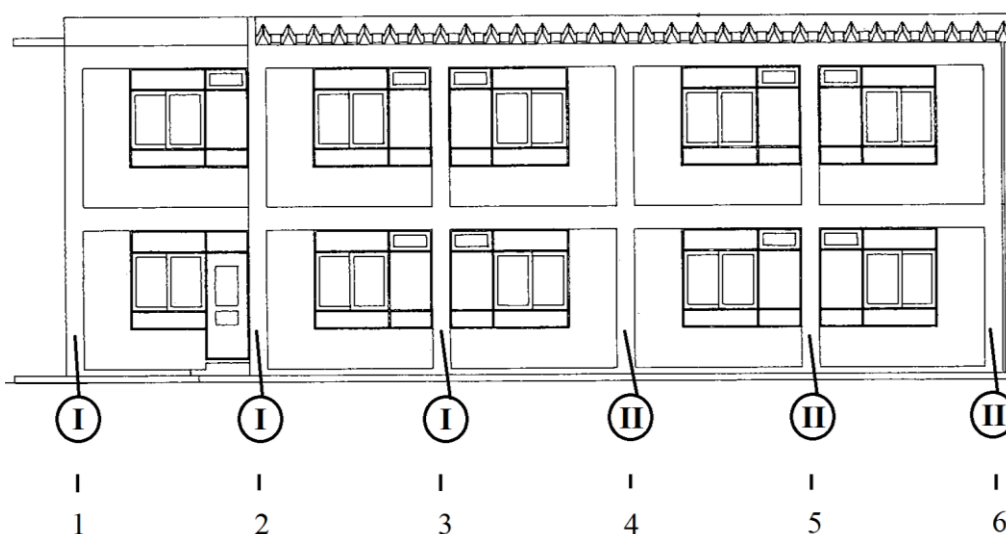


Figura 6.27 - Identificação dos tipos de pilar no alçado Sul.

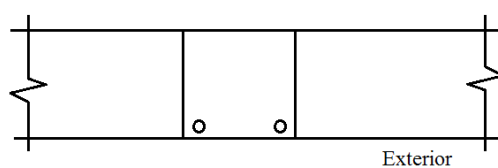


Figura 6.28 - Disposição de armaduras na face exterior do pilar, Tipo I.

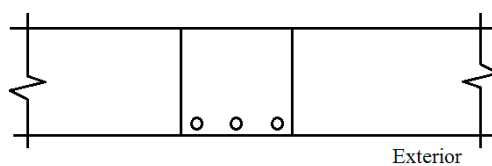


Figura 6.29 - Disposição de armaduras na face exterior do pilar, Tipo II.

Fase 2: selecionados os elementos estruturais, Pilar G2 e Pilar G3, localizados em planta na Figura 6.30, e com o detetor de armaduras em modo “Quickscan”, marcou-se, recorrendo a um giz, a localização das armaduras (Figuras 6.31 a 6.33)

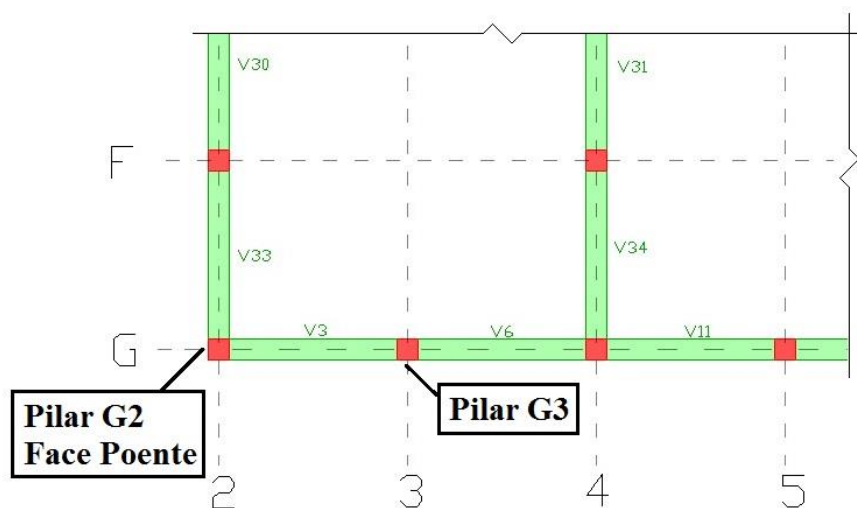


Figura 6.30 - Localização de ensaio de detecção de armaduras.



Figura 6.31 - Marcação das armaduras com giz.



Figura 6.32 – Marcação das armaduras do Pilar G3.



Figura 6.33 - Marcação das armaduras do Pilar G2.

Fase 3: ainda com o mesmo equipamento, em modo “Imagescan”, e com a utilização do programa fornecido pela Hilti – PROFIS Ferroskan, foi possível apresentar as armaduras no Pilar G2 na face poente (Figura 6.34), identificando assim a localização, o diâmetro e o recobrimento de todas as armaduras (Quadro 6.5).

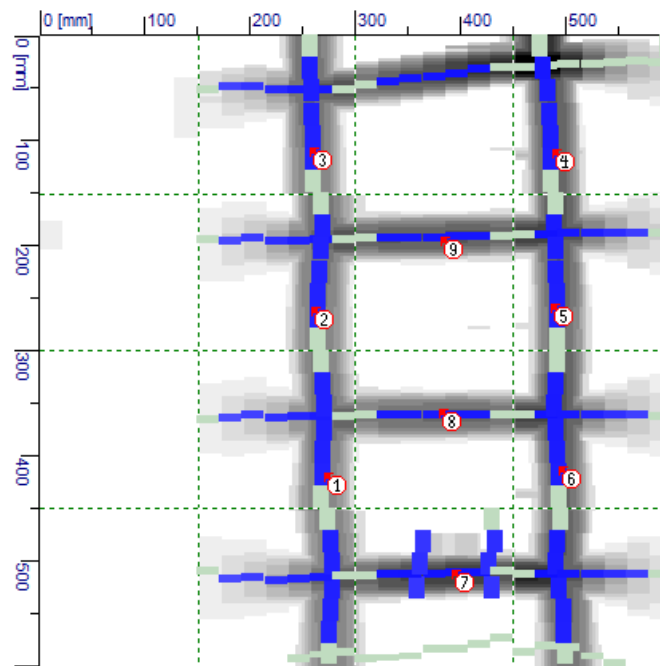


Figura 6.34 - Modo “Imagescan” realizado no Pilar G2.

Quadro 6.5 - Recobrimento e diâmetro dos marcadores identificados na Figura 6.34.

Marcador	Recobrimento [mm]	Diâmetro [mm]
1	27	16
2	26	16
3	24	16
4	19	16
5	21	16
6	20	16
7	10	8
8	19	8
9	15	8

No Quadro 6.6 apresentam-se os valores médios dos recobrimentos identificados das armaduras longitudinais e transversais do Pilar G2.

Quadro 6.6 - Recobrimento médio das armaduras longitudinais e cintas do Pilar G2.

	Recobrimento Médio [mm]
Armadura Longitudinal	22,83
Cintas	14,67

Análise de resultados

Relativamente ao primeiro conjunto de ensaios com o equipamento, Fase 1, pode concluir-se que as disposições de armaduras dos pilares exteriores não são semelhantes, verificando-se, assim, a presença de dois conjuntos de soluções de armaduras de pilares.

Na Fase 2, marcação das cintas nos Pilares G2 e G3, foi possível verificar um espaçamento de 20 cm. A posição das cintas permitiu também a extração das carotes, sem danificar as armaduras.

Por último, Fase 3, com a utilização do detetor de armaduras, em modo “Imagescan”, identificaram-se as armaduras longitudinais de 16 mm de diâmetro com um recobrimento médio de 2,3 cm e cintas com o diâmetro de 8 mm e o recobrimento médio de 1,5 cm, valores muito reduzidos de recobrimento.

6.3.4. Ensaio de dureza superficial

Com a realização do Ensaio de Dureza Superficial é possível estimar a resistência e a homogeneidade do betão. Esta resistência foi correlacionada de acordo com a curva B-Proceq (Cimento Portland 14-56 dias), disponibilizada pelo próprio equipamento, o Digi-Schmidt (PROCEQ, Digi-Schmidt). Selecionaram-se os elementos estruturais identificados no Quadro 6.7.

Fase 1: os ensaios iniciaram-se com a marcação de nove pontos, espaçados 5 cm entre si, e com a disposição identificada na Figura 6.35.



Figura 6.35 - Marcação de pontos para ensaio.

Fase 2: em seguida, registaram-se os resultados: índices de ressalto, mediana e resistência superficial (Figura 6.36).

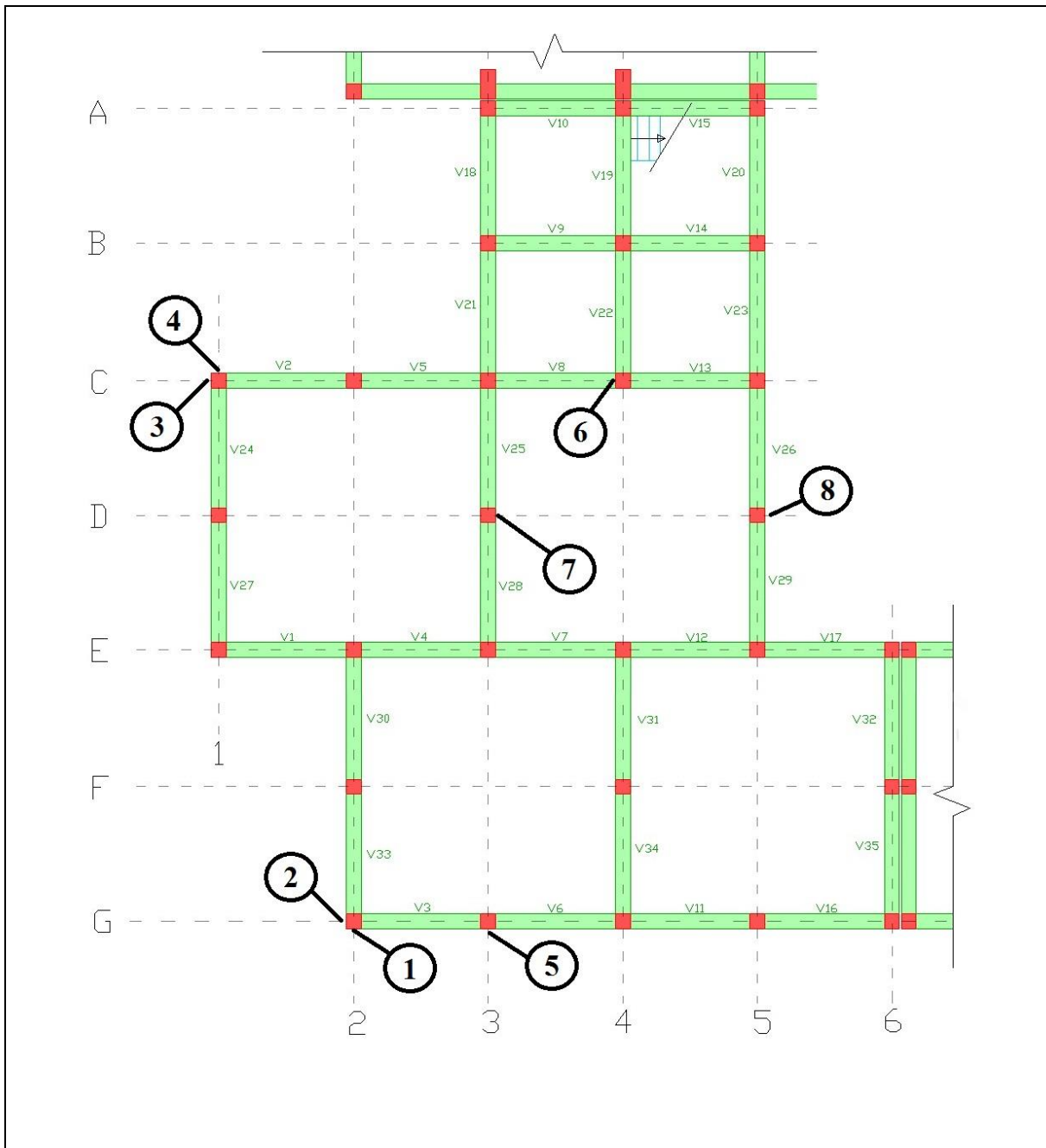


Figura 6.36 - Registo de resultados.

No Quadro 6.7 apresenta-se um mapa dos ensaios realizados, em planta, e nos Quadros 6.8 a 6.15 apresentam-se os resultados obtidos para os diferentes pilares ensaiados.

Quadro 6.7 - Mapa de ensaios de dureza superficial.

Mapa de ensaios - Planta R/C



Quadro 6.8 - Ensaio n.º 1, Pilar G2, fachada Sul.

N.º: 1	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar G2	
		Fachada:	Sul	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	39	40	49		
2	42	46	48		
3	44	46	49		
4	45	41	54		
5	48	49	54		
6	53	45	49		
7	44	40	47		
8	42	42	51		
9	40	50	50		
Mediana	44	45	49		
Resistência [MPa]	50,10	52,00	60,10		
	Média:		54,07		

Quadro 6.9 - Ensaio n.º 2, Pilar G2, fachada Poente.

N.º: 2	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar G2	
		Fachada:	Poente	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	42	22	42		
2	39	48	45		
3	46	39	27		
4	33	35	45		
5	48	40	42		
6	39	35	44		
7	45	38	48		
8	42	36	42		
9	41	42	40		
Mediana	42	38	42		
Resistência [MPa]	46,20	38,80	46,20		
	Média:		43,73		

Quadro 6.10 - Ensaio n.º 3, Pilar C1, fachada Poente.

N.º: 3	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar C1	
		Fachada:	Poente	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	45	56	52		
2	45	55	53		
3	44	52	52		
4	47	51	52		
5	46	51	50		
6	47	54	53		
7	42	52	51		
8	50	52	52		
9	40	44	52		
Mediana	45	53	52		
Resistência [MPa]	52,00	68,00	66,30		
	Média:	62,10			

Quadro 6.11 - Ensaio n.º 4, Pilar C1, fachada Norte.

N.º: 4	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar C1	
		Fachada:	Norte	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	51	46	51		
2	41	46	50		
3	38	48	51		
4	40	46	46		
5	41	48	49		
6	41	41	53		
7	40	52	53		
8	39	52	40		
9	44	49	48		
Mediana	41	48	50		
Resistência [MPa]	44,30	58,00	60,00		
	Média:	54,10			

Quadro 6.12 - Ensaio n.º 5, Pilar G3, fachada Sul.

N.º: 5	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar G3	
		Fachada:	Sul	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	46	42	47		
2	38	41	50		
3	53	45	51		
4	41	50	49		
5	45	49	47		
6	52	40	49		
7	44	44	46		
8	41	46	45		
9	46	42	48		
Mediana	45	44	48		
Resistência [MPa]	52,00	50,10	58,00		
	Média:	53,37			

Quadro 6.13 - Ensaio n.º 6, Pilar C4,interior.

N.º: 6	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar C4	
		Fachada:	Interior	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	35	38	28		
2	40	40	32		
3	33	36	36		
4	37	40	36		
5	34	35	34		
6	38	36	30		
7	41	38	32		
8	32	41	29		
9	31	35	39		
Mediana	35	38	32		
Resistência [MPa]	33,50	38,80	28,40		
	Média:	33,57			

Quadro 6.14 - Ensaio n.º 7, Pilar D3, interior.

N.º: 7	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar D3	
		Fachada:	Interior	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	34	37	40		
2	37	40	34		
3	40	35	38		
4	36	38	36		
5	38	42	37		
6	32	36	41		
7	35	39	35		
8	39	40	36		
9	40	40	32		
Mediana	37	39	36		
Resistência [MPa]	36,00	39,00	34,00		
	Média:	36,33			

Quadro 6.15 - Ensaio n.º 8, Pilar D5, interior.

N.º: 8	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar D5	
		Fachada:	Interior	Andar:	R/C
Leitura n.º:	Base (h=0,3m)	Meia altura (h=1,3m)	Topo (h=2,3m)		
1	43	35	33		
2	51	37	36		
3	40	37	41		
4	42	37	40		
5	43	35	41		
6	42	35	43		
7	43	36	34		
8	43	37	37		
9	44	40	44		
Mediana	43	37	40		
Resistência [MPa]	48,10	37,00	41,00		
	Média:	42,03			

Análise de resultados

Os ensaios realizados aos elementos estruturais localizados no exterior apresentam valores elevados de resistência. A principal causa destes valores elevados corresponde à carbonatação, fenómeno que aumenta a dureza superficial do betão, facto que é compatível com os resultados observados da avaliação da profundidade de carbonatação.

Analisando os valores médios obtidos identificados nos Quadros 6.16 e 6.17, verifica-se uma diferença de resistência entre os elementos estruturais exteriores e os interiores, reforçando a ideia de que o betão apresenta sinais de carbonatação na face exterior. A grande variação de resultados, do mesmo elemento, permite também concluir a existência de heterogeneidade na resistência do betão dos pilares.

Relativamente aos resultados obtidos nos elementos estruturais interiores, os valores são já mais próximos do que seria expectável, com uma resistência média de 35 MPa.

Quadro 6.16 - Resumo de resultados obtidos do ensaio de dureza superficial.

Ensaio n.º	Elemento	Valor Médio de Resistência [MPa]	Valor Médio de Resistência, por Elemento [MPa]	Localização
1	Pilar G2	54,07	48,90	Exterior
2		43,73		Exterior
3	Pilar C1	62,10	58,10	Exterior
4		54,10		Exterior
5	Pilar G3	53,37	53,37	Exterior
6	Pilar C4	33,57	33,57	Interior
7	Pilar D3	36,33	36,33	Interior
8	Pilar D5	42,03	42,03	Exterior

Quadro 6.17 - Valor médio de resistência.

		Valor Médio de Resistência [MPa]
Elementos Estruturais	Exterior	51,57
	Interior	34,95

6.3.5. Ensaio de ultra-sons

Como se descreveu no Capítulo 5, este ensaio pretende determinar a velocidade de propagação de uma onda longitudinal ultrassónica no betão, medindo o tempo percorrido entre um transmissor e um recetor. Este ensaio permitirá relacionar a velocidade de propagação com a resistência à compressão do betão.

Foram realizados dois ensaios, com localização indicada na Figura 6.37, utilizando dois métodos de transmissão. O primeiro, no Pilar G2, com um tipo de transmissão semidirecta (Quadro 6.18) e o segundo, no Pilar G3, com transmissão direta (Quadro 6.19).

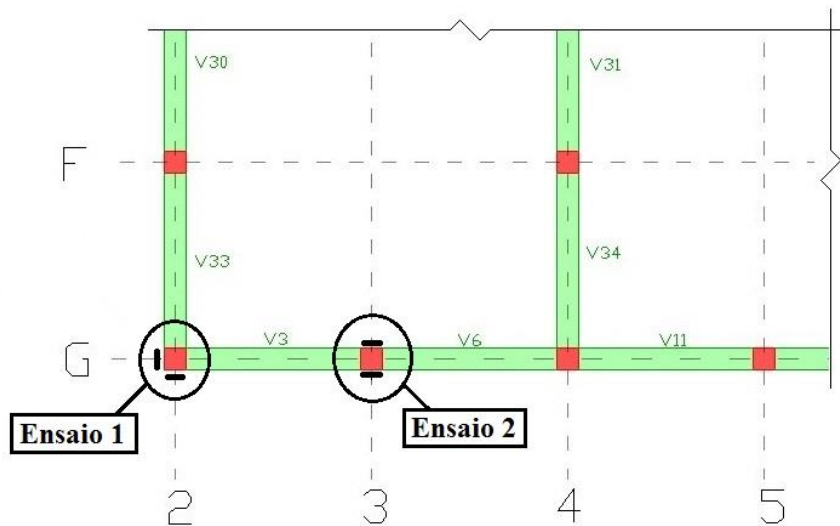
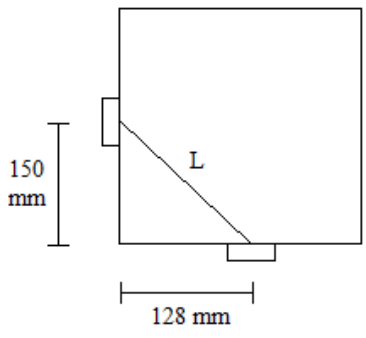


Figura 6.37 - Localização em planta dos ensaios de ultra-sons.

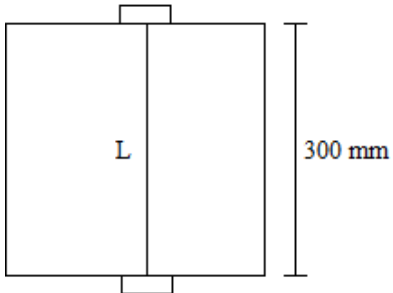

Quadro 6.18 - Ensaio n.º 1, Pilar G2.

N.º: 1	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar G2	
		Fachada:	Sul	Andar:	R/C

Tipo de Transmissão:		Semidireta		
Ilustração	T [μ s]	L [mm]	Velocidade [km/s]	
	44,50	197,19	4,43	



Quadro 6.19 - Ensaio n.º 2, Pilar G3.

N.º: 2	Localização	Elemento Estrutural:		Pilar G3	
		Fachada:	Sul	Andar:	R/C
Tipo de Transmissão:		Direta			
Ilustração		T [μ s]	L [mm]	Velocidade [km/s]	
		84,50	300,00	3,55	
					
<p>À esquerda, o transdutor situa-se na face exterior do Pilar G3 e à direita, o transdutor situa-se na face interior do Pilar G3.</p>					

Relação de velocidade com resistência

A NP EN 13791 apresenta um gráfico de comparação da velocidade de propagação do ensaio de Ultrasons com a resistência à compressão “*in situ*” (Figura 6.38), permitindo a definição dos seguintes valores de resistência no Quadro 6.20.

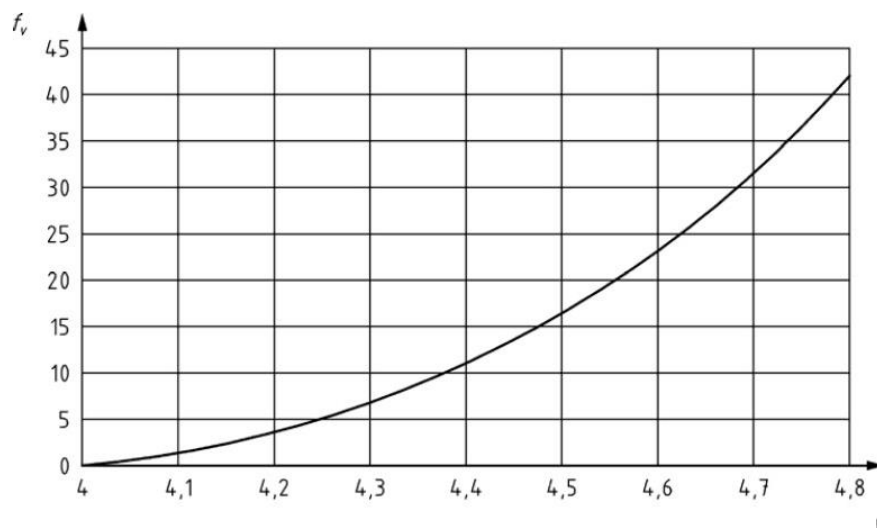


Figura 6.38 - Relação de velocidade de propagação com resistência. Fonte: (NP EN 13791, 2008).

Quadro 6.20 - Resultados dos ensaios de ultra-sons, relação velocidade de propagação com resistência.

Ensaio n.º	Velocidade de propagação [km/s]	Resistência “ <i>in situ</i> ” (f_v) [MPa]
1	4,43	$\cong 13$
2	3,55	-

Análise de resultados

Consultando o Quadro 6.20, verifica-se que a resistência obtida pelo ensaio de ultra-sons no Pilar G2 é de, aproximadamente, 13 MPa e no Pilar G3 é inconclusivo, porque não se enquadra no intervalo de velocidades apresentado na Figura 6.38. Destaca-se uma resistência bastante baixa para o Pilar G2 e, relativamente ao Pilar G3, poderá ter ocorrido uma falha na execução do ensaio ou verificar-se a presença de eventuais vazios no betão, obtendo-se uma velocidade bastante baixa.

6.3.6. Extração de carotes

Realizou-se a extração de duas carotes de betão, para permitirem o posterior ensaio de compressão simples, identificadas na Figura 6.39.

Fase 1: definiram-se os locais para a extração das carotes nos elementos estruturais: Pilares G2 e G3 (Figura 6.40). Estes locais distintos foram escolhidos, de modo a serem comparadas as resistências à compressão do betão constituinte de elementos estruturais de duas fachadas.

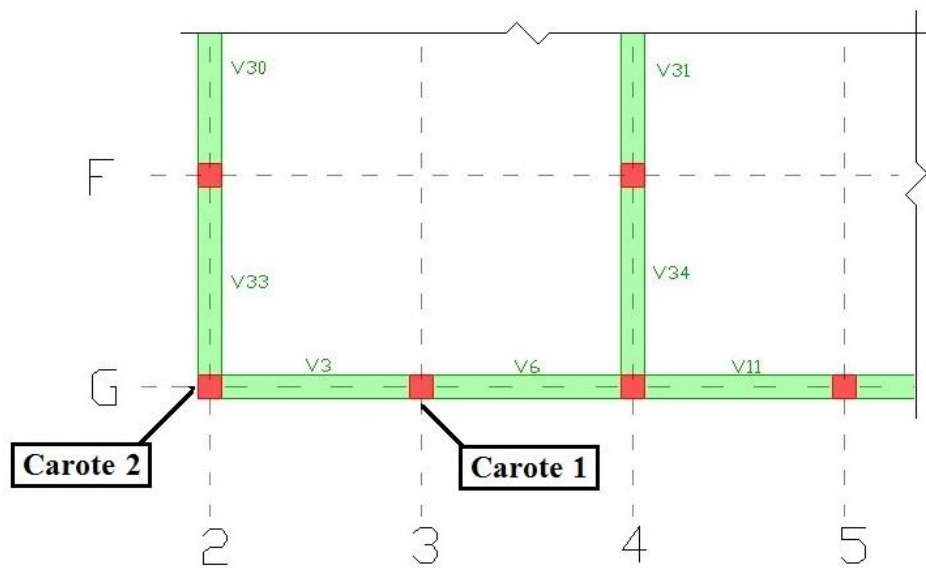


Figura 6.39 - Localização em planta da extração de carotes.



Figura 6.40 – Marcação nos Pilares: G3 (à esquerda) e G2 (à direita).

Fase 2: executou-se a extração das carotes indicadas na fase anterior, com recurso a uma caroteadora (Figura 6.41), de broca craniana diamantada de 100 mm de diâmetro (oca); respeitando a NP EN 12504-1, as carotes devem ter dimensões de 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura (Figura 6.42).



Figura 6.41 – Extração da Carote 2, do Pilar G2.



Figura 6.42 – Carote do Pilar G2 após extração.

6.3.7. Ensaio à compressão de carotes

Após a extração das carotes, estas foram retificadas no laboratório do CICCOPN (Figura 6.43), de modo a respeitar a NP EN 12504-1, obtendo-se uma altura igual a duas vezes o diâmetro. Em seguida, foram transportadas para o laboratório de materiais do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Antes da realização do ensaio de compressão foi pesado, medido o diâmetro e a altura de cada provete (Quadro 6.21). Com recurso a uma prensa de compressão (Figura 6.44), ensaiaram-se as duas carotes (Figura 6.45), tendo sido obtidos os resultados indicados no Quadro 6.22.



Figura 6.43 – Carote 1 e Carote 2 após retificação da superfície.



Figura 6.44 - Prensa de compressão, laboratório do ISEP.



Figura 6.45 - Carotes já ensaiadas.

Quadro 6.21 - Altura, diâmetro e peso das carotes.

	Elemento Estrutural	Altura [mm]	Diâmetro [mm]	Peso [g]
Carote 1	Pilar G3	195	95	2980
Carote 2	Pilar G2	192	95	2970

Quadro 6.22 - Resultados do ensaio de compressão.

	Força máxima [kN]	Área [m ²]	f_{is} [MPa]
Carote 1	139,7	0,007088	19,71
Carote 2	155,1	0,007088	21,88

f_{is} → Resultado do ensaio da resistência à compressão "in situ".

Análise de resultados

Os valores obtidos da resistência à compressão do betão, embora diferentes, são da mesma ordem de grandeza.

O reduzido número de amostras (2) inviabiliza a adoção das duas abordagens propostas na NP EN 13791 para a avaliação do valor característico da resistência à compressão do betão. No entanto, se fosse aplicada a abordagem B, apenas considerando os resultados das duas amostras, seria obtido um valor característico mínimo de resistência à compressão de 12,71 MPa para o betão da Carote 1 e de 14,88 MPa para o da Carote 2 (Quadro 6.23), o que implicaria a inclusão do betão entre as classes C12/15 e C16/20, de acordo com a NP EN 206-1.

Quadro 6.23 - Ensaio à compressão de carotes, aplicação de abordagem B, de acordo com a NP EN 13791.

Elemento estrutural		Ensaio Compressão		
		f_{is} [MPa]	k	$f_{ck,is}$ [MPa]
Pilar G3	Carote 1	19,71	7	12,71
Pilar G2	Carote 2	21,88	7	14,88

6.3.8. Comparação de resultados dos ensaios de diagnóstico

Comparando os resultados obtidos nos vários ensaios realizados (Quadro 6.24 e Figura 6.46), verifica-se que os resultados do ensaio de ultra-sons são de ordem de grandeza inferior aos do ensaio de compressão, enquanto os obtidos com recurso ao esclerómetro de Schmidt são muito mais elevados, facto que se atribuiu, como foi já referido, à evolução significativa do fenómeno de carbonatação em profundidade. Também se verifica que a fachada a Sul encontra em pior estado, com valores de resistência inferiores aos da fachada a Poente.

A incompatibilidade entre os três conjuntos de resultados orientam a necessidade de uma caracterização mais cuidada, com a extração e o ensaio de mais carotes e da realização de mais ensaios de ultra-sons.

Quadro 6.24 - Comparação de resultados entre ensaios de diagnóstico e classe de resistência à compressão equivalente.

	Ensaio à Compressão	Ensaio de Ultra-sons	Ensaio de Dureza Superficial	Classe de Resistência à compressão equivalente, de acordo com NP EN 206-1
Elemento estrutural	$f_{ck, is}$ [MPa]	f_v [MPa]	f_R [MPa]	
Pilar G3	12,71	-	53,37	C12/15
Pilar G2	14,88	13,00	48,90	C16/20

Fonte: (NP EN 13791, 2008).

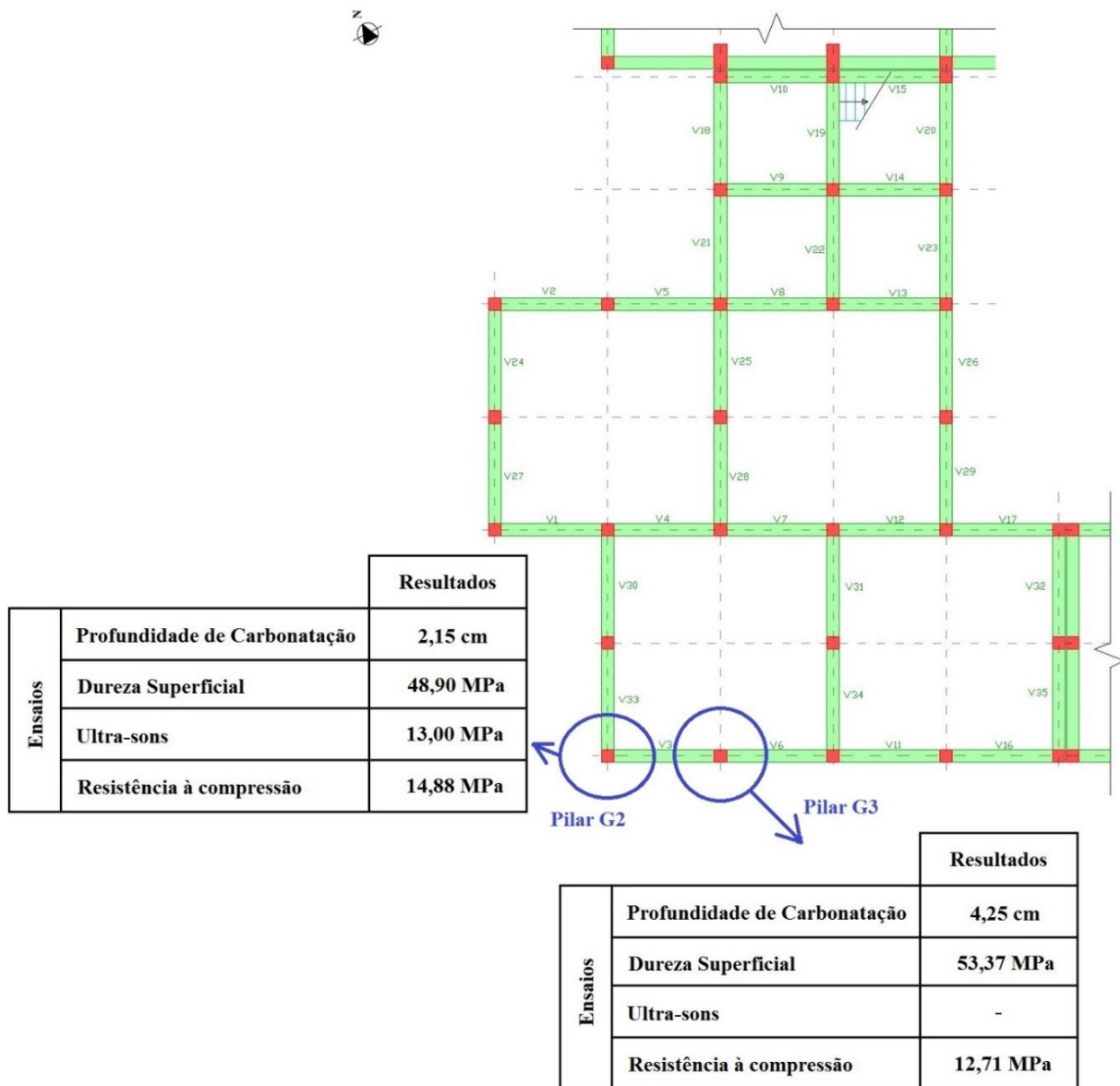


Figura 6.46 - Comparação de resultados entre ensaios de diagnóstico.

Confrontando o estudo realizado na Escola Básica da Amieira (NewMensus, Lda, 2014), construída em 1978, com o estudo da Escola Básica da Portela, construída em 1984, do mesmo tipo de projeto (P3), constata-se que ambas apresentam um estado avançado de degradação, com insuficiente recobrimento das armaduras, com elevadas profundidades de carbonatação e com armaduras com indícios de corrosão (Quadro 6.25).

Quadro 6.25 - Comparação de resultados de ensaios realizados na Escola Básica da Amieira e na Escola Básica da Portela.

	Escola Básica da Amieira	Escola Básica da Portela
Recobrimento médio dos pilares.	20 mm	15 mm
Profundidade de carbonatação em elementos da fachada a Sul.	35 mm	42,5 mm
Resultado médio de ensaio à rotura por compressão em carotes extraídas da Fachada Sul.	*25 MPa	*20 MPa

*- Considerou-se o valor diretamente obtido no ensaio.

6.3.9. Análise Petrográfica

O padrão de fissuração visível na face de um dos pilares do corpo inspecionado (Pilar F2, Figura 6.47) fez despertar a possibilidade de na sua origem se encontrar o fenómeno da reação álcalis-sílica no betão.

A reação álcalis-sílica ocorre entre soluções de hidróxido alcalino, como o hidróxido de potássio e o de sódio e certas formas de sílica. O produto da reação é um gel de silicato e álcalis, expansível quando em presença de água, induzindo elevadas pressões internas e provocando uma fissuração irregular no betão. Quando esta reação ocorre nos agregados minerais utilizados no betão, o processo de reação e expansão do gel compromete a resistência mecânica da estrutura (COSTA, 1999).

Para a ocorrência desta reação é necessária a presença no betão de uma quantidade suficiente de álcalis, de sílica potencialmente reativa nos agregados e de humidade.

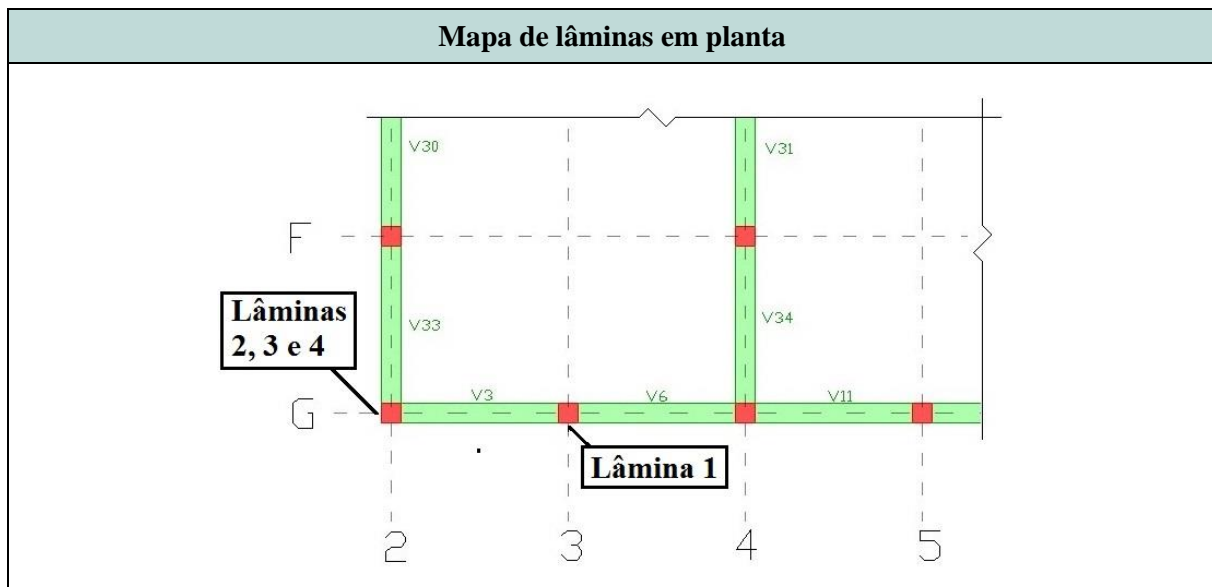
Embora os álcalis presentes no betão tenham, geralmente, origem no cimento, podem resultar de outras fontes, por exemplo de alguns minerais dos agregados, do contacto com a água do mar ou da utilização desta na amassadura do betão.



Figura 6.47 – Fissuração no Pilar F2.

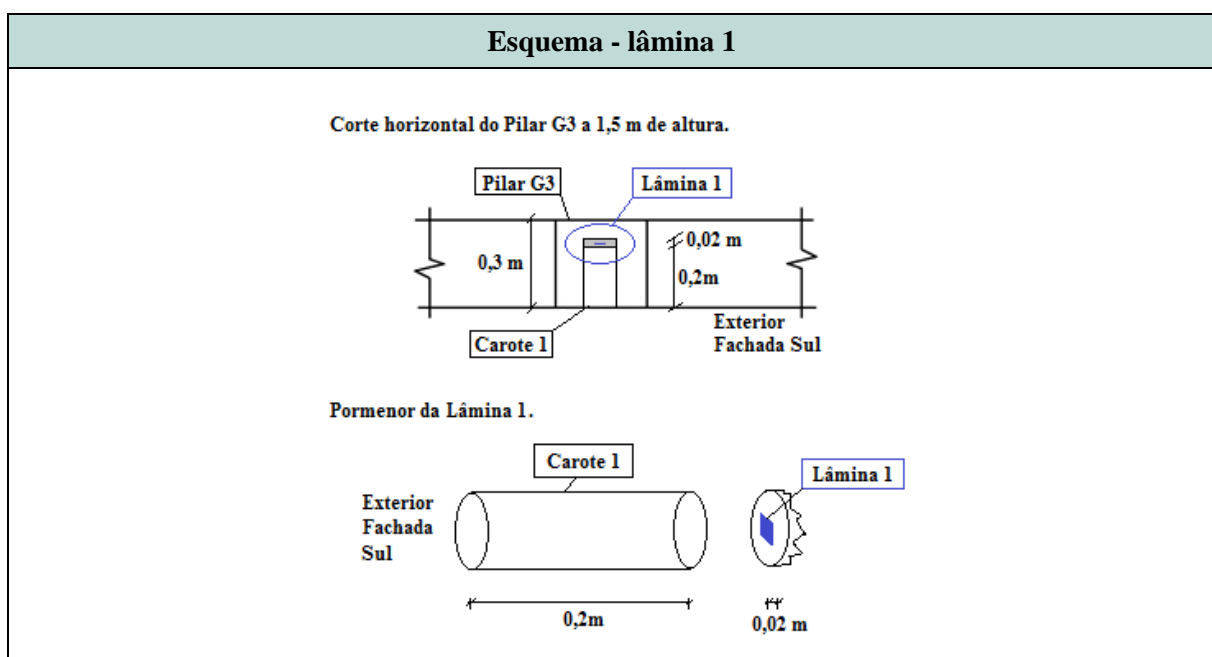
Com a utilização das amostras de betão recolhidas superficialmente (do Pilar G2) e da seção restante da retificação das carotes, foram produzidas quatro lâminas, pelo Departamento de Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). A Lâmina 1 é relativa à seção restante da retificação da Carote 1, proveniente do Pilar G3 (Quadro 6.27); a Lâmina 2 refere-se à seção restante da retificação da Carote 2, proveniente do Pilar G2 (Quadro 6.28); as Lâminas 3 e 4 são resultantes das amostras recolhidas à superfície do Pilar G2 (Quadro 6.29). As localizações das origens das lâminas são apresentadas num mapa, em planta, no Quadro 6.26.

Quadro 6.26 - Mapa em planta das lâminas de betão.



Estas lâminas foram analisadas microscopicamente tendo-se concluído o seguinte (Fernandes, 2015):

Quadro 6.27 - Pormenor da lâmina 1.



A Lâmina 1, proveniente do interior Pilar G3 a uma profundidade de, aproximadamente, 20 cm, apresenta-se com a pasta de cimento algo heterogénea, porosa e com forte carbonatação. Alguns agregados são potencialmente reativos aos álcalis. Na pasta de cimento observa-se, localmente, um gel semelhante ao que caracteriza as reações álcalis-silica. Observam-se algumas fissuras nas partículas de agregado mas sem preenchimento por gel sílico-alcálico. Não foi detetada a presença de etringite o que significa não haver indícios de ataque por sulfatos (Figura 6.48).

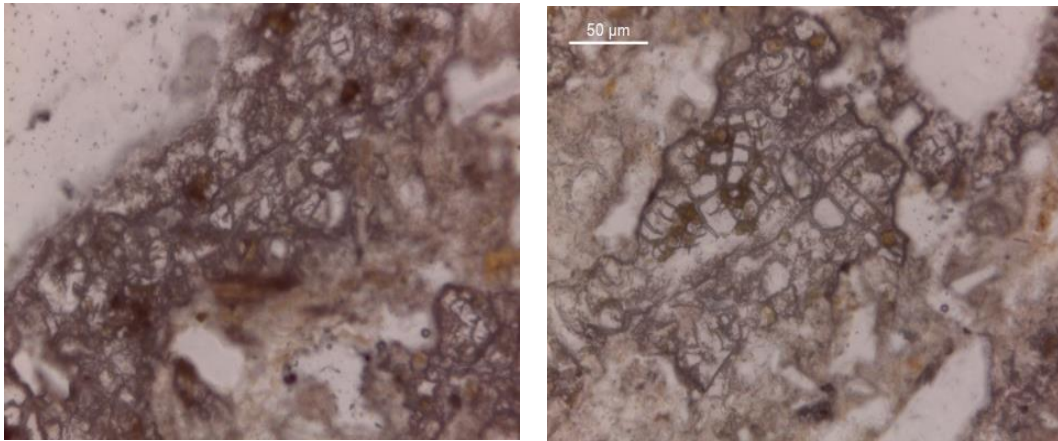
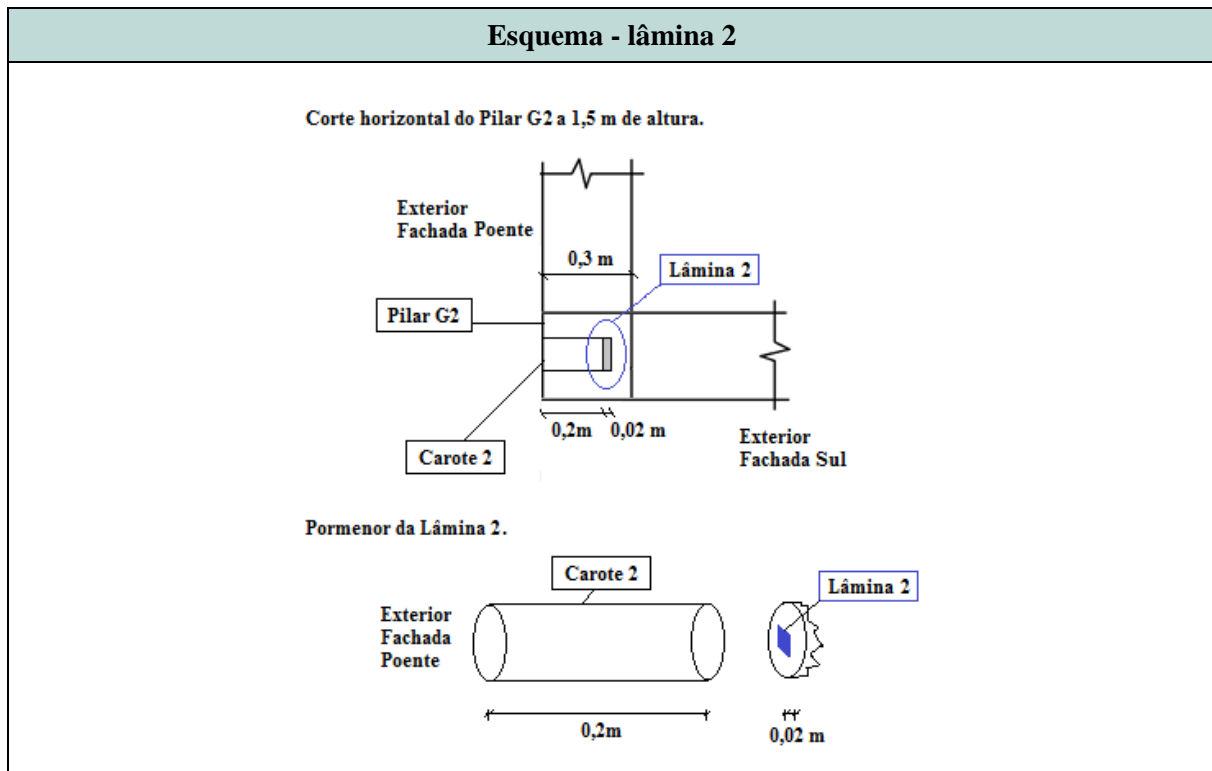


Figura 6.48 – Análise microscópica da lâmina 1. Fonte: (Fernandes, 2015).

Na Figura 6.48 verifica-se gel formado na pasta de cimento, com características semelhantes a gel resultante de reações álcalis-agregado. Imagens em nicóis paralelos, ambas com igual escala.

Quadro 6.28 - Pormenor da lâmina 2.



A Lâmina 2, proveniente do Pilar G2 a uma profundidade de, aproximadamente, 20 cm, apresenta pasta de cimento densa e homogênea, com ligeira carbonatação. Alguns agregados mostram reatividade potencial aos álcalis do betão, devido à grande superfície específica dos cristais de pequena dimensão. Existem raras fissuras, finas, atravessando a pasta de cimento. Observa-se uma orla de gel num vazio irregular e na interface entre a pasta de cimento e uma partícula de quartzito. No entanto, não se observam indícios de deterioração do betão por reações álcalis-sílica ou ataque por sulfatos, atendendo a que não há fissuras associadas a esta orla de gel (Figura 6.49).

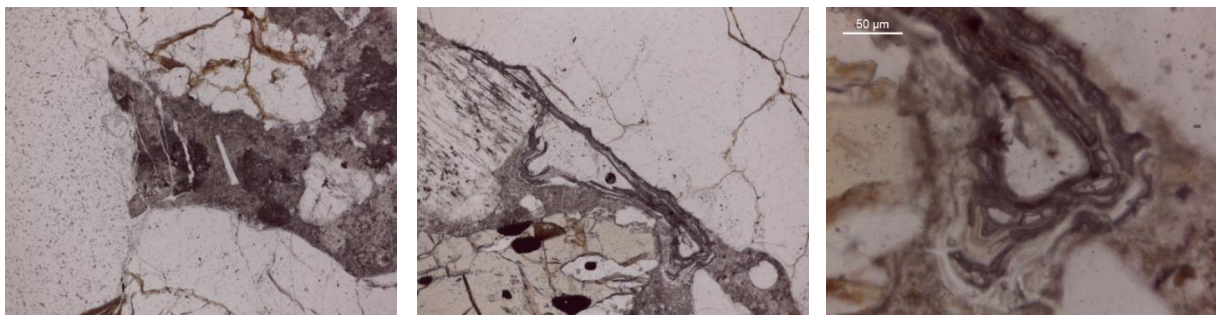
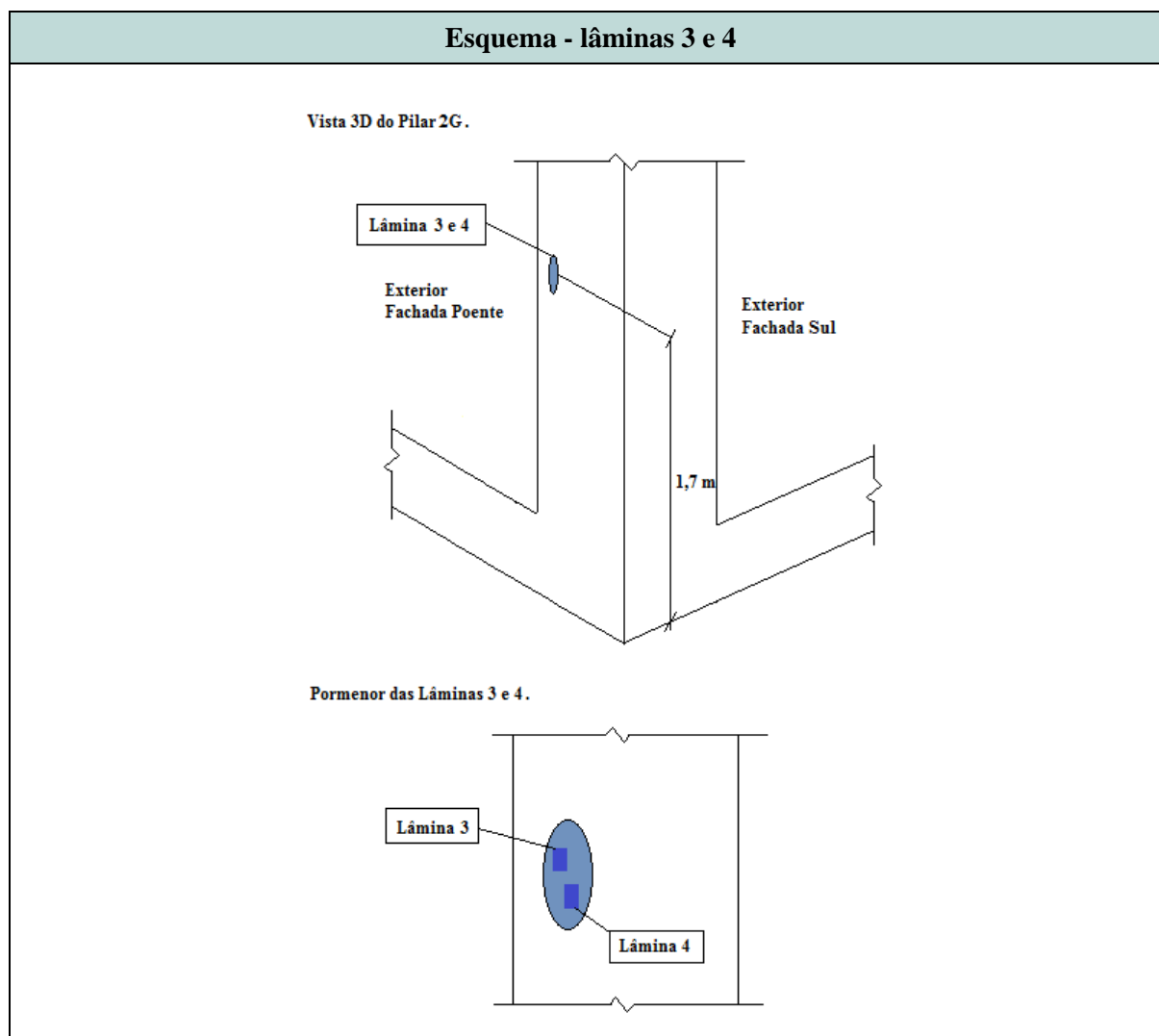


Figura 6.49 – Análise microscópica da lâmina 2. Fonte: (Fernandes, 2015).

Na Figura 6.49 verifica-se que: à esquerda, fissuras finas na pasta de cimento, junto a um vazio; ao centro e à direita, vazio de forma irregular com orla de gel sílico-alcálico (ampliado à direita). Imagens em nicóis paralelos.

Quadro 6.29 - Pormenor das lâminas 3 e 4.



Na Lâmina 3 observa-se o contacto entre dois tipos de pasta de cimento: uma bolsada de pasta mais escura e compacta contacta abruptamente com pasta mais clara e mais porosa, esta última muito carbonatada. Alguns agregados apresentam reatividade potencial aos álcalis. Nesta lâmina observam-se fissuras finas, sem preenchimento, atravessando a pasta de cimento e nas interfaces entre a pasta de cimento e algumas partículas de agregado. Uma partícula de agregado constituída por feldspato potássico é atravessada por fissuras. Uma das fissuras mostra uma orla acastanhada que poderá ser gel sílico-alcálico. Nesta lâmina foi ainda observada uma fissura que atravessa uma partícula de xisto, alinhando-se com os planos de foliação e estendendo-se para a pasta de cimento. Este tipo de fissuras é comum em reações álcalis-sílica com xistos. No entanto, não se observou formação de gel sílico-alcálico (Figura 6.50).

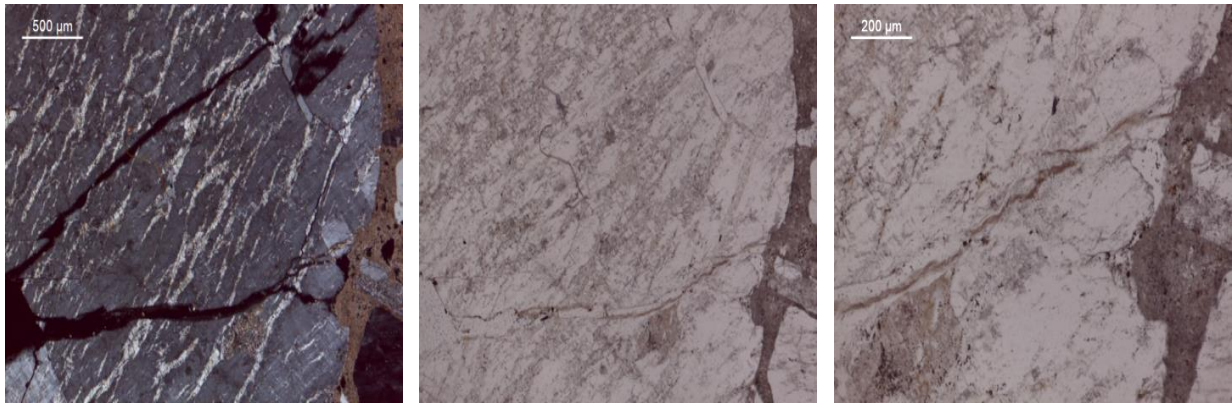


Figura 6.50 – Análise microscópica da lâmina 3. Fonte: (Fernandes, 2015).

Na Figura 6.50 verifica-se fissuras numa partícula constituída por feldspato potássico; o produto acastanhado que forma uma orla na fissura pode corresponder a gel sílico-alcalino. A imagem da direita é uma ampliação do campo de visão das outras imagens. Imagem da esquerda em nicóis cruzados, centro e direita em nicóis paralelos.

Na Lâmina 4 observa-se pasta de cimento compacta e homogénea, com indícios de carbonatação. Alguns agregados possuem características que estão associadas a reatividade potencial aos álcalis. Nesta lâmina observam-se numerosas fraturas na pasta de cimento. São fraturas mais largas do que as existentes na lâmina 3. Estas fraturas estendem-se pela pasta e marcam as interfaces entre as partículas de agregado e a pasta de cimento. Uma das fraturas atravessa uma partícula de agregado e desenvolve-se paralelamente a outra fissura na pasta de cimento. Embora numerosas, as fraturas não mostram preenchimento (Figura 6.51).

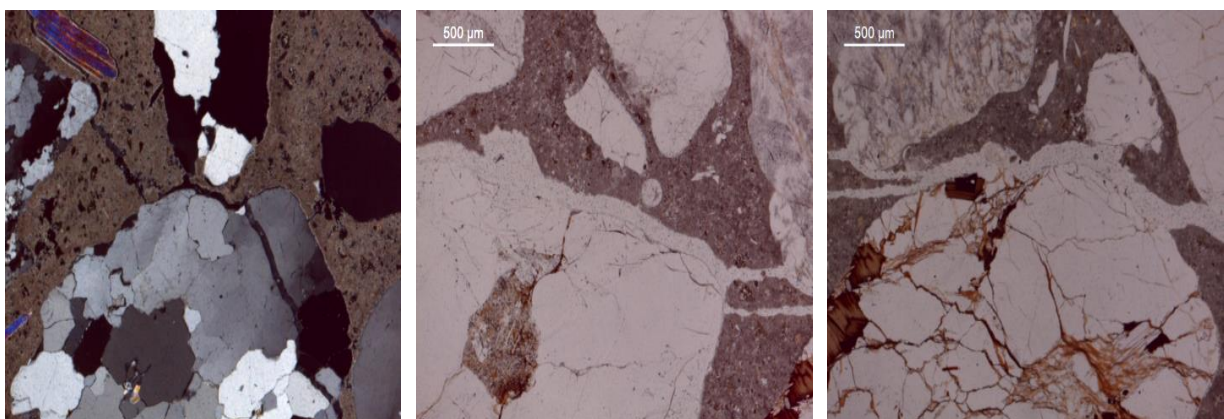


Figura 6.51 – Análise microscópica da lâmina 4. Fonte: (Fernandes, 2015).

Na Figura 6.51 verifica-se que à esquerda, fissura na pasta de cimento, atravessando uma partícula de quartzito (imagem em nicóis cruzados); centro e direita, fissuras na pasta de cimento que contornam partículas de agregado (imagens em nicóis paralelos).

Concluindo, todas as lâminas contêm agregados potencialmente reativos aos álcalis, nomeadamente arenito, quartzito e tectonito com subgranulação e quartzo micro a criptocristalino.

A lâmina 1 é a que apresenta betão mais poroso, pasta mais heterogénea e maior densidade de partícula de agregado. Não mostra indícios de deterioração por reações expansivas internas.

A lâmina 2 contém orla de gel sílico-alcálico em vazios de forma irregular. A pasta é compacta e pouco carbonatada. Não existem fissuras nem indícios de reações expansivas.

A lâmina 3 mostra algumas fissuras, em especial atravessando partículas de agregado, que podem ser devidas a reação álcalis-sílica. No entanto, apenas uma destas fissuras mostra uma película de gel. A pasta de cimento é compacta e mostra carbonatação.

A lâmina 4 tem também pasta compacta, carbonatada, pouco porosa. É a lâmina que mostra mais indícios de deterioração do betão, com numerosas fissuras que atravessam predominantemente a pasta de cimento e ocorrem nas interfaces entre a pasta de cimento e as partículas de agregado.

Aparentemente, existe uma incoerência entre os resultados do ensaio de determinação da profundidade de carbonatação, que na situação mais adversa evidenciou que este fenómeno apenas evoluiu até profundidades da ordem dos 4,5cm, e os correspondentes à análise petrográfica. De facto, nesta última, são claras as evidências de carbonatação, em lâminas produzidas a partir de amostras de betão recolhidas a profundidades superiores a 20cm. Este facto estará associado, por certo, a carbonatação que poderá ter-se desenvolvido após a recolha das amostras, na presença de água, durante a preparação das lâminas, ou após, eventualmente resultante do seu contacto com o ar.

6.4. Classificação dos estados de manutenção e de conservação

Com a inspeção realizada foi possível recolher informações que permitem caracterizar o Estado de Conservação e o Estado de Manutenção da Escola Básica da Portela. Com as anomalias identificadas, com o preenchimento das Fichas de Inspeção (Anexo I), com a apresentação das anomalias em alçados (Anexo II) e em plantas (Anexo III) é possível concluir que:

- de uma forma generalizada:

- o sistema de drenagem superficial de águas pluviais não se encontra funcional, provocando a acumulação de grandes quantidades de água em vários pontos adjacentes à escola;

- o betão estrutural constituinte dos diferentes corpos do edifício apresenta-se com porosidade excessiva em toda a sua extensão;

- identifica-se uma grande quantidade de infiltrações de água pelas caixilharias, com danos em pavimentos e em tetos, sendo visíveis manchas de humidade provenientes de algumas caixilharias e da cobertura.

- de uma forma particular:

- o elemento estrutural Pilar D5 apresenta uma fissura diagonal, junto à janela. De acordo com (ARAÚJO, 2003, p. 4), que apresenta “Quadros orientativos para o diagnóstico de patologias em estruturas”, indica que, a origem da presente anomalia, será o esforço transversal e este provocado pelas seguintes possíveis causas: deslizamento da fundação, a secção de betão insuficiente, a secção da armadura insuficiente ou momentos fortes em pilares muito rígidos.

- o elemento estrutural Pilar F2, apresenta fissuração irregular, numa pequena área da sua secção; esta anomalia poderá estar associada à reação álcali-silica, mas será necessário a realização de uma análise petrográfica, de modo a identificar eventuais sinais da formação de um gel na envolvente do agregado;

- nas faces exteriores da fachadas:

- de forma generalizada, a superfície de betão à vista apresenta-se com sinais de destacamento do betão, devido ao insuficiente recobrimento, à elevada profundidade de carbonatação e à conseqüente corrosão das armaduras. O betão destacado, ao longo dos últimos anos, tem sido reparado com argamassa. No entanto, as armaduras com o processo de corrosão iniciado induzem, novamente, o destacamento do betão, sendo, assim, necessário intervir ao nível das armaduras, inibindo a progressão do processo de corrosão;

- um elevado número de elementos estruturais apresenta fissuras verticais (em vigas) e horizontais (em pilares), com localização e direção coincidentes com as armaduras transversais (estribos e cintas); estas anomalias estarão associadas, certamente, ao fenómeno de retração do betão;

- na fachada a norte do corpo em estudo, mais húmida e sem insolação, identifica--se uma grande quantidade de manchas de cor avermelhada, que se supõe associadas à presença de um fungo ou líquen;

- a fachada sul apresenta-se em pior estado, com grande quantidade de fissuras e de destacamento do betão.

- no interior do edifício:

- o betão encontra-se danificado, em alguns elementos estruturais, devido à colocação das instalações elétricas;

- em situações pontuais, é visível a armadura (estribos) nos elementos estruturais (vigas) com sinais de corrosão, devido ao insuficiente recobrimento ou à incorreta execução;

- identificam-se algumas fissuras horizontais nas paredes de alvenaria exteriores do andar, que estarão, por certo, associadas a deformações por flexão das vigas inferiores.

O **Estado de Manutenção** do edifício é classificado como **Mau**, porque mais de 50 por cento dos elementos estruturais evidenciam a falta de trabalhos de manutenção, como limpeza da envolvente exterior da escola e pinturas.

Assumindo os critérios estabelecidos para a classificação do Estado de Conservação, anteriormente referidos, e reunidas as informações recolhidas nas Fichas de Inspeção (Anexo I), com resumo apresentado no Quadro 6.30, classifica-se a Escola Básica da Portela com um **Estado de Conservação de deficiente**, indicando que o betão se encontra num estado avançado de degradação o que influencia a durabilidade do edifício; esta degradação é evidenciada, principalmente, pelo processo de carbonatação do betão e consequente corrosão das armaduras. Recomendam--se reparações a médio prazo (3-5 anos), de modo a impedir a continuidade do processo de carbonatação, de corrosão das armaduras e do consequente destacamento do betão.

Quadro 6.30 - Resumo de Fichas de Inspeção.

Elemento Estrutural				Estado de Conservação	Estado de Manutenção
Localização	Piso	Designação			
Interior	R/C	Pilar	B3	3	Mau
Interior	Andar	Pilar	B4	3	Mau
Interior	R/C	Viga	V9	3	Mau
Interior	R/C	Viga	V20	1	Mau
Interior	R/C	Viga	V22	3	Mau
Interior	Andar	Viga	V39	2	Mau
Interior	Andar	Viga	V62	2	Mau
Exterior	R/C	Pilar	E1	1	Mau
Exterior	R/C	Pilar	C1	3	Mau
Exterior	R/C	Pilar	G2	3	Mau
Exterior	R/C	Pilar	G3	1	Mau
Exterior	R/C	Pilar	G4	1	Mau
Exterior	R/C	Pilar	G5	1	Mau
Exterior	Andar	Pilar	C1	1	Mau
Exterior	Andar	Pilar	G2	3	Mau
Exterior	Andar	Pilar	F2	3	Mau
Exterior	Andar	Pilar	G6	3	Mau
Exterior	R/C	Viga	V1	3	Mau
Exterior	R/C	Viga	V2	3	Mau
Exterior	R/C	Viga	V3	3	Mau
Exterior	R/C	Viga	V6	3	Mau
Exterior	R/C	Viga	V11	3	Mau
Exterior	R/C	Viga	V24	3	Mau
Exterior	R/C	Viga	V30	3	Mau
Exterior	Andar	Viga	V33	3	Mau
Classificação Global:				3	Mau

6.5. Soluções de reparação

Seguindo a NP EN 1504-9, que estabelece considerações básicas para a especificação da proteção e da reparação das estruturas de betão com a utilização de produtos e sistemas, serão propostas soluções de reparação para as anomalias identificadas na inspeção.

De acordo com a norma referida, antes da reparação deverão ser identificados e analisados os riscos para a saúde e segurança. Como já se verificou na fase da inspeção, nenhum dos elementos constituintes do edifício apresenta sinais de instabilidade. Contudo, a cobertura constituída por placas de fibrocimento é um risco para saúde, de acordo com o Decreto-Lei n.º 266/2007, pelo que terá que ser considerada a sua remoção na solução de intervenção. Relativamente, ao caso particular da fissura diagonal, no Pilar D5, sugere-se uma monitorização do estado da fissura, de modo a averiguar se esta se encontra ativa ou passiva, por exemplo, com a utilização de um testemunho de gesso e de um fissurómetro, que por sua vez irá conduzir a uma solução mais adequada. Para além destas questões, o fundamental a preservar será a vida útil do edifício, que demonstra sinais evidentes de deterioração. Deste modo, pretende-se, essencialmente, impedir o avanço da carbonatação, o avanço da penetração de cloretos e a corrosão das armaduras. A NP EN 1504-9, face às referidas anomalias e aos processos de deterioração associados, indica que se deverá tomar uma opção de reparar e proteger toda ou parte da estrutura de betão, apresentando métodos e princípios:

- Princípio 1: proteção contra o ingresso. Pretende prevenir a penetração de agentes agressivos (p.e. CO_2 e CL^-) com a utilização de métodos para a redução da porosidade e permeabilidade da superfície do betão. Os métodos indicados são: a impregnação, que reduz a porosidade do betão por capilaridade e forma um filme superficial que bloqueia a passagem de agentes agressivos (p.e. tintas acrílicas ou resinas de baixa viscosidade) e o revestimento por pintura, que melhora a superfície em termos de resistência face a agentes agressivos e à carbonatação;

- Princípio 3: restauração do betão. Tenciona reparar e preencher elementos de betão, aplicado à mão, com cofragem ou projetado. Os métodos são: o reperfilamento que envolve a remoção do betão delaminado ou carbonatado até à profundidade das armaduras, remoção da camada de óxido, aplicação de um tratamento anticorrosivo à armadura e, finalmente, a reposição da camada de betão;

- Princípio 7: preservação ou restauração da passividade. Visa tratar e substituir o betão envolvente da armadura. Os métodos são: aumento do recobrimento com betão - caso a armadura se encontre passivada e o recobrimento seja insuficiente poderá ser introduzida uma camada adicional de betão; substituir o betão carbonatado ou contaminado, caso o betão já não tenha a função de proteção

da armadura deverá ser removido, impedindo o ingresso de cloretos e da carbonatação, com aplicação de betão ou argamassa;

- **Princípio 11: controlo das áreas anódicas.** Pretende tratar a superfície da armadura para prevenir a corrosão. O método de tratamento é designado por revestimento barreira da armadura e visa aplicar um revestimento inibidor da corrosão, criando um ambiente passivo e isolando a armadura do oxigénio e da água.

Analisados os princípios referidos, conclui-se que as soluções adequadas, face às anomalias detetadas exteriormente, nas fachadas da Escola Básica da Portela, são a aplicação do método de reperfilamento, que respeita os Princípios 3,7 e 11, sendo este constituído pelas seguintes fases principais:

- na fachada Sul, remoção de 5 cm de betão contaminado por cloretos e carbonatação com recurso a um martelo pneumático;

- na fachada Poente, remoção de 3 cm de betão contaminado por cloretos e carbonatação com recurso a um martelo pneumático;

- remoção de betão entre as interfaces (betão residual na armadura);

- limpeza da superfície de betão com jato de água;

- tratamento das armaduras com aplicação de proteção anti corrosiva;

- aplicação de argamassa de reparação, respeitando o recobrimento imposto pelo Eurocódigo 2 (Equações 5 e 6):

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad \text{Equação (5)}$$

onde: " c_{nom} " é o recobrimento nominal; " c_{min} " é o recobrimento mínimo; " Δc_{dev} " é a margem de cálculo para as tolerâncias de execução.

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y}; 10 \text{ mm}\} \quad \text{Equação (6)}$$

onde: " $c_{min,b}$ " é o recobrimento mínimo para os requisitos de aderência; " $c_{min,dur}$ " é o recobrimento mínimo relativo às condições ambientais; $\Delta c_{dur,y}$ é a margem de segurança.

$$c_{min} = \max\{16; 35 + 0 - 0; 10\} = 35 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 35 + 10 = 45 \text{ mm}$$

Ou seja, na fachada Sul aplica-se 7 cm:

$$\begin{aligned} & 50 \text{ (remoção de betão)} - 23 \text{ (recobrimento médio da armadura)} + 45 \text{ (novo recobrimento)} \\ & = 72 \text{ mm} \end{aligned}$$

E na fachada Poente aplica-se 5 cm:

$$\begin{aligned} & 30 \text{ (remoção de betão)} - 23 \text{ (recobrimento médio da armadura)} + 45 \text{ (novo recobrimento)} \\ & = 52 \text{ mm} \end{aligned}$$

- aplicação de primário anti alcalino;

- aplicação de pintura de acabamento.

Relativamente às soluções de reparação no interior do edifício, decidiu-se, para o betão afetado por manchas de humidade, uma limpeza com jato de água e a aplicação de uma pintura, respeitando o Princípio 1. Para a solução de reparação das Vigas V9 e V22, decidiu-se a aplicação do mesmo método de reperfilamento, preconizado para a face exterior das fachadas.

Capítulo 6

Face às soluções apresentadas, para o corpo em estudo, foi solicitado um orçamento de reparação à empresa Cerejo Silva, Lda., que se apresenta no Quadro 6.31 (o orçamento de reparação exterior) e no Quadro 6.32 (o orçamento de reparação no interior da escola). Estes orçamentos apresentam os custos por atividade e por metro quadrado.

Quadro 6.31 - Orçamento de reparação exterior do corpo em estudo da Escola Básica da Portela.

Mapa de Quantidades					Orçamento	
Cap.	Art.º	Designação dos Trabalhos	UN	QUANT.	UNIT.	PARCIAL
1		Fachada Sul				
	1	Remoção de 5 cm de betão contaminado.	m ²	30,6	51,70 €	1.582,02 €
	2	Remoção de betão entre interfaces.	m ²	30,6	35,70 €	1.092,42 €
	3	Limpeza da superfície com jato de água.	m ²	30,6	6,40 €	195,84 €
	4	Tratamento das armaduras com aplicação de proteção anti corrosiva.	m ²	30,6	17,50 €	1.582,02 €
	5	Montagem de cofragem.	m ²	30,6	46,70 €	1.429,02 €
	6	Aplicação de argamassa de reparação (7 cm)	m ²	30,6	250,00 €	7.650,00 €
	7	Aplicação de primário anti alcalino.	m ²	30,6	10,00 €	306,00 €
	8	Aplicação de pintura de acabamento.	m ²	30,6	25,00 €	765,00 €
Total Capítulo 1						14.602,32 €
2		Fachada Poente				
	1	Remoção de 3 cm de betão contaminado.	m ²	36,42	45,80 €	1.668,04 €
	2	Remoção de betão entre interfaces.	m ²	36,42	35,70 €	1.300,19 €
	3	Limpeza da superfície com jato de água.	m ²	36,42	6,40 €	233,09 €
	4	Tratamento das armaduras com aplicação de proteção anti corrosiva.	m ²	36,42	17,50 €	1.668,04 €
	5	Montagem de cofragem.	m ²	36,42	46,70 €	1.700,81 €
	6	Aplicação de argamassa de reparação (5cm).	m ²	36,42	200,00 €	7.284,00 €
	7	Aplicação de primário anti alcalino.	m ²	36,42	10,00 €	364,20 €
	8	Aplicação de pintura de acabamento.	m ²	36,42	25,00 €	910,50 €
Total Capítulo 2						15.128,87 €
Total Geral						29.731,19 €

Fonte: (Cerejo Silva, Lda., 2015).

Quadro 6.32 – Orçamento de reparação interior do corpo em estudo da Escola Básica da Portela.

Mapa de Quantidades					Orçamento	
Cap.	Art.º	Designação dos Trabalhos	UN	QUANT.	UNIT.	PARCIAL
3		Interior – Fachada Poente e Sul				
	1	Limpeza da superfície com jato de água.	M ²	91,98	6,40 €	588,67 €
	2	Aplicação de primário anti alcalino.	M ²	91,98	10,00 €	919,80 €
	3	Aplicação de pintura de acabamento.	M ²	91,98	25,00 €	2.299,50 €
Total Capítulo 3						3.807,97 €
4		Interior – Elementos: Vigas V9 e V22				
	1	Remoção de 3 cm de betão.	M ²	6,48	45,80 €	296,78 €
	2	Remoção de betão entre interfaces.	M ²	6,48	35,70 €	231,34 €
	3	Limpeza da superfície com jato de água.	M ²	6,48	6,40 €	41,47 €
	4	Tratamento das armaduras com aplicação de proteção anti corrosiva.	M ²	6,48	17,50 €	113,40 €
	5	Montagem de cofragem.	M ²	6,48	46,70 €	302,62 €
	6	Aplicação de argamassa de reparação (5cm).	M ²	6,48	200,00 €	1.296,00 €
	7	Aplicação de primário anti alcalino.	M ²	6,48	10,00 €	64,80 €
	8	Aplicação de pintura de acabamento.	M ²	6,48	25,00 €	162,00 €
Total Capítulo 4						2.508,41 €
Total Geral						6.316,38 €

Fonte: (Cerejo Silva, Lda., 2015).

Com as informações apresentadas nos Quadros 6.31 e 6.32 determinou-se o custo médio, por metro quadrado de fachada, do corpo em estudo, contabilizando a reparação interiormente e exteriormente da fachada e das soluções particulares das Vigas V9 e V22. (Quadro 6.33).

Quadro 6.33 - Custo médio, por metro quadrado de fachada, da reparação do corpo em estudo.

	Área [m ²]	Custo da reparação [€]			Custo [€/m ²]	Custo médio [€/m ²]
		Exterior	Interior	Total		
Fachada Sul	111,60	14.602,32	6.316,38	17.760,51	159,14	147,85
Fachada Poente	133,92	15.128,87		18.287,06	136,55	

Calculando as áreas totais, por fachada, e multiplicando-as pelo custo médio obtido no Quadro 6.33, estima-se o custo total de reparação da Escola Básica da Portela (Quadro 6.34).

Quadro 6.34 - Custo total de reparação da Escola Básica da Portela.

	Área [m ²]	Custo médio [€/m ²]	Custo por fachada [€]	Custo Total [€]
Fachada Norte	223,20	147,85	32.999,73	129.843,27
Fachada Poente	215,91		31.921,91	
Fachada Sul	223,20		32.999,73	
Fachada Nascente	215,91		31.921,91	

De acordo com a informação apresentada, conclui-se que o custo de reparação da Escola Básica da Portela, face às anomalias identificadas, estima-se ser de 130 mil euros. O custo médio de reparação irá permitir, de uma forma simplificada, estimar o custo de reparação de uma escola, de semelhante tipo de projeto (P3) e idade.

Com recurso à mesma solução de reparação, aplica-se o custo médio na Escola Básica da Amieira, obtendo-se um custo total de reparação de, aproximadamente, 125 mil euros (Quadro 6.35).

Quadro 6.35 - Custo total de reparação da Escola Básica da Amieira (Projeto P3 - 320 alunos).

	Área [m ²]	Custo médio [€/m ²]	Custo por fachada [€]	Custo Total [€]
Fachada Norte	245,52	147,85	36.299,698	125.398,95
Fachada Poente	178,56		26.399,78	
Fachada Sul	245,52		36299,698	
Fachada Nascente	178,56		26.399,78	

Importante será realçar que esta solução de reparação tem como objetivo prolongar a durabilidade da estrutura, sendo necessário contabilizar, para além destes custos, reparações complementares, tais como: a substituição do material constituinte da cobertura (placas de fibrocimento), a vedação das caixilharias, a substituição dos materiais não estruturais (pavimentos em tacos de madeira, revestimento de teto em corticite, etc.), a remodelação da rede de drenagem de águas pluviais, a reparação da rede de abastecimento de água, a reparação da rede de drenagem de águas residuais, eventualmente a aplicação de reboco armado, etc.

Idênticas estimativas orçamentais das intervenções nas restantes escolas tipo P3 poderão ser obtidas com o mesmo procedimento.

Capítulo 7 - Estágio na Câmara Municipal de Matosinhos

7.1. Divisão de Conservação de Edifícios Municipais (DCEM)

A Câmara Municipal de Matosinhos funciona sobre uma determinada estrutura, que muito recentemente foi objetivo do Despacho n.º 4967/2015, Regulamento da Estrutura Nuclear da Câmara Municipal de Matosinhos, definindo e regulando a organização, a estrutura e o funcionamento dos serviços da administração autárquica, bem como níveis de direção e de hierarquia (Figura 7.1).

De acordo com o Despacho n.º 4967/2015 apresentam-se as seguintes funções para a Divisão de Conservação de Edifícios Municipais (DCEM):

1. Conceber, implementar e manter o «Programa Qualidade 100%», visando a manutenção de um estado de conservação adequado dos edifícios municipais e a implementação eficiente e atempada das medidas corretivas que se mostrem necessárias.
2. Proceder à manutenção permanente e limpeza dos equipamentos municipais.
3. Proceder à gestão e manutenção dos Paços do Concelho.
4. Executar por administração direta e empreitada, obras de conservação e reparação de equipamentos municipais, segundo critérios de eficiência económica e de gestão de recursos humanos e máquinas.
5. Proceder à gestão nos edifícios municipais das redes de gás, água e eletricidade, incluindo o controlo dos consumos correntes destas e os consumos correntes de eletricidade.
6. Dar parecer sobre projetos de novos edifícios municipais, incluindo a receção provisória e definitiva dos mesmos.
7. O exercício, em geral, de competências que a lei atribua ou venha a atribuir ao município relacionadas com as descrições nos números anteriores.

Deste modo, pretende-se demonstrar, em termos legais, que compete à DCEM a conservação dos edifícios municipais, nomeadamente Jardins-de-infância e Escolas Básicas.

7.1. Atividades desenvolvidas durante o Estágio

Ao longo do estágio, para além de o trabalho desenvolvido com o objetivo de contribuir para a gestão de intervenções nas escolas do concelho de Matosinhos, acompanharam-se vários trabalhos e atividades. Serão apresentados de uma forma resumida e por tópicos, todos os trabalhos envolvidos, sendo estes:

- no âmbito de instalações de combate a incêndios, foi desenvolvida uma folha em Excel para controlo dos equipamentos e dos sistemas de combate a incêndio. Pretendia-se contabilizar o equipamento existente em todas as escolas do concelho, indicando os tipos respetivos (extintores, bocas de incêndio armada, etc.), a sua quantidade e prazos de validade, com base em relatórios de manutenção fornecidos pelas entidades contratadas;

- elaboração de um estudo das fontes existentes no Parque 25 de Abril, situado na Avenida D. Afonso Henriques. Com este estudo pretendia-se identificar as anomalias que impediram o seu funcionamento há alguns anos. Foi desenvolvido um relatório que envolveu várias visitas (Anexo IV) e, para além das anomalias identificadas, apresentou-se uma solução de reparação com uma estimativa orçamental;

- colaboração no processo de remodelação do Mercado de Angeiras. Com o objetivo de melhoramento dos espaços interiores do mercado, foi solicitada uma solução de organização para os lotes de venda de peixe, pelo que foram desenhadas em “AutoCad” e medidas as áreas para cada lote, com um registo fotográfico (Anexo V);

- colaboração na conclusão dos processos de classificação dos funcionários (SIADAP; o processo de avaliação englobou duas fases - a primeira enquadra-se na avaliação escrita do funcionário (classificada pelo Chefe de Divisão) e a segunda em que é inserida a avaliação, via internet, no portal SIADAP;

- elaboração de um estudo de ampliação do Parque Monte de São Brás. A novembro de 2011 foi elaborado um projeto, com o fim de promover o ambiente e o espaço urbano de Matosinhos, para o Parque Monte de São Brás, contudo, apenas metade do projeto foi executado, excluindo as áreas de produção do horto. Então, de modo a ser finalizado o Parque, foi elaborado uma solução de lotes para o horto, incluindo neste, áreas de produção de arbustos, árvores e diversos, também desenvolvida uma zona para estacionamento de viaturas dos funcionários e equipamentos (Anexo VI);

- colaboração na correção das plantas, em “AutoCad”, da Escola Básica do Seixo, situada na Rua Central do Seixo. A Escola Básica do Seixo encontrava-se desativada e foi cedida à Associação

Rumo à Vida, que apoia pessoas com multideficiências. Para isso foi necessário intervir, de modo a serem respeitados os regulamentos de acessibilidade para utentes de mobilidade condicionada;

- elaboração de um mapa de intervenções nas escolas do concelho. A Câmara Municipal de Matosinhos pretendia obter verbas retidas pelo QREN (Quadro de Referência Estratégica Nacional, programa comunitário), que apenas seriam disponibilizados se fossem respeitadas as exigências da Proteção Civil. Reuniram-se então todas as intervenções necessárias e importantes para o efeito, para cada escola em questão. Este mapa foi atualizado, quinzenalmente, e transmitido para o respetivo responsável;

Edifícios e obras visitadas durante o período de estágio:

- Piscinas das Marés, localizada na Praia de Leça da Palmeira, construída na década de 1960 e projetada pelo arquiteto Álvaro de Siza Vieira, sendo a piscina considerada Monumento Nacional. Aquando da visita, esta encontrava-se em obras de manutenção das pinturas dos tanques, com fase inicial de remoção das algas instaladas nas rochas, num dos lados constituintes das piscinas, com recurso a hipoclorito;

- Piscina da Quinta da Conceição, localizada na Avenida Doutor Antunes Guimarães, construída na década de 1960 e também projetada pelo arquiteto Álvaro de Siza Vieira. Esta sofreu trabalhos de manutenção, com limpezas às instalações, recuperação de equipamentos sanitários e aplicação de pinturas dos lava-pés;

- Teatro Constantino Nery, Avenida Serpa Pinto. Presenciou-se a instalação de equipamento AVAC na cobertura, com recurso a grua e a trabalhos de manutenção e de limpeza das instalações;

- Escola Básica do Godinho, Rua Godinho 586, Matosinhos. Acompanharam-se os trabalhos de manutenção como: limpeza das paredes exteriores, tubos de queda, remoção do betão com indícios de destacamento, limpeza das armaduras, aplicação de agente anti corrosivo na armadura, reposição do recobrimento com argamassa de reparação, aplicação de reboco armado e pinturas de acabamento;

- novas construções escolares: Escola Básica Passos Manuel, Guifões; Escola Básica Igreja Velha, São Mamede de Infesta; Escola Básica Estádio do Mar, Senhora da Hora. A construção destas escolas surge de acordo com o estabelecido pelo Plano de Diretor Municipal. Estas visitas tiveram como objetivo a apresentação dos novos espaços à comunidade, que contou com a presença do Exmo. Sr. Presidente Guilherme Pinto, vereadores e restantes convidados;

- Nova Centralidade de São Mamede de Infesta - é um edifício multifuncional englobando a Casa da Juventude, o Centro Empresarial de Matosinhos, a Biblioteca, o Posto de Atendimento ao Cidadão, a Loja Municipal do Cidadão, estacionamento, etc. O edifício, devido a fatores de degradação,

Capítulo 7

de deficiente construção, de falta de manutenção e a um incêndio de dois veículos que ocorreu no parque de estacionamento, apresenta-se com um elevado conjunto de anomalias, que põe em causa as respetivas funcionalidade e segurança. O edifício foi objeto de uma inspeção e de um conjunto de ensaios de diagnóstico que contaram com a presença do estagiário.

Capítulo 8 - Conclusões

Este trabalho pretendeu contribuir para a gestão de intervenções nas escolas com estrutura de betão armado do concelho de Matosinhos. Enquadrou-se, historicamente, a evolução da construção das escolas, desde os primeiros vestígios de planeamento até à atualidade. Identificaram-se as escolas de betão armado do concelho e os projetos de construção. Recolheram-se, a nível mundial, várias metodologias de inspeção de estruturas, destacando a importância da inspeção e da manutenção no ciclo de vida de um edifício. Apresentaram-se, também, alguns ensaios de diagnóstico, geralmente utilizados para a caracterização de estruturas de betão armado. Desenvolveu-se um caso de estudo, a Escola Básica da Portela, que se entendeu representativa dos edifícios escolares com tipologia tipo P3.

Adotou-se uma metodologia de inspeção, com base nos critérios estabelecidos na empresa Infraestruturas de Portugal, IP, realizou-se um conjunto de ensaios de diagnóstico (determinação da dureza superficial, determinação do teor de cloretos, determinação da profundidade de carbonatação, ensaio de ultra-sons e ensaio à compressão de carotes), de modo a averiguar o estado e o impacto do desenvolvimento dos processos de deterioração na durabilidade do edifício e na resistência dos materiais, definiu-se o estado de conservação e o estado de manutenção do edifício e apresentaram-se soluções de reparação.

As principais anomalias identificadas, nomeadamente o destacamento do betão, as armaduras à vista, a corrosão de armaduras e o insuficiente recobrimento são também as que foram registadas em idênticos trabalhos desenvolvidos sobre a Escola Básica da Amieira, o que permite consolidar a intenção deste trabalho de possibilitar a extrapolação das conclusões obtidas para o restante universo de escolas de idêntica tipologia estrutural e arquitetónica, instalados em semelhante localização e condições ambientais. Para reforçar este facto, foi realizada uma vistoria a todas as escolas de projeto P3, do concelho de Matosinhos, verificando-se que as anomalias identificadas na Escola Básica da Portela são semelhantes às identificadas nas restantes escolas do mesmo tipo de projeto, apresentando-se com sinais de destacamento do betão, corrosão de armaduras e evidente falta de manutenção. Supondo que os processos de deterioração afetaram a durabilidade do betão de uma forma semelhante nestas escolas, devido à sua localização junto ao mar e à proximidade das respetivas idades, será possível extrapolar para estas a mesma solução de reparação, com os mesmos índices de custos.

Conclusões

No entanto, esta metodologia carece de algum aprofundamento e de uma fundamentação mais extensa, nomeadamente com a realização de um maior número de ensaios de diagnóstico. De facto, na campanha realizada apenas foi validado o resultado de um ensaio de ultra-sons e o conjunto de carotes ensaiadas deveria ser, pelo menos, em número suficiente para a aplicação dos critérios estabelecidos na norma NP EN 13791.

Sugere-se, assim, para desenvolvimentos futuros, a aplicação da metodologia desenvolvida, numa outra escola do mesmo tipo de projeto (P3), analisando, aferindo e eventualmente adaptando os critérios de avaliação das anomalias e as ponderações para a classificação do estado de conservação global de um edifício. Procurar-se-á estabelecer também uma relação entre este estado de conservação e a estimativa orçamental do edifício respetivo. A realização de uma maior quantidade de ensaios de diagnóstico, com o fim de aumentar a amostra de dados é também fundamental. Ainda relativamente à Escola Básica da Portela, merece um estudo com maior profundidade a colonização biológica que se identifica, em abundância, nas zonas das fachadas mais húmidas e sem Sol. Revela-se também pertinente a criação de uma base de dados, em suporte informático, para registo das informações relativas às inspeções realizadas em cada escola, permitindo a classificação do estado de conservação e do estado de manutenção dos edifícios a gerir.

Referências Bibliográficas

- AFONSO, J. (1984). *Escolas primárias*. Lisboa: Centro Nacional de Cultura.
- ALVES, J. F. (1992). Percursos de um brasileiro no Porto: o Conde de Ferreira. *Revista da Faculdade de Letras*, Série II, vol. 09, pp. 199-214.
- ARAÚJO, A. d. (2003). Quadros orientativos para o diagnóstico de patologias em estruturas. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Câmara Municipal de Matosinhos, CMM. Divisão de Gestão Urbanística. (2015). Levantamento Aerofotogramétrico. Porto, Matosinhos, Portugal.
- CARVALHO, C. A. (2013). *A evolução da arquitectura escolar portuguesa: as escolas primárias desde finais do século XIX até à contemporaneidade*. Lisboa: Faculdade de Arquitectura e Artes, Universidade da Lusíada de Lisboa. Tese de doutoramento.
- Cerejo Silva, Lda. (2015). Orçamento de reparação da Escola Básica da Portela.
- CMS – Câmara Municipal de Sintra. (s.d.). *O traço do Arquiteto na paisagem sintrense - Raul Lino*. Fonte: <http://tracodoarquiteto.cm-sintra.pt/raul-lino/projectos-de-raul-lino> (consultado em 8 de Abril de 2015).
- COSTA, A. (1999). *Mecanismos de Deterioração em Estruturas de Betão Armado*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Decret 187/2010. (23 de Novembro de 2010). Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. 86763 - 86781. La Inspecció Tècnica dels edificis d'habitatges (ITE). Fonte: https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwiDzLqM7_vHAhVBaxQKHfSuB8M&url=http%3A%2F%2Fwww.gencat.cat%2Feadop%2Fimatges%2F5764%2F10322147.pdf&usg=AFQjCNE__dqW9HM-g_yAzrur531b3OGGYA&sig2=Gih-PS4.

- DREN. (2015). *Lista Pública de Escolas*. Fonte: Direção Regional de Educação do Norte: http://w3.dren.min-edu.pt/uploads/user_id_2/file/20120109154246_Lista_Publica_Escolas_Todas_DREN_1112.xls (consultado em 3 Março de 2015).
- DURATINET. (2012). Rede Infra-estruturas de Transporte Duráveis na Área Atlântica. *Guia Técnico*. Fonte: <http://durati.lnec.pt/techguide/#> (consultado em 28 de Abril de 2015).
- ELIA, G. M. (2011). El “Fascicolo di fabricato” como control de los edificios en Italia. http://www.apabcn.cat/documentacio/comunicacio/activitats/construmat/agora/ponencies/Giovanni_Manieri_Elia.pdf (consultado em 24 de Março de 2015).
- ELLSWORTH, D. E. (1991). Guide for Visual Inspection of Structural Concrete Building Components. U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory (USACERL).
- ELRAKIB, A. I. (2012). Experimental evaluation of the common defects in the execution of reinforced concrete beams under flexural loading. Cairo, Egypt: Housing and Building National Research Center. Produzido por Elsevier.
- EPC, Ultra-sons. (s.d.). *Earth Products China Limited*. Fonte: http://www.epc.com.hk/product_en_1983.html (consultado em 8 de junho de 2015)
- Fascicolo del fabbricato. (1999). Departamento de Obras Públicas Urbana. Roma, Itália: Fonte: http://www.sicet.it/documenti/urbanistica/Fascicolo_del_Fabbricato.pdf (consultado a 24 de Abril de 2015).
- Fernandes, I. (2015). *Análise petrográfica de betão*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- FONTE, N. d. (2012). *Inspeção Técnica de Edifícios (ITE)*. Porto: Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2012. Tese de Mestrado.
- Form Test, Ensaio à compressão. (s.d.). *Develops and produces material testing machines and test systems*. Fonte: <http://www.formtest.de/en/testingmachines/Building-Material-Test/kombinierte-druck-biegepruefmaschinen/mega6.php> (consultado em 13 de Junho de 2015)
- GEP - Gabinete de Estudos e Planeamento. (1970). *P3 - Projecto normalizado de escolas primárias. Programa Estudo-Base*. Lisboa: Ministério das Obras Públicas/Direcção-Geral das Construções Escolares.

GOMES, J. A. (1992). *Metodologia para a manutenção e exploração de edifícios: Aplicação a um caso concreto*. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Tese de Mestrado.

Google Maps. (s.d.). Fonte: <https://www.google.pt/maps>

Hilti, Caroteadora. (s.d.). *Produtos, sistemas e serviços da construção civil*. Fonte: <https://www.hilti.pt/sistemas-diamantados/ferramentas-de-perfura%C3%A7%C3%A3o-diamantada/r1732> (consultado em 11 de Junho de 2015)

Hilti, Detetor de armadura. (s.d.). *Produtos, sistemas e serviços da construção civil*. Fonte: <https://www.hilti.pt/> (consultado em 2 de Junho de 2015)

IGEC. (2008). *História da inspeção escolar*. Fonte: Inspeção-Geral da Educação e Ciência: http://www.ige.min-edu.pt/content_01.asp?BTreeID=03/00&treeID=03/00&newsID=244 (consultado em 6 de Abril de 2015).

Infraestruturas de Portugal, IP. (s.d.). *Sistema de Gestão de Conservação de Obras de Arte. Inspeções Principais. Especificações Técnicas*.

LAGE, J. R. (2013). *Estudo da influência da amostragem e da metodologia de colheita de betão em pó para a determinação do teor de cloretos*. Lisboa: Instituto Superior Técnico. Tese de Mestrado.

LANÇA, P. (2010). *Conservação e Reabilitação da Construção*. Beja: Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Beja.

Ministério das Obras Públicas, MOP. (s.d.). Direção Geral das Construções Escolares. *P3 - Projeto Normalizado de Escolas Primárias*. Lisboa, Portugal.

MOURA, D. d. (2012). *Deterioração e Reabilitação de Estruturas*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto. Tese de Mestrado.

NÁPOLES, A. P. (2010). *A Escola: do Edifício aos Territórios*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Tese de doutoramento.

NÁPOLES, A. P. (2014). *A Escola: do Edifício aos Territórios: O caso da cidade do Porto*. Porto: Cordão de Leitura, 1.ª Edição.

- NewMensus, Lda. (2014). *Inspeção Estrutural do Edifício da Escola Básica da Amieira*. Porto.
- NP EN 12390-4. (2003). Ensaio do betão endurecido. *Parte 4: características das máquinas de ensaio*. Lisboa, Portugal: Instituto Português da Qualidade. Fonte: Parte-4.
- NP EN 12504-1. (2007). Ensaio de betão nas estruturas. *Parte 1: carotes. Extracção, exame e ensaio à compressão*. Lisboa, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 12504-2. (2003). Ensaio do betão nas estruturas. *Parte 2: Ensaio não destrutivo. Determinação do índice esclerométrico*. Lisboa, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 12504-4. (2007). Ensaio de betão nas estruturas. . *Parte 4: determinação da velocidade de propagação dos ultra-son*. Lisboa, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 13670. (2007). Execução de estruturas de betão. Lisboa, Portugal: Instituto Português de Qualidade.
- NP EN 13791. (2008). Avaliação da resistência à compressão do betão nas estruturas e em produtos prefabricados. Lisboa, Portugal: Insituto Português da Qualidade.
- NP EN 1504-9. (2009). Produtos e Sistemas para a Protecção e Reparação de Estruturas de Betão. *Parte 9 - Princípios gerais para a utilização de produtos e sistemas*. Lisboa, Portugal: Instituto Português da Qualidade .
- NP EN 1990. (2009). Eurocódigo - Bases para o projecto de estruturas. Lisboa, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 1992-1-1. (2010). Eurocódigo 2 - Projecto de estruturas de betão. *Parte 1-1: Regras gerais e regras para e edifícios*. Lisboa, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 206-1. (2007). Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade. Lisboa, Portugal: Instituto Português de Qualidade.
- OEI. (2003). *Breve Evolução Histórica do Sistema Educativo*. Fonte: Ministério da Educação de Portugal: <http://www.oei.es/quipu/portugal/historia.pdf> (consultado em 6 de Abril de 2015).
- OZ, Determinação da Profundidade de Carbonatação. (s.d.). Fonte: <http://www.oz-diagnostico.pt/fichas/1F%202029.pdf> (consultado em 15 de Junho de 2015)

- OZ, Esclerómetro. (s.d.). *Ensaios Esclerométricos*. Fonte: <http://www.oz-diagnostico.pt/fichas/1F%20001.pdf> (consultado em 10 de Junho de 2015)
- PARREIRA, L. (1965). As condições Higiénicas dos Edifícios Escolares do Porto. *Boletim Cultural*, Porto, vol. XXVIII, pp. 212-330.
- PEDRO, J. B. (2003). *Proposta de metodologia de certificação das condições mínimas de habitabilidade*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- PEREIRA, C. I. (2012). *Caracterização construtiva e do estado de degradação das escolas do ensino secundário*. Instituto Superior Técnico. Tese de Mestrado: Lisboa.
- PIMENTA, P. S. (2006). *A escola portuguesa: do “plano dos centenários” à construção da rede escolar no distrito de Vila Real*. Braga: Universidade do Minho. Tese de Mestrado.
- Portaria n.º 1192-B. (2006). Novo Regime do Arrendamento Urbano. Diário da República, 1.ª série - N.º 212 - 3 de Novembro de 2006.
- PROCEQ, Digi-Schmidt. (s.d.). Fonte: <http://www.proceq.com/po/produtos/teste-de-concreto/martelo-de-teste-de-concreto/digi-schmidt.html> (consultado a 16 de Julho de 2015)
- PROMAT, Aparelho de medição do teor de cloreto. (s.d.). Fonte: <http://www.promat.hk/detail.asp?catid=67215&subcatid=46614&pdtid=536890&searchKeyword=Chloride&searchPageSize=10&searchPageNo=1> (consultado em 12 de Junho de 2015)
- PROMAT, Determinação do teor de cloretos. (s.d.). *James Instruments (UK)*. Fonte: http://www.promat.hk/ClientFolder/Promat/Library/Tree/Catalog_and_Manual/Construction/NDT/Corrosion_Testing/Chlorimeter.pdf (consultado em 26 de Junho)
- RIBEIRO, T. (2003). “Construdoctor” um serviços de pré-diagnóstico. *3º Encore*. LNEC, pp 1037-1046.
- RIPPER, T. (1997). Introdução à patologia e observação de estruturas. *Curso de durabilidade, reparação e reforço de estruturas de betão*. Lisboa, Portugal: Instituto Superior Técnico.
- SAMPAIO, C. M. (2010). *Caracterização do Betão Através de Técnicas Não-Destrutivas*. Porto: Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.

- SERRÃO, J. V. (1982). História de Portugal. Volume VI: O Despotismo Iluminado (1750-1807). Lisboa: Verbo.
- SILVA, C. M. (2005). A ideia de ‘casa da escola’ no século XIX português. *Revista da Faculdade de Letras*, História, Porto, III Série, vol. 6, pp. 291-312.
- TAVARES, A. M. (2010). *Dois tempos, dois espaços: a educação retratada no Plano dos Centenários (1940/50) e no projecto DEEB (1960/70)*. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Tese de Mestrado.
- TUTIKIAN, B. (2013). Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil. *Boletín Técnico*. Mérida, México: Fonte: http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf (consultado em 25 de Maio de 2015).
- UP - Universidade do Porto. (2010). *Antigos Estudantes Ilustres da Universidade do Porto - Adões Bermudes*. Fonte: https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?P_pagina=1004225 (consultado em 7 de Abril de 2015).
- UP. (2010). *Antigo Estudantes Ilustres da Universidade do Porto – Rogério dos Santos Azevedo*. Fonte: Universidade do Porto: https://sigarra.up.pt/up/pt/WEB_BASE.GERA_PAGINA?P_pagina=1005752 (consultado em 8 de Abril de 2015).

Anexos

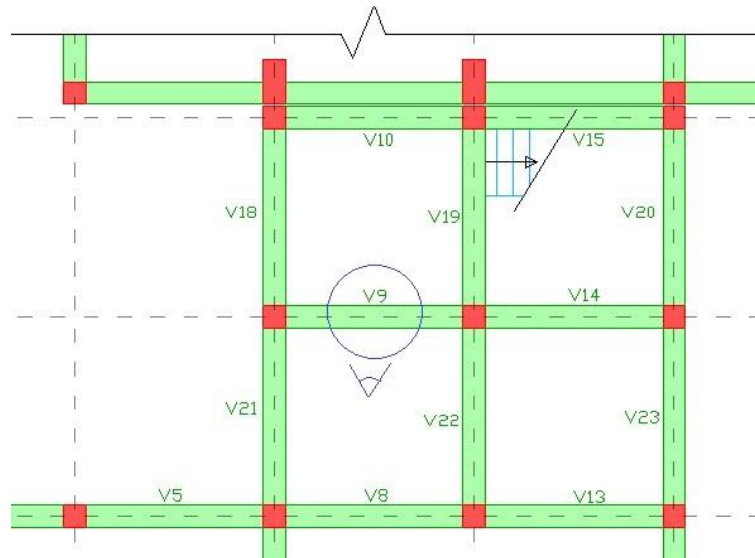
Anexo I – Fichas de Inspeção

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga - V9	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9387
Anomalia:	Armadura à vista Causa provável: Insuficiente recobrimento; Má conceção

Esquema



Fotografia nº: 9387	Vista: Base da viga – meio vão
---------------------	--------------------------------



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação			
Natureza	Desenvolvimento	Extensão	0			1	2	3	4
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Razoável: reparações não prioritárias	0	1	2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		3	4	5

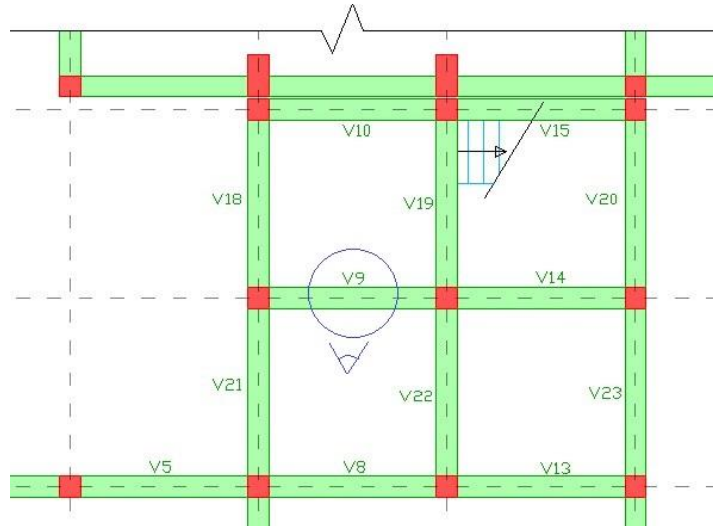
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga - V9	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9387		
Anomalia:	Corrosão das armaduras	Causa provável:	Armadura à vista; Presença de humidade

Esquema



Fotografia nº: 9387

Vista: Base da viga – meio vão



Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função

Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	0
	1
	2
	3
	4
5	

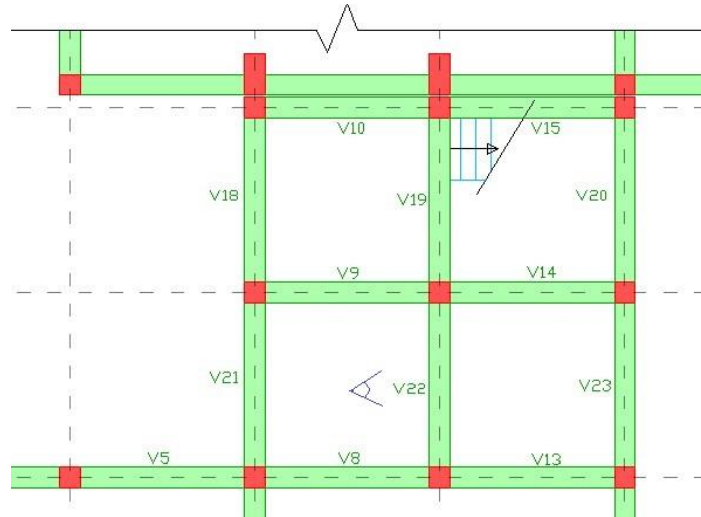
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga - V22	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9389		
Anomalia:	Armadura à vista	Causa provável:	Insuficiente recobrimento; Má conceção

Esquema



Fotografia nº: 9389

Vista: Base da viga – meio vão



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão	0			1	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumpre função	Razoável: reparações não prioritárias	2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		3
							4
							5

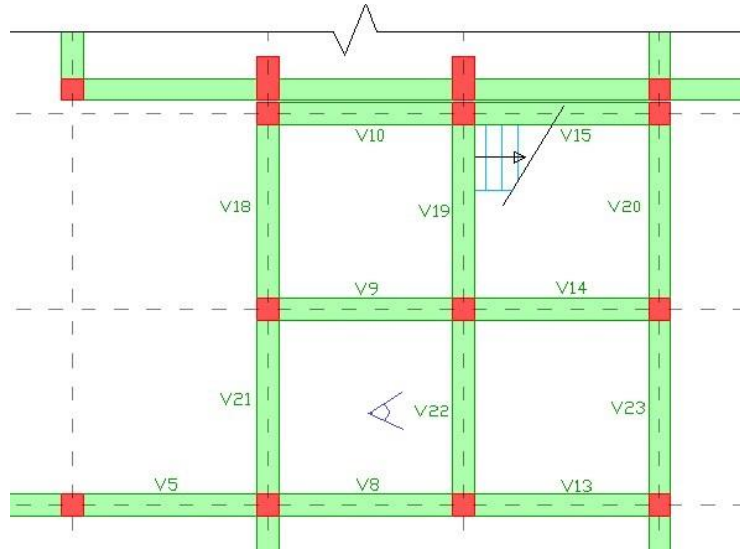
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga - V22	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9389	Causa provável:	Armatura à vista; Presença de humidade
Anomalia:	Corrosão das armaduras		

Esquema



Fotografia nº: 9389

Vista: Base da viga – meio vão



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	0 1 2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3 4 5

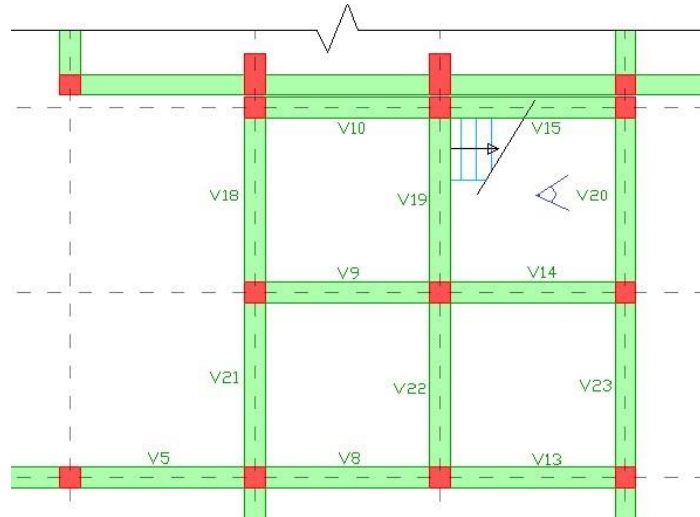
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V20	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9424	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissura vertical		

Esquema



Fotografia nº: 9424

Vista: Lateral - Interior



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação						
Natureza	Desenvolvimento	Extensão	0			1	2	3	4	5		
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Bom.	0	1	2	3	4	5
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função							

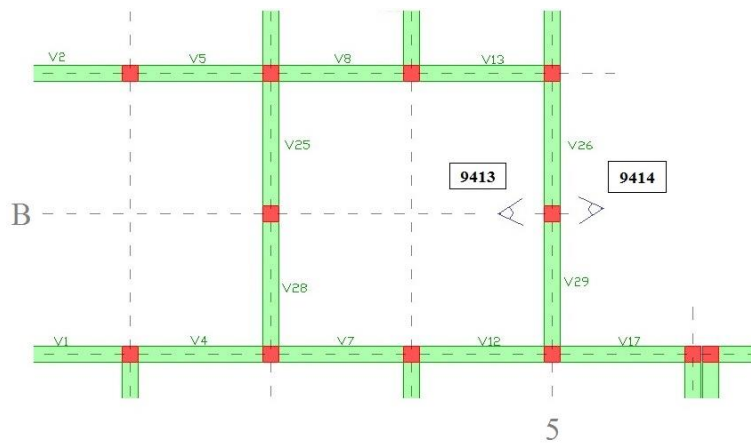
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – B5	Piso:	R/C

Fotografia n.º:	9413; 9414		
Anomalia:	Fissuração diagonal	Causa provável:	Esforço Transverso; Deslizamento da fundação

Esquema



Fotografia n.º: 9413	Vista: Interior	Fotografia n.º: 9414	Vista: Exterior

Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação							
Natureza	Desenvolvimento	Extensão	0			1	2	3	4	5			
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)		0	1	2	3	4	5
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função								

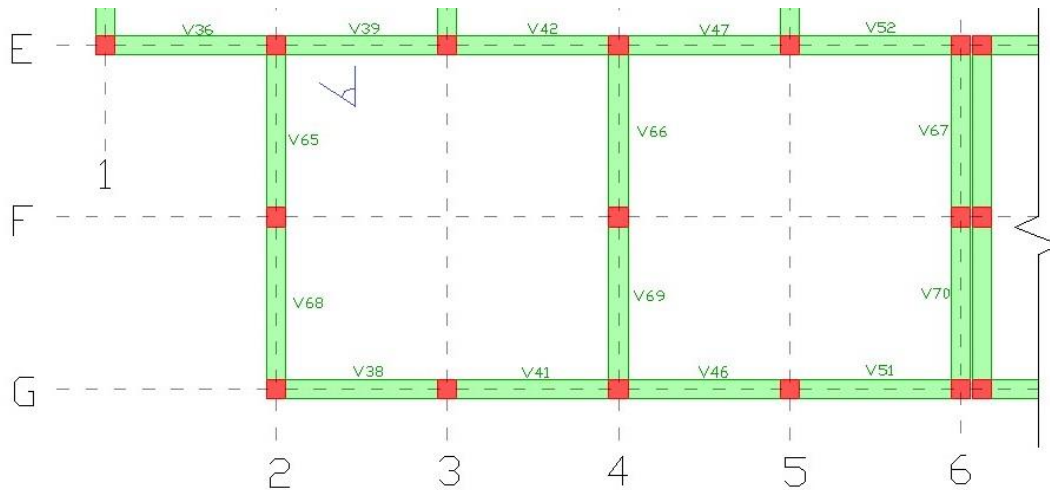
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V39	Piso:	Andar

Fotografia nº:	9438		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras

Esquema



Fotografia nº: 9438	Vista: Lateral/base da viga
---------------------	-----------------------------



Caracterização da anomalia						Estado de Conservação	
	Natureza	Desenvolvimento	Extensão	Consequência	Função		
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumpre função	Razoável: reparações não prioritárias	0
							1
2							
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		3
							4
						5	

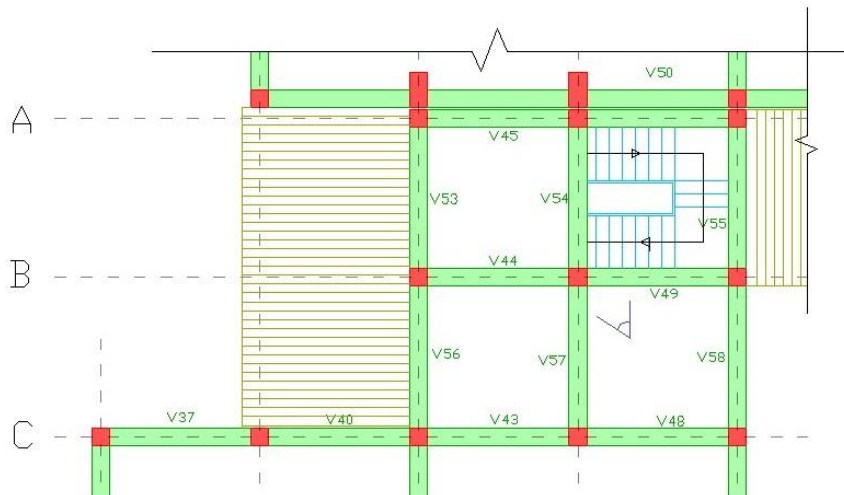
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – B4	Piso:	Andar

Fotografia nº:	9428	Causa provável:	Insuficiente recobrimento; Má conceção
Anomalia:	Armadura à vista		

Esquema



Fotografia nº: 9428

Vista: Base



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão					
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Razoável: reparações não prioritárias	0
							1
							2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		3
							4
						5	

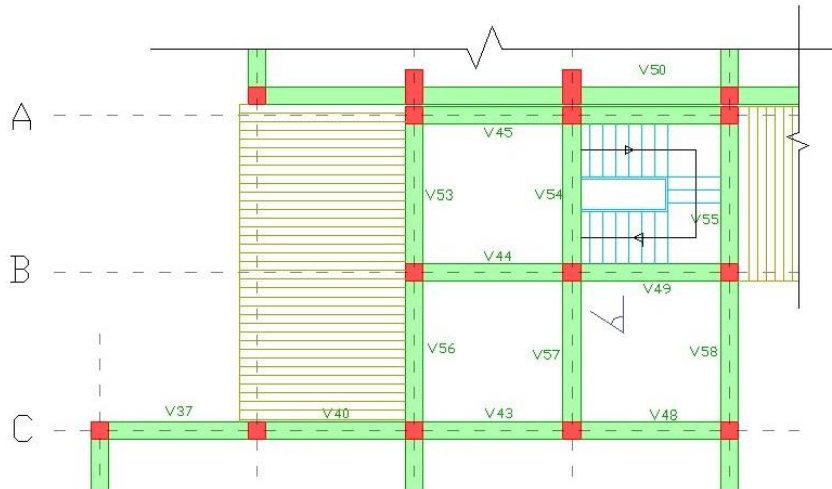
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – B4	Piso:	Andar

Fotografia nº:	9428	Causa provável:	Armadura à vista; Presença de humidade
Anomalia:	Corrosão das armaduras		

Esquema



Fotografia nº: 9428

Vista: Base



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumpre função	0
						1
						2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3
						4
						5

Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)

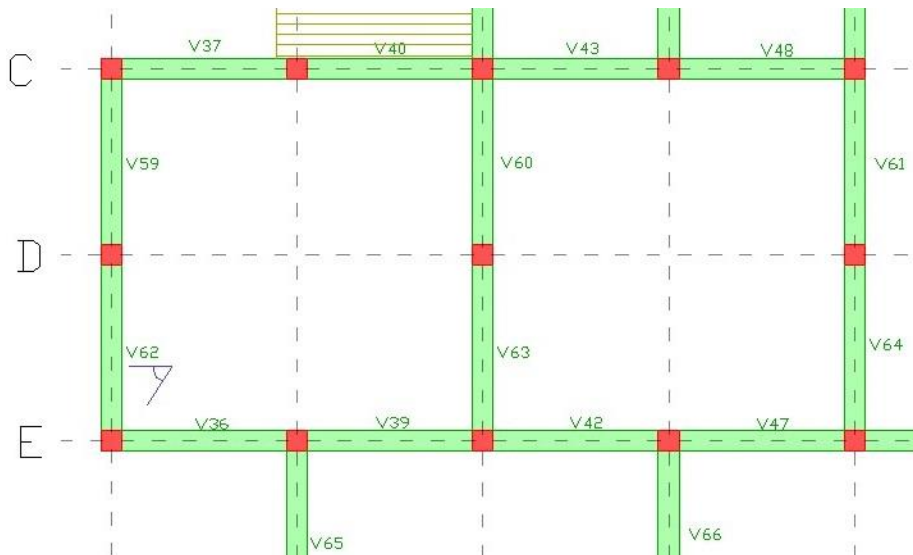
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V62	Piso:	Andar

Fotografia nº:	9449	Causa provável:	Deformação de viga V27 (piso inferior); Dilatação
Anomalia:	Separação de parede de alvenaria e viga		

Esquema



Fotografia nº: 9449

Vista: Lateral - Interior



Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			Razoável: reparações não prioritárias	0
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local		Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	2
						3
						4
						5

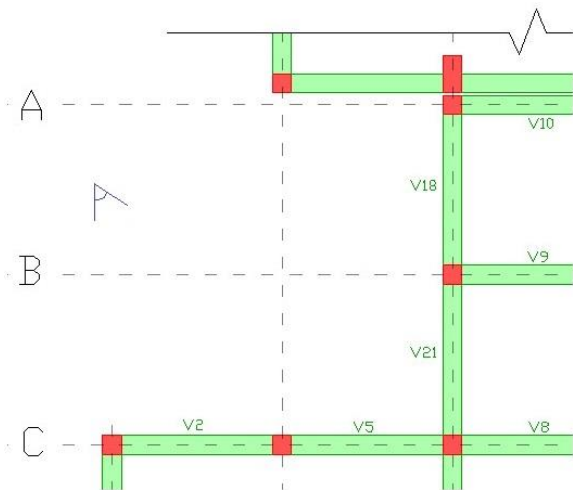
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Parede alvenaria exterior de salas de aula - Norte	Piso:	-

Fotografia n.º:	9197	Causa provável:	Ataque biológico (líquen ou fungo)
Anomalia:	Manchas avermelhadas		

Esquema



Fotografia n.º: 9197

Vista: Fachada a Norte



Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função

Razoável: reparações não prioritárias	0
	1
	2
	3
	4

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia			
Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V2	Piso:	R/C
Fotografia nº:	9217		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Fissura provocada pela flexão da viga; Carbonatação; Presença de cloretos

Esquema	
Fotografia nº: 9217	Vista: Exterior – Fachada norte



Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função

0
1
2
3
4
5

Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V30	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9296		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos

Esquema

Fotografia nº: 9296 **Vista:** Exterior - Fachada poente



Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função

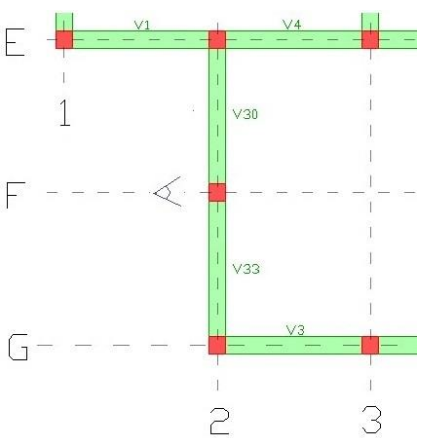

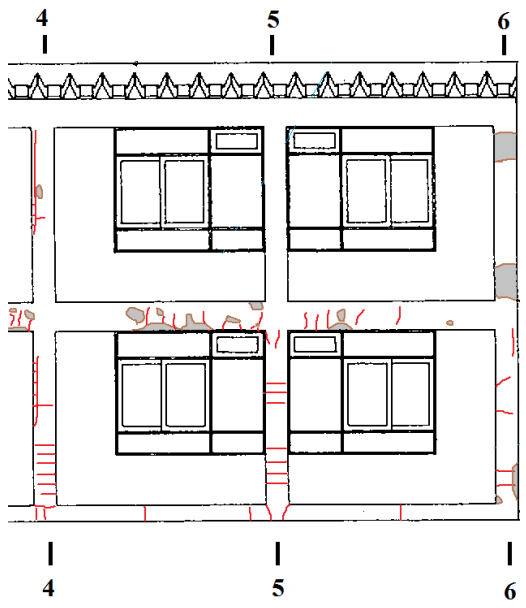
Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – G5	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9295	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração horizontal		

Esquema	Fotografia nº: 9295	Vista: Exterior
		
		

Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão	0			1	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Bom.	0
							1
							2
							3
							4
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar - C1	Piso:	Andar

Fotografia nº:	9212	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos
Anomalia:	Destacamento do betão		

Esquema	Fotografia nº: 9212	Vista: Exterior – Fach. Norte

Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	0
						1
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	2
						3
						4
						5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – F2	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9265	Causa provável:	Reação álcali-sílica; Retração
Anomalia:	Fissuração irregular		

Esquema	Fotografia nº: 9265	Vista: Exterior – Fach. Poente

Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação				
Natureza	Desenvolvimento	Extensão	0			1	2	3	4	5
0	Pouco grave	Limitado e estável		<50% do admissível	Local					
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função					

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – F2	Piso:	Andar

Fotografia nº:	9266	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos
Anomalia:	Destacamento do betão		

Esquema	Fotografia nº: 9266	Vista: Exterior – Fach. Poente

Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão					
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	0
							1
				2			
				3			
				4			
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		5

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – G2	Piso:	Andar

Fotografias nº:	9269	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos
Anomalia:	Destacamento do betão		

Esquema	Fotografia nº: 9269	Vista: Exterior – Fach. Poente

Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	0
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	1
						2
						3
						4
						5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – C1	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9248	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração horizontal		

Esquema	Fotografia nº: 9248	Vista: Exterior – Fach. Poente

Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			Bom.	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local		Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3 4 5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – G2	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9268	Anomalia:	Destacamento do betão
		Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos

Esquema	Fotografia nº: 9268	Vista: Exterior – Fach. Poente

Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local		Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	1
						2
						3
						4
						5

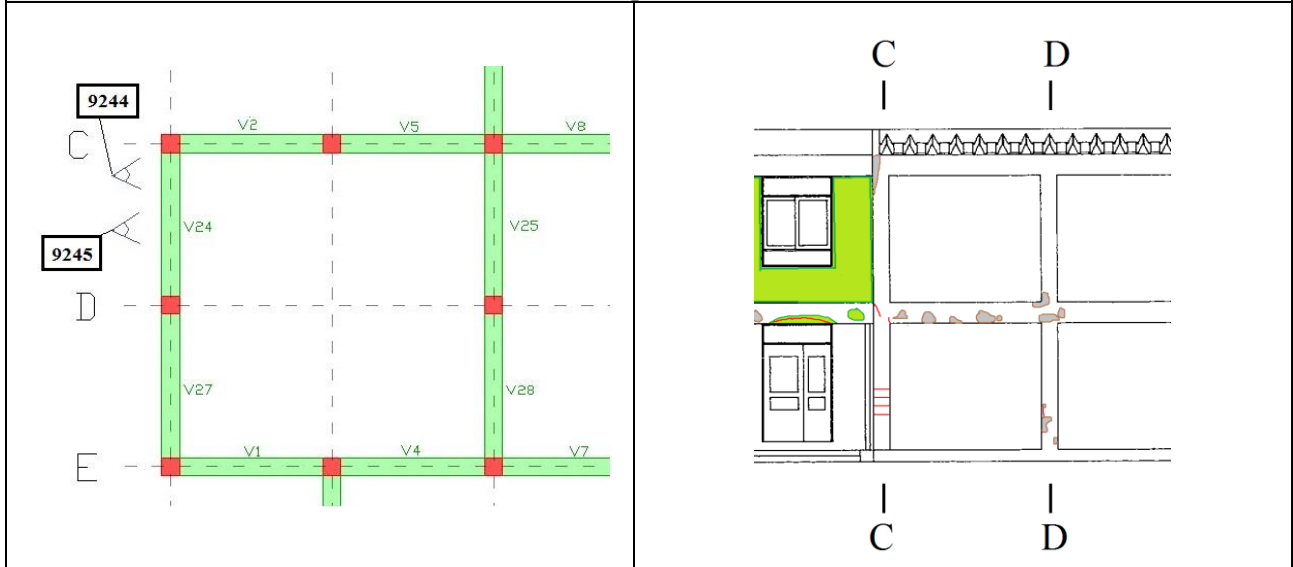
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V24	Piso:	R/C

Fotografias n.º:	9244; 9245		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos

Esquema



Fotografia n.º: 9244	Vista: Exterior – Fach. Poente	Fotografia n.º: 9245	Vista: Exterior – Fach. Poente
-----------------------------	---------------------------------------	-----------------------------	---------------------------------------



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	0 1 2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3 4 5

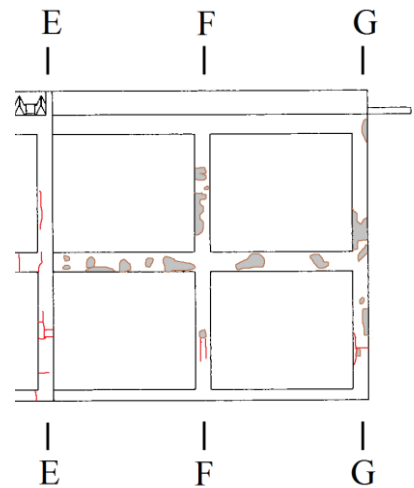
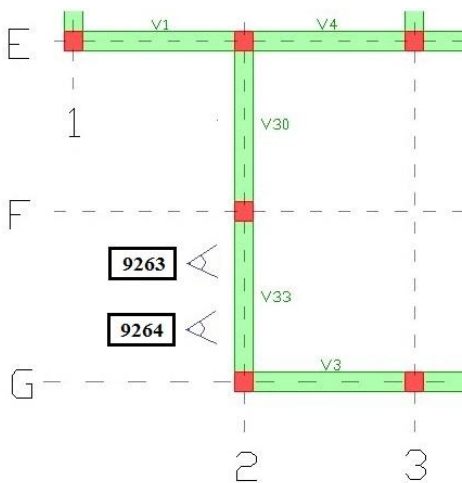
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V33	Piso:	R/C

Fotografias nº:	9263;9264		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos

Esquema



Fotografia nº: 9263 **Vista: Exterior – Fach. Poente** **Fotografia nº: 9264** **Vista: Exterior – Fach. Poente**



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão					
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	0
							1
				2			
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		3
							4
						5	

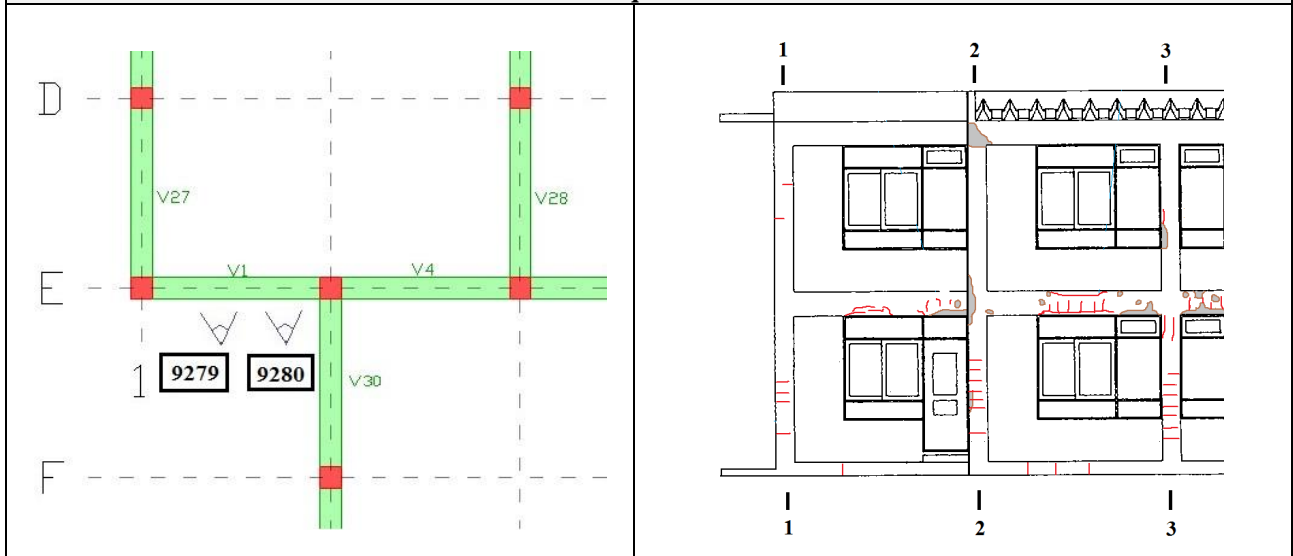
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V1	Piso:	R/C

Fotografias nº:	9279;9280		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos

Esquema



Fotografia nº: 9279	Vista: Exterior – Fachada Sul	Fotografia nº: 9280	Vista: Exterior – Fachada Sul
----------------------------	--------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	0 1 2 3 4 5
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – E1	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9274	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração horizontal		

Esquema	Fotografia nº: 9274	Vista: Exterior – Fachada Sul

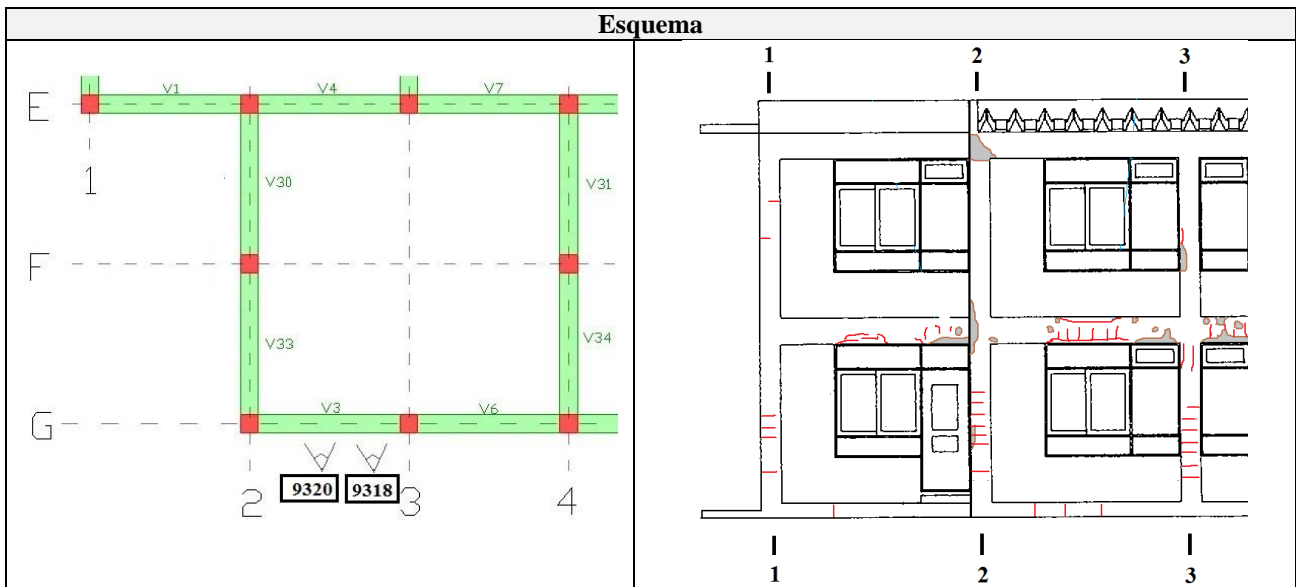
Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			Bom.	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local		Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumprir função	3 4 5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V3	Piso:	R/C

Fotografias nº:	9318;9320		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos



Fotografia nº: 9318	Vista: Exterior – Fachada Sul	Fotografia nº: 9320	Vista: Exterior – Fachada Sul
----------------------------	--------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------



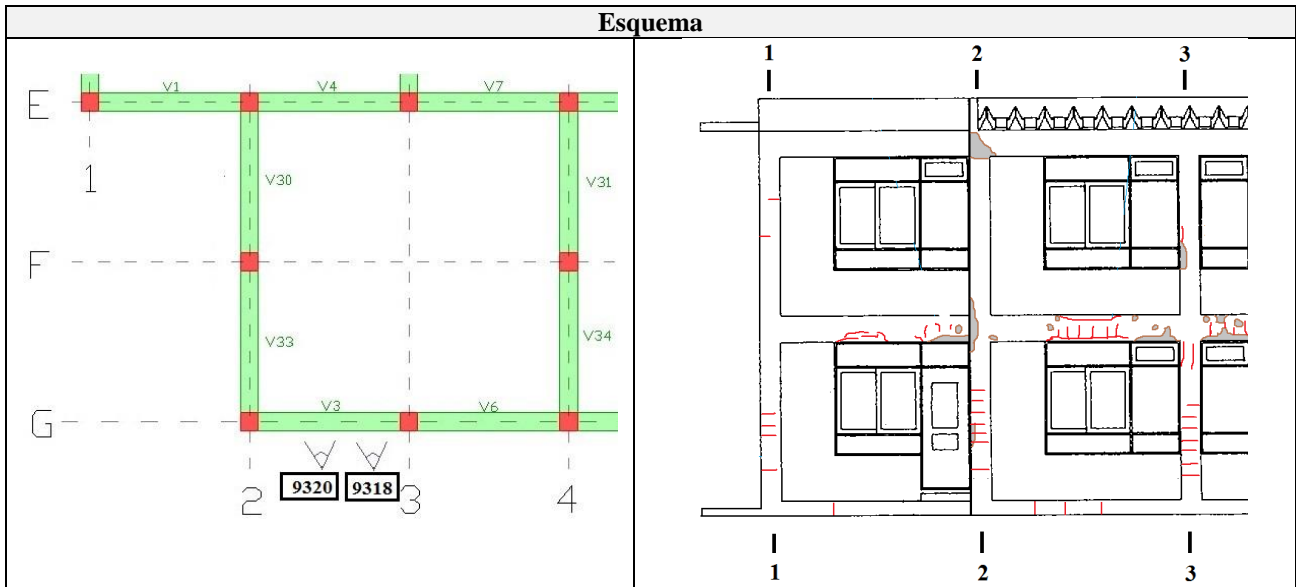
Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão					
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	0
							1
				2			
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		3
							4
						5	

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V3	Piso:	R/C

Fotografias nº:	9319;9320	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração vertical		



Fotografia nº: 9319 **Vista:** Exterior – Fachada Sul

Fotografia nº: 9320 **Vista:** Exterior – Fachada Sul



Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			Bom.	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local		Cumprir função
						1
						2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3
						4
						5

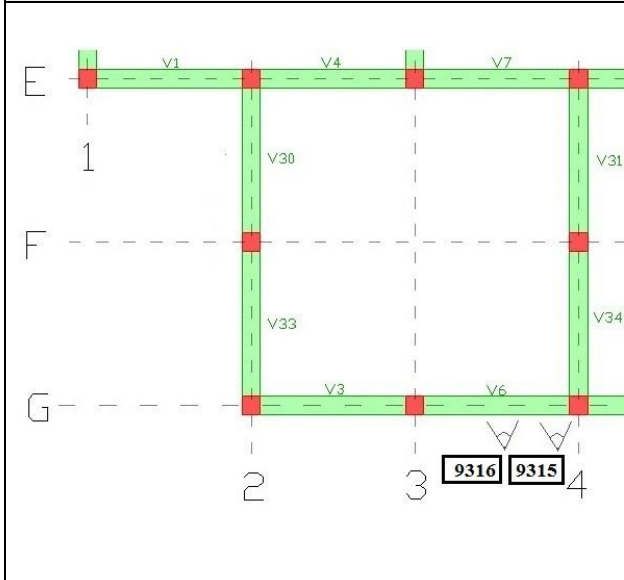
Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V6	Piso:	R/C

Fotografias nº:	9315;9316	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração vertical		

Esquema



Fotografia nº: 9315

Vista: Exterior – Fachada Sul

Fotografia nº: 9316

Vista: Exterior – Fachada Sul



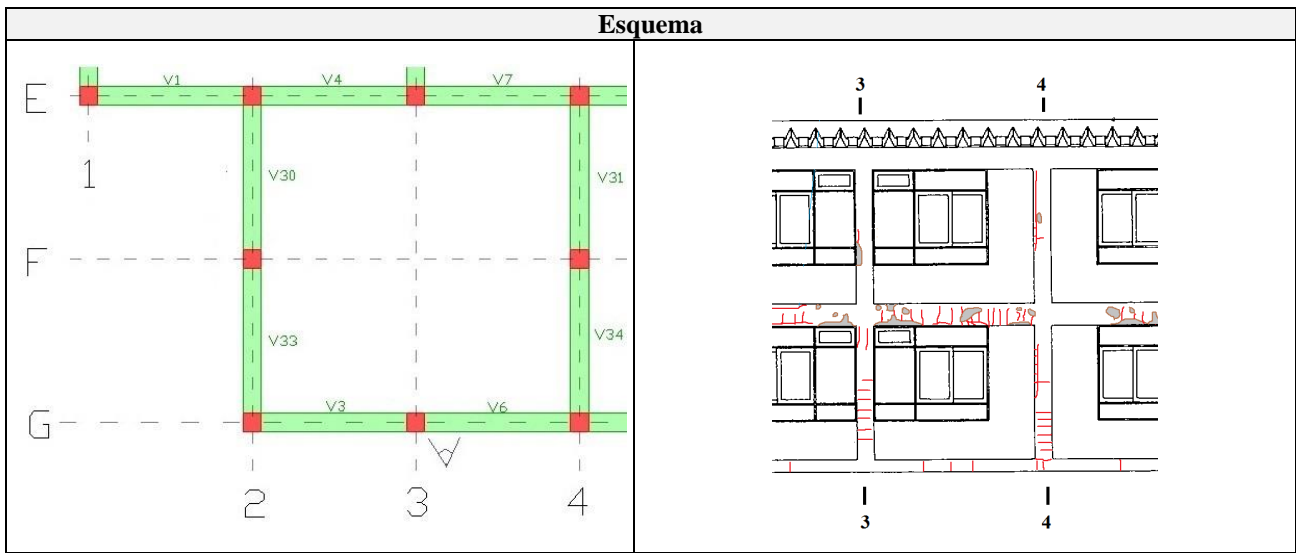
		Caracterização da anomalia					Estado de Conservação	
		Natureza	Desenvolvimento	Extensão	Consequência	Função		
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumpre função	Bom.	0	
							1	
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		2	
							3	
							4	
							5	

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V6	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9317	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos
Anomalia:	Destacamento do betão		



Fotografia nº: 9317

Vista: Exterior – Fachada Sul



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão					
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumpre função	Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	0
							1
				2			
				3			
				4			
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V11	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9314	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos
Anomalia:	Destacamento do betão		

Esquema

Fotografia nº: 9314

Vista: Exterior – Fachada Sul



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão					
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	0
							1
				2			
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função		3
							4
						5	

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção – Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Viga – V11	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9314	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração vertical		

Esquema	
Fotografia nº: 9314	Vista: Exterior – Fachada Sul



Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão	Bom.				
0	Pouco grave	Limitado e estável		<50% do admissível	Local		Cumprir função
						1	
						2	
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3	
						4	
						5	

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – G3	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9287	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração horizontal		

Esquema	Fotografia nº: 9287	Vista: Exterior – Fachada Sul

Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	0 1 2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	3 4 5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – G4	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9291	Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração horizontal		

Esquema	Fotografia nº: 9291	Vista: Exterior – Fachada Sul

Caracterização da anomalia				Consequência	Função	Estado de Conservação
Natureza	Desenvolvimento	Extensão				
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local	Cumprir função	0 1 2
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumprir função	3 4 5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – G6	Piso:	R/C

Fotografia nº:	9269		
Anomalia:	Destacamento do betão	Causa provável:	Corrosão das armaduras, associada a: Carbonatação; Presença de cloretos

Esquema	Fotografia nº: 9269	Vista: Exterior – Fachada Sul

Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			Deficiente: são necessárias reparações. (3-5 anos)	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local		Cumprir função
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumpre função	1
						2
						3
						4
						5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Ficha de Inspeção - Anomalia

Edifício:	Escola Básica da Portela	Data:	Junho 2015
Elemento estrutural:	Pilar – G2	Piso:	R/C

Fotografia nº:		Causa provável:	Retração do betão
Anomalia:	Fissuração horizontal		

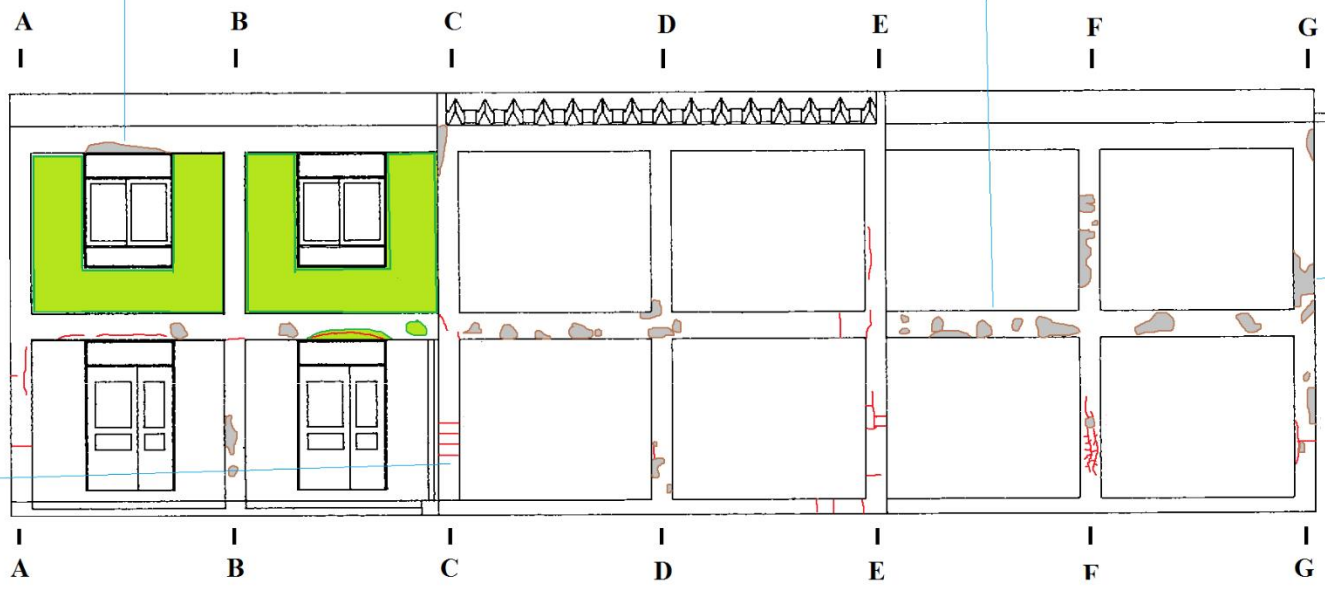
Esquema	Fotografia nº:	Vista: Exterior – Fachada Sul

Caracterização da anomalia			Consequência	Função	Estado de Conservação	
Natureza	Desenvolvimento	Extensão			Razoável: reparações não prioritárias	
0	Pouco grave	Limitado e estável	<50% do admissível	Local		Cumprir função
						1
						2
						3
1	Grave	Significativo ou em evolução	>50% do admissível	Global	Não cumprir função	4
						5

Estado de Manutenção:	Mau
------------------------------	------------

Anexo II – Levantamento de anomalias por alçado

Esquema – Alçado Poente



Legenda:

/	Fissura
●	Ataque biológico
●	Destacamento do betão ou argamassa de reparação




Notas:

O betão apresenta-se em toda a extensão com porosidade excessiva.

Esquema – Alçado Norte



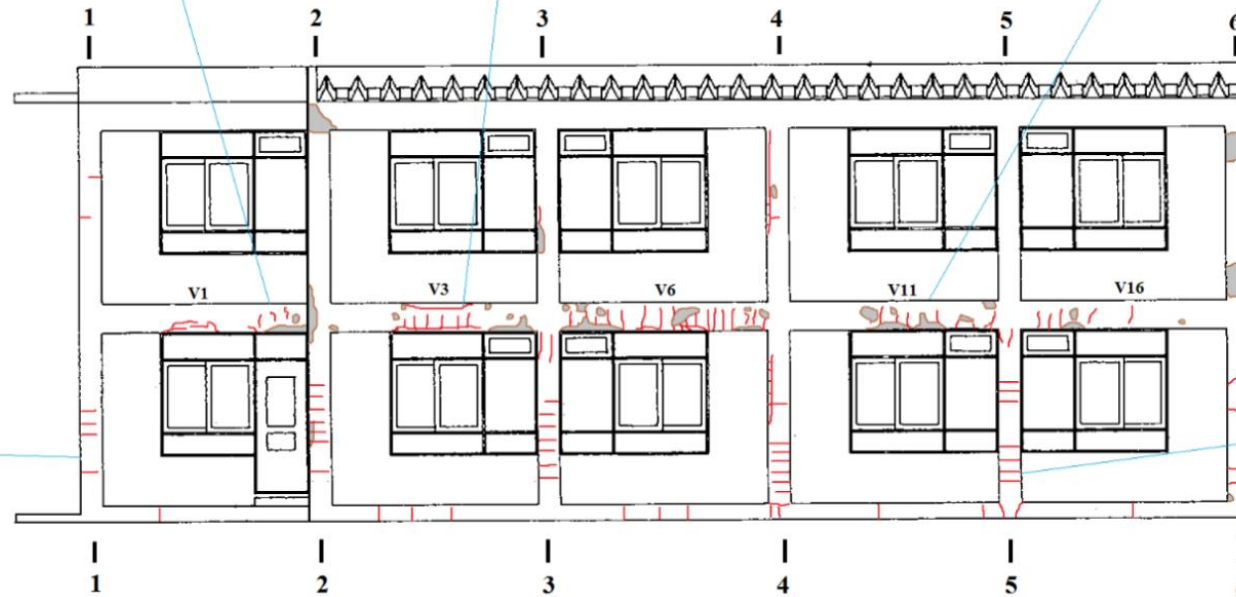
Legenda:

	Fissura
	Ataque biológico
	Destacamento do betão ou argamassa de reparação




Notas:

O betão apresenta-se em toda a extensão com porosidade excessiva.

Esquema – Alçado Sul



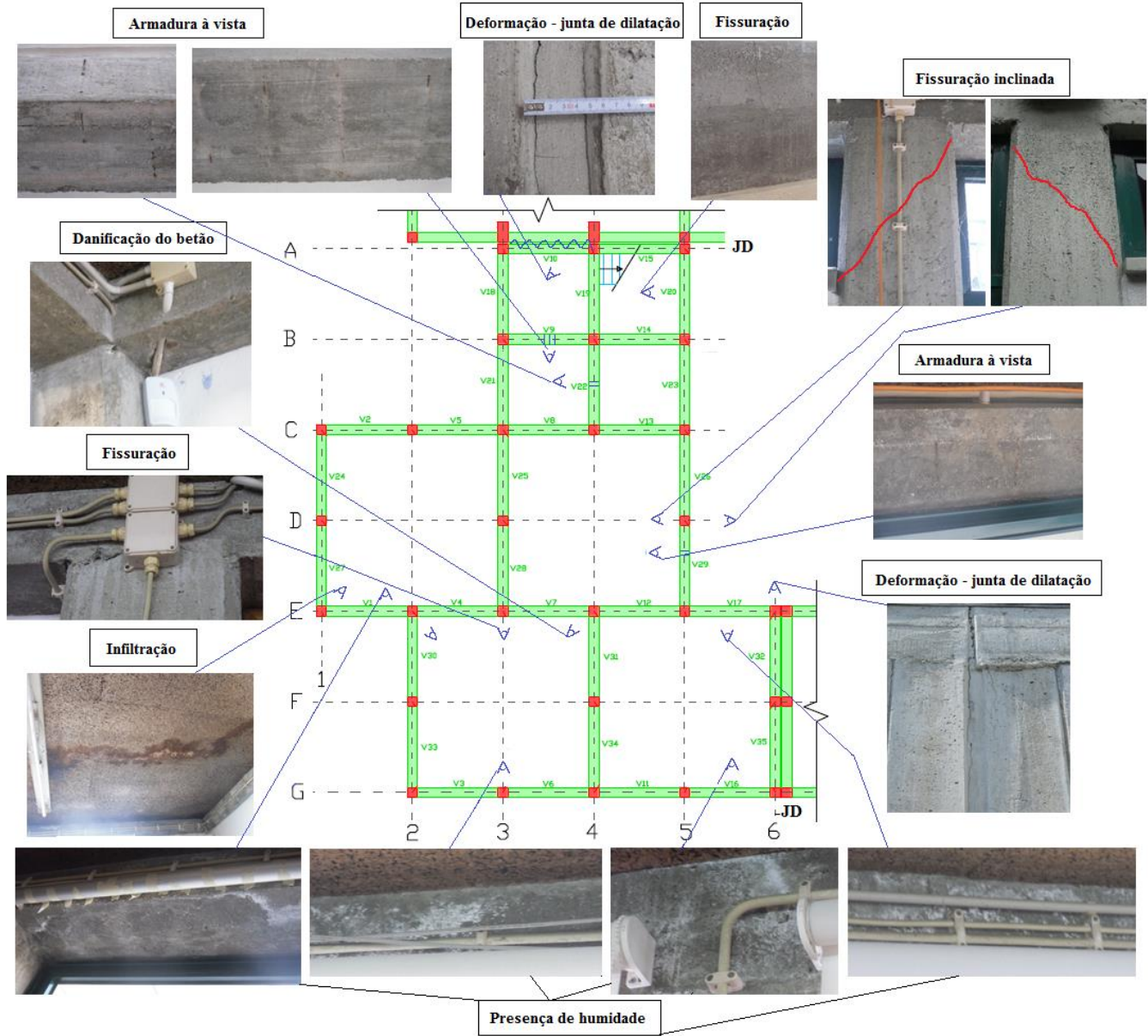
Legenda:

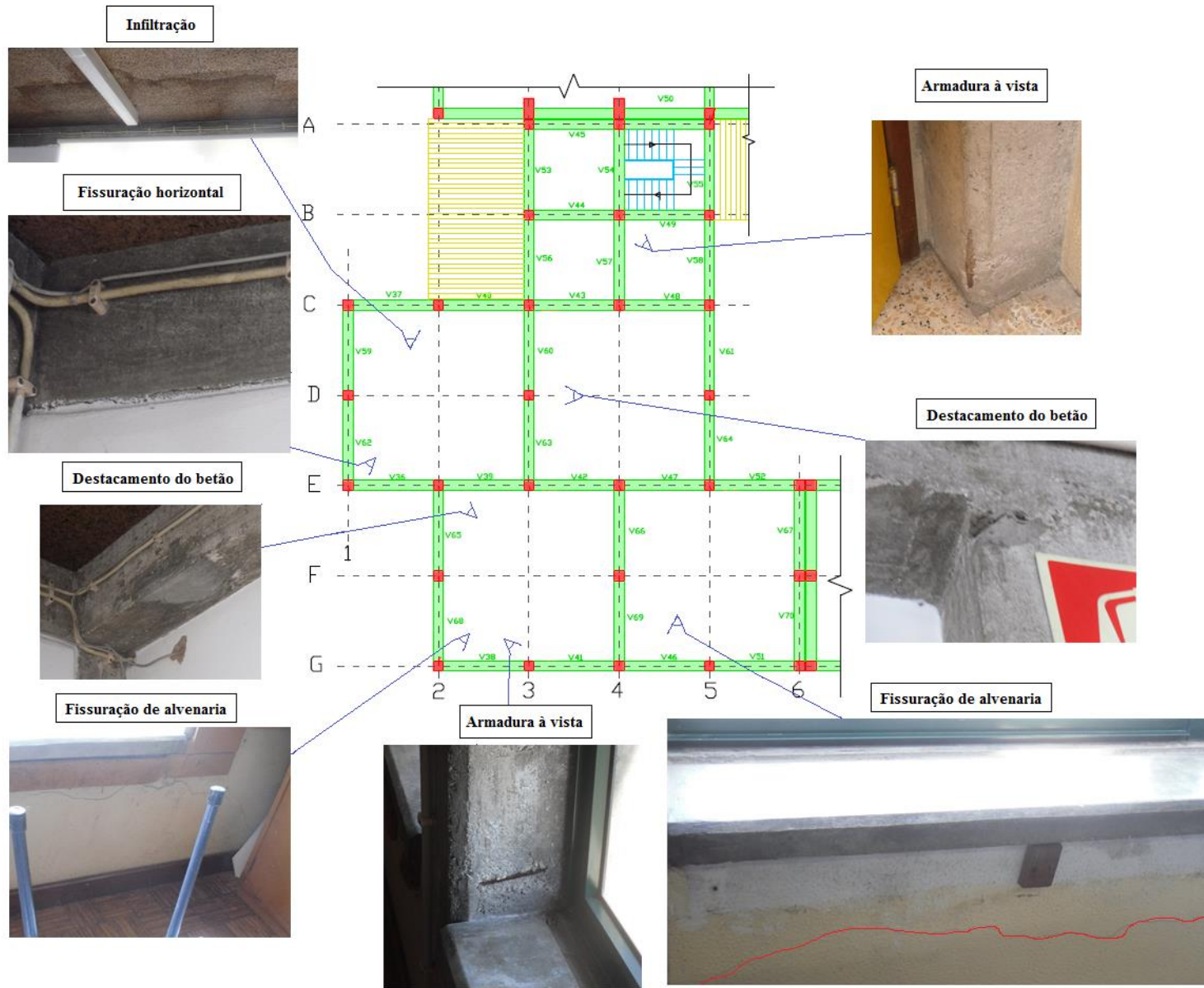
	Fissura
	Ataque biológico
	Destacamento do betão ou argamassa de reparação

Notas:

O betão apresenta-se em toda a extensão com porosidade excessiva

Anexo III – Levantamento de anomalias por planta





Anexo IV – Relatório de inspeção do Lago do Parque 25 de Abril

Relatório de inspeção do Lago do Parque 25 de Abril

Elaborado por: Frederico Alves

Data: 29 de Maio de 2015



1. Introdução

O presente relatório refere-se à inspeção do Lago do Parque 25 de Abril, localizado na Rua Alfredo da Cunha em Matosinhos. Devido a dúvidas relativas à funcionalidade do Lago foi solicitado o desenvolvimento deste relatório, de forma a serem detetadas e estudadas as anomalias, com apresentação de soluções de reparação.

Até ao dia, o Lago encontrava-se desativado, devido a problemas de mau funcionamento que pressupõe-se a existência de fugas de água em local desconhecido.

Na primeira visita, dia 27 de Maio de 2015, em plena festa do Senhor de Matosinhos, o Lago encontrava-se em mau estado de conservação e manutenção verificando-se grande quantidade de lixo e folhas de árvores. Contendo no próprio Lago equipamentos de suporte para algumas estruturas do parque de diversões.

2. Caracterização do Lago

O Lago é composto por 2 corpos:

- O primeiro corpo constituído por betão à vista, uma dimensão quadrangular com 20x20 m² e altura de 0.405 metros, na zona central está instalado um sistema de jato de água;

- O segundo corpo é constituído também por betão e revestido a placas de granito nas paredes laterais, as suas dimensões em planta são 75 metros em comprimento e 2.63 metros de largura sendo a sua altura variável, na parte central contém escadas de espelho de 0.15 metros e patim de 0.4 metros.



Figura 1 - Vista aérea do Lago. (Fonte: Google Maps)



Figura 2 - Corpo 1.



Figura 3 - Corpo 2.

3. Identificação das anomalias

Relativamente ao primeiro corpo o betão encontra-se num mau estado de conservação e manutenção, com algum desgaste e com grande quantidade de microfissuras em toda a extensão do murete. Sendo estas já com indícios de terem sido “reparadas”, contudo encontram-se novamente com microfissuras, o que indica que a solução introduzida não resolveu o problema. De realçar que não foi possível obter uma análise a uma parte do Lago devido à presença de equipamentos do parque de diversões da festa do Senhor de Matosinhos, apesar de se pressupor o mesmo estado dos restantes muretes.



Figura 4 - Murete a Este. Fissuração, desgaste de pintura e betão.



Figura 5 - Murete a Sul. Fissuração, desgaste de pintura e betão.



Figura 6 - Base do lago, próximo do murete a Norte.

O segundo corpo na sua íntegra apresenta-se num mau estado de manutenção, com grande quantidade de lixo, sujidade e líquen. As juntas das placas de granito apresentam falta de material em quase todas a sua extensão, o que poderá levar a fugas de água. A zona de escadas encontra-se degradada, em que existe decomposição de betão e com presença de fissuras, principalmente nas ligações com o muro. A tubagem de transporte de água visível na imagem, também poderá ser causa de futuros problemas de fugas de água, devido ao seu elevado estado de corrosão.



Figura 7 - Juntas de placas de Granito com falta de material.

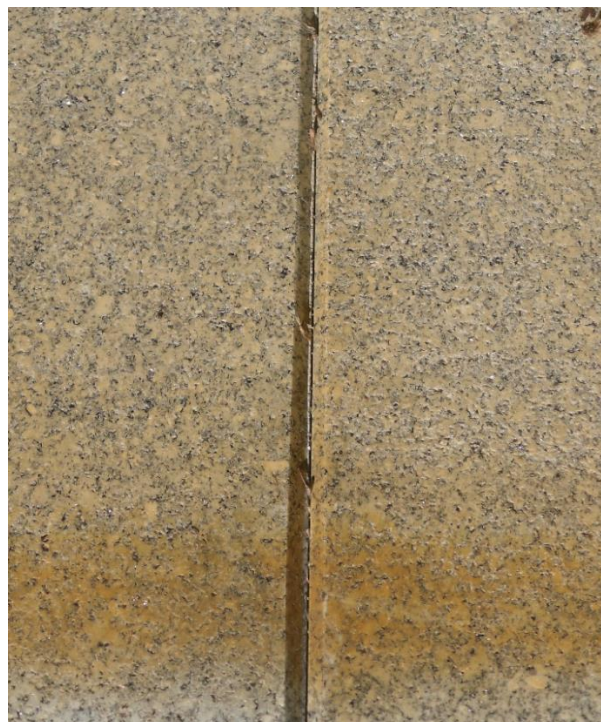


Figura 8 – Pormenor de junta.



Figura 9 - Escadas do Corpo 2.



Figura 10 – Escadas, degradação do betão.

4. Soluções de reparação

Corpo 1:

- Deverá ser realizada uma limpeza em toda a superfície do betão, removendo impurezas, vegetação, detritos e lixos variados;
- Limpeza das caleiras em todo o perímetro do Lago;
- Aplicação de microcimento Microcrete em toda a base e muretes do Lago.

O microcimento é um material corrente de aplicações em piscinas e lagos, devido a sua capacidade de resistir à água e a substâncias como o cloro, é possível escolher a pigmentação desejada para seu efeito. Importante realçar que deverá ser realizado periodicamente uma manutenção deste.

Corpo 2:

- Deverá ser realizada uma limpeza em toda a superfície do betão e placas de granito, removendo impurezas, vegetação, detritos e lixos variados;
- Aplicação de material apropriado de forma a fechar as juntas entre as placas de granito;
- Aplicação de um hidrofugante para impermeabilização do revestimento;
- Aplicação de microcimento Microcrete em toda a base com betão à vista.

5. Estimativa orçamental

		Estimativa orçamental			
		Área [m ²]	Custo [€/m ²]	Parcial [€]	Total [€]
Corpo 1	Aplicação de Microcrete	448,00	27,50	12320,00	17744,38
Corpo 2	Aplicação de Microcrete	197,25	27,50	5424,38	

Perante esta solução estima-se 20 mil euros para a reparação do Lago.

Anexo V – Mercado de Angeiras

Mercado de Angeiras



Anexo V

PISO: R/C

Local: Venda de Peixe



Local: Congelados



Local: Circulação ao público



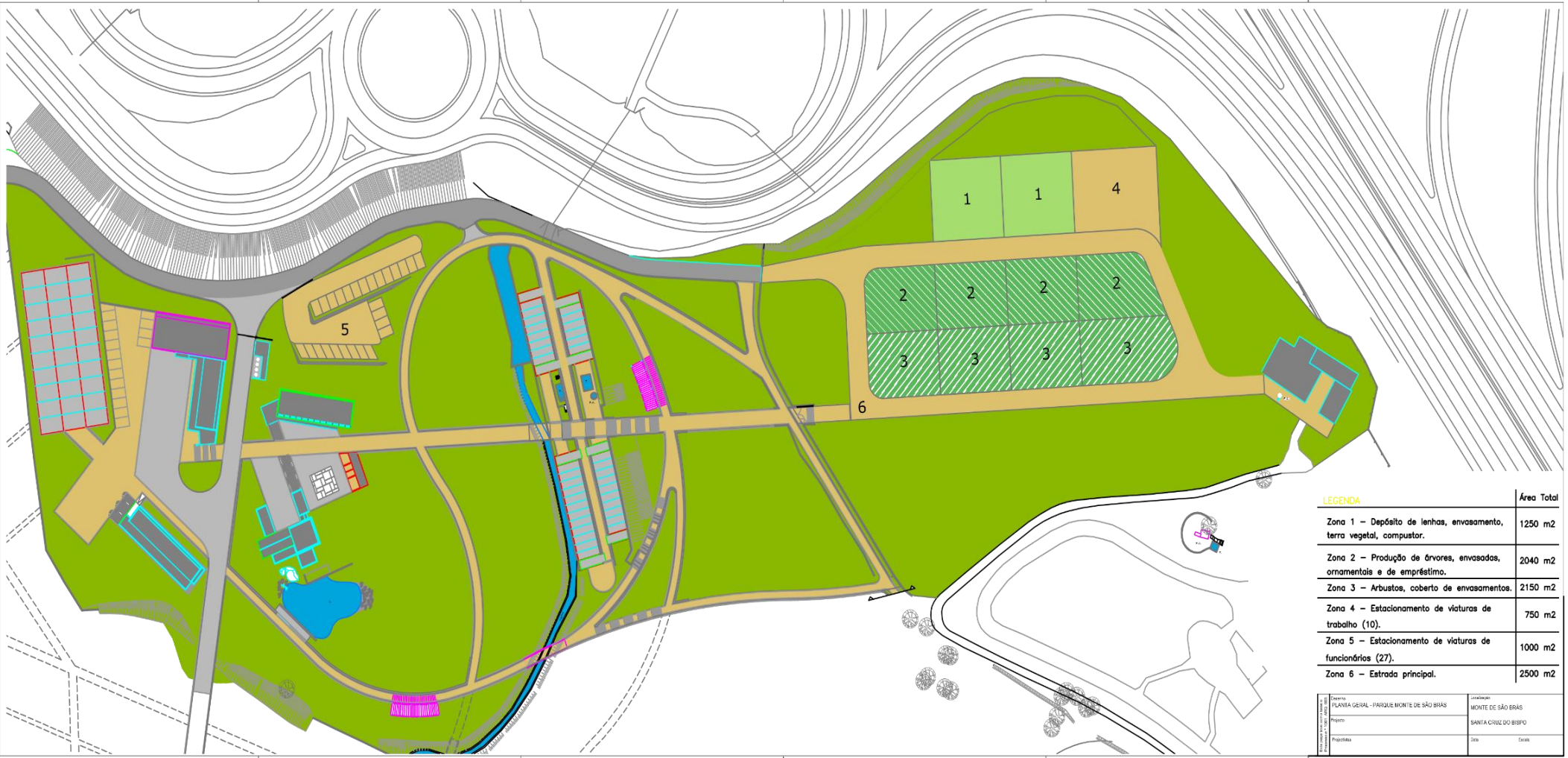
Local: Entrada Traseira para 2º Piso



Local: R/C zona de arrumos



Anexo VI – Parque Monte de São Brás



LEGENDA	Área Total
Zona 1 - Depósito de lenhas, envasamento, terra vegetal, compostar.	1250 m2
Zona 2 - Produção de árvores, envasadas, ornamentais e de empréstimo.	2040 m2
Zona 3 - Arbustos, coberto de envasamentos.	2150 m2
Zona 4 - Estacionamento de viaturas de trabalho (10).	750 m2
Zona 5 - Estacionamento de viaturas de funcionários (27).	1000 m2
Zona 6 - Estrada principal.	2500 m2

Desenho	PLANTA GERAL - PARQUE MONTE DE SÃO BRÁS		Localização	MONTE DE SÃO BRÁS	
Projeto				SANTA CRUZ DO BISPO	
Projeto			Site	Zona 6	

