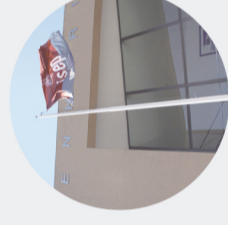




Reparação de Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo

RUI CLAUDIO FERNANDES AZEVEDO

novembro de 2016



Reparação de Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo

Reparação de Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo



REPARAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO EM AMBIENTE MARÍTIMO

RUI CLÁUDIO FERNANDES AZEVEDO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE ESTRUTURAS

Orientador: Professor Doutor Carlos Filipe Guedes Rodrigues

NOVEMBRO DE 2016

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xxi
1 Introdução.....	1
2 Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Betão Armado.....	5
3 Reparação e Proteção de Estruturas de Betão Armado	21
4 Avaliação do Desempenho de Sistemas de Proteção e Reparação do Betão Armado.....	37
5 Caso de Estudo – Edifício de Habitação Coletiva	67
6 Integração do Conceito BIM na Inspeção de Estruturas – Molhe de Vila do Conde	103
7 Considerações Finais	117
Referências Bibliográficas	119
Anexo I – Peças Desenhadas	123
Anexo II – Fichas de Inspeção Visual	125
Anexo III – Fichas de Diagnóstico	127
Anexo IV – Fichas de Ensaio: Índice Esclerométrico	129
Anexo V – Fichas de Ensaio: Profundidade de Carbonatação.....	131
Anexo VI – Fichas de Ensaio: Teor de Cloretos	133
Anexo VII – Fichas Técnicas de Produtos	135
Anexo VIII – Estimativa de Custos de Reparação	137

RESUMO

A dissertação apresentada foi elaborada com o objetivo de estabelecer as principais relações entre as fases de inspeção, de diagnóstico e de reparação de estruturas de betão armado em ambiente marítimo. Recorre-se a dois casos de estudo associados a estruturas localizadas em ambiente marítimo.

A organização da dissertação assenta em três grandes grupos. O primeiro grande grupo, correspondente aos Capítulos 1 e 2, faz um enquadramento geral sobre o tema, abordando a problemática das estruturas em ambiente marítimo e identificando as principais causas para as anomalias apresentadas.

Um segundo grupo, que corresponde aos Capítulos 3 e 4, apresenta uma abordagem à norma NP EN 1504 e à aplicação prática de sistemas e produtos de proteção e reparação. Com recurso a ensaios laboratoriais, avalia-se o desempenho de alguns produtos, com objetivo de testar a sua conformidade e aplicabilidade, em condições representativas da agressividade marítima.

Por último, o terceiro grupo, composto pelos Capítulos 5 e 6, dedica-se à análise de casos práticos. No Capítulo 5, é processada a análise de edifício de habitação coletiva, que inclui a inspeção, diagnóstico e preconização de soluções, inclusive com a aplicação piloto destas soluções corretivas. Referente ao Capítulo 6, é abordado o tema das novas tecnologias, nomeadamente a integração do conceito *BIM*, no âmbito da inspeção de estruturas, com um caso real que corresponde ao Molhe de Vila do Conde.

Palavras-chave: betão armado, ambiente marítimo, inspeção, diagnóstico, intervenção, NP EN 1504, *BIM*.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to establish relations between the phases of inspection, diagnosis and repair of concrete structures. Two case studies were selected, related to structures located in a maritime environment.

This dissertation is divided into three parts: in the first part – chapters one and two - a general framework on the subject is made, addressing the problem related to the structures built in these marine environments and identifying the main causes of the anomalies presented.

The second part – chapters three and four – points to a deep approach on the NP EN 1504 standard, and to the practical application of systems and protection and repair products, assessing their performance, in order to evaluate their compliance and applicability.

Lastly, the extended third part – chapters five and six – is related to the study of the practical cases. On chapter five, a study on a structure of a collective habitation building is conducted, referring all the steps needed for its intervention, including diagnosis, search for solutions and the application of these solutions.

Chapter six approaches the new technologies, especially the practice of the BIM concept under the inspection of structures, analyzing a real case which corresponds to the jetty break of Vila do Conde.

Keywords: concrete, maritime environment, inspection, diagnosis, intervention, NP EN 1504, BIM.

AGRADECIMENTOS

O meu agradecimento é para todos aqueles que me apoiaram na realização deste trabalho, que de uma forma global fizeram com que se tornasse possível.

Ao Doutor Eng.º Carlos Rodrigues, pela oportunidade que me deu em desenvolver este tema juntamente com ele, contando sempre com o seu apoio e conhecimento que foram certamente importantes para mim.

Ao Laboratório de Estruturas do Instituto Superior de Engenharia do Porto e ao seu Diretor, Eng.º Paulo Guedes, pela cedência do espaço e dos equipamentos para as campanhas experimentais.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e nunca deixaram de acreditarem em todas as minhas capacidades. Em especial, ao meu pai que me apoiou na execução de todas as tarefas práticas, contribuindo com a sua experiência profissional.

À Ana Luísa que, com todo o seu carinho e palavras motivadoras, me fez acreditar e confiar nas minhas capacidades.

À *Weber Saint Gobain* – Portugal que me apoiou, disponibilizando materiais com a maior disponibilidade e amabilidade.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Iniciais.....	1
1.2	Objetivos da Dissertação.....	2
1.3	Estrutura da Dissertação.....	2
2	Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Betão Armado.....	5
2.1	Generalidades.....	5
2.2	Causas das Anomalias no Betão Armado.....	5
2.3	Causas das Anomalias em Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo.....	7
2.3.1	Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo.....	7
2.3.2	Degradação do Betão - Causas Físicas: Erosão.....	9
2.3.3	Corrosão das Armaduras - Generalidades.....	10
2.3.4	Carbonatação.....	11
2.3.5	Cloretos.....	13
2.3.6	Sulfatos.....	18
3	Reparação e Proteção de Estruturas de Betão Armado.....	21
3.1	Introdução.....	21
3.2	Norma Europeia NP EN 1504.....	21
3.3	Princípios Gerais para Aplicação de Sistemas de Reparação e Proteção: Norma Europeia NP EN 1504 – Parte 9.....	24
3.4	Etapas Fundamentais no Processo de Reparação e Proteção do Betão Armado.....	27
3.5	Princípios e Métodos Comuns nas Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo.....	28
3.5.1	Impregnação Hidrofóbica.....	30

ÍNDICE DE TEXTO

3.5.2	Revestimento.....	30
3.5.3	Preenchimento de Fissuras.....	31
3.5.4	Aplicação de Membranas	31
3.5.5	Reperfilamento com Betão ou Argamassa: Processo Manual ou Projetado.....	32
3.5.6	Aumento do Recobrimento com Betão ou Argamassa	33
3.5.7	Substituição do Betão Contaminado	34
3.5.8	Re-alkalinização Eletroquímica do Betão Carbonatado.....	34
3.5.9	Extração Eletroquímica de Cloretos	35
3.5.10	Revestimento de Proteção das Armaduras	35
3.6	Controlo de Qualidade em Obra: Norma Europeia NP EN 1504 – Parte 10	36
4	Avaliação do Desempenho de Sistemas de Proteção e Reparação do Betão Armado.....	37
4.1	Introdução.....	37
4.2	Revestimentos Inibidores de Corrosão para Proteção de Armaduras.....	37
4.2.1	Descrição do Ensaio	38
4.2.2	Metodologia.....	39
4.2.3	Registo e Análise de Resultados	44
4.3	Impregnação Hidrofóbica – Permeabilidade do Betão: Ensaio 1	50
4.3.1	Descrição do ensaio	51
4.3.2	Metodologia.....	52
4.3.3	Registo e análise de resultados	55
4.4	Impregnação Hidrofóbica – Permeabilidade do Betão: Ensaio 2	60
4.4.1	Descrição do ensaio	60
4.4.2	Metodologia.....	61
4.4.3	Registo e análise de resultados	62
4.5	Conclusão da Avaliação do Desempenho de Sistemas de Proteção e Reparação do Betão Armado	66
5	Caso de Estudo – Edifício de Habitação Coletiva	67

5.1	Identificação da Estrutura.....	67
5.2	Inspeção e Diagnóstico da Estrutura	68
5.2.1	Levantamento geométrico dos elementos estruturais	69
5.2.2	Levantamento de anomalias estruturais.....	71
5.2.3	Estados de Conservação	82
5.3	Ensaio Realizados na Estrutura	85
5.3.1	Medição do Índice Esclerométrico	85
5.3.2	Medição da Profundidade de Carbonatação.....	88
5.3.3	Determinação do Teor de Cloretos	92
5.4	Preconização de Soluções de Reparação.....	94
5.4.1	Soluções de Intervenção.....	94
5.4.2	Execução de Reparações	98
5.4.3	Resultado Final das Reparações	100
5.5	Estimativa de Custos de Reparação.....	101
5.6	Conclusão da Inspeção e Diagnóstico à Estrutura	102
6	Integração do Conceito BIM na Inspeção de Estruturas – Molhe de Vila do Conde	103
6.1	Introdução.....	103
6.2	Apresentação do Caso Prático – Molhe de Vila do Conde	105
6.3	Inspeção do Molhe e Caracterização das Anomalias.....	106
6.3.1	Inspeção e Diagnóstico do Corpo do Molhe.....	106
6.3.2	Inspeção e Diagnóstico da Cabeça do Molhe	108
6.3.3	Inspeção e Diagnóstico do Farol.....	110
6.4	Modelação da Estrutura	112
6.5	Vantagens da Metodologia BIM na Inspeção de Estruturas.....	116
7	Considerações Finais.....	117
7.1	Conclusões	117
7.2	Desenvolvimentos Futuros	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Enquadramento geral dos casos de estudo (Imagem via Google Earth Pro).....	2
Figura 2.1 – Terminal de cruzeiros do Porto de Leixões (www.casareport.pt).....	8
Figura 2.2 – Tipos de exposição em ambiente marítimo (SALTA, 2014).....	9
Figura 2.3 – Estrutura marítima com sinais de erosão (HELENE, 1981).....	9
Figura 2.4 – Corrosão das armaduras em betão armado (www.metalica.com.br).....	10
Figura 2.5 – Processo de despassivação da armadura (www.ebah.com.br).....	11
Figura 2.6 – Corrosão da armadura, destacamento e delaminação (www.clubedoconcreto.com.br).....	12
Figura 2.7 – Corrosão e conseqüente destacamento do betão carbonatado (www.scielo.mec.pt).	12
Figura 2.8 – Profundidade de carbonatação (www.cimentoitambe.com.br).	13
Figura 2.9 – Armadura com corrosão por picadas (www.clubedoconcreto.com.br).....	15
Figura 2.10 – Esquema da reação química do ataque por cloretos (www.sxd.danang.gov.vn).	15
Figura 2.11 – Exemplos de corrosão por picadas.....	16
Figura 2.12 – Recolha de amostras para avaliação do teor de cloretos (www.scielo.mec.pt).	17
Figura 2.13 – Destacamento e delaminação do betão por ação dos sulfatos (www.mapei.pt).....	18
Figura 2.14 – Ensaio de laboratório para obtenção do teor de sulfatos (DURATINET, 2013).....	19
Figura 3.1 – Exemplificação de danos típicos em estruturas de betão armado (RAUPACH, BUTTNER 2014).	29
Figura 3.2 – Exemplificação de correções típicas em estruturas de betão armado (RAUPACH, BUTTNER 2014).	29
Figura 3.3 – Impregnação hidrofóbica.	30
Figura 3.4 – Revestimento de proteção.	31
Figura 3.5 – Preenchimento de fissuras.	31

Figura 3.6 – Aplicação de membranas.....	32
Figura 3.7 – Reperfilamento do betão.....	33
Figura 3.8 – Aumento do recobrimento com betão ou argamassa.	33
Figura 3.9 – Substituição/remoção do betão contaminado.....	34
Figura 3.10 – Re-alkalinização eletroquímica do betão carbonatado.	34
Figura 3.11 – Extração eletroquímica de cloretos (RAUPACH, BUTTNER 2014).	35
Figura 3.12 – Revestimento de proteção de armaduras.....	36
Figura 4.1 – Varões revestidos em ensaio.....	37
Figura 4.2 – Esquema de preparação de varões para ensaio.....	38
Figura 4.3 – Aplicação de revestimentos nos varões.	39
Figura 4.4 – Preparação da argamassa de revestimento weber.rep 750.....	40
Figura 4.5 – Preparação do primário de revestimento weber.rep fer.	40
Figura 4.6 – Aplicação da argamassa de revestimento weber.rep 750.....	41
Figura 4.7 – Aplicação do primário de revestimento weber.rep fer.	41
Figura 4.8 – Introdução dos varões em água em estado puro.....	42
Figura 4.9 – Introdução dos varões dos varões em saturada de sal.	42
Figura 4.10 – Introdução dos varões em água do mar.....	43
Figura 4.11 – Introdução dos varões em ácido acético – vinagre.	44
Figura 4.12 – Vista geral dos varões mergulhados em água em estado puro.....	44
Figura 4.13 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em água em estado puro.	45
Figura 4.14 – Vista geral dos varões mergulhados em água saturada de sal.....	46
Figura 4.15 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em água saturada de sal.....	46
Figura 4.16 – Vista geral dos varões mergulhados em água do mar.....	47
Figura 4.17 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em água do mar.	47
Figura 4.18 – Vista geral dos varões mergulhados em ácido acético (vinagre).	48
Figura 4.19 - Detalhe dos varões mergulhados em ácido acético (vinagre).	49
Figura 4.20 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em ácido acético (vinagre).	49

Figura 4.21 – Vista geral do provete.	51
Figura 4.22 – Molde em cofragem.	52
Figura 4.23 – Molde com enchimento de pasta de cimento.	52
Figura 4.24 – Betonagem do molde.	53
Figura 4.25 – Descofragem: base.	53
Figura 4.26 – Descofragem: laterais.	53
Figura 4.27 – Provete sem revestimento.	54
Figura 4.28 – Provete revestido com weber.dry lastic.	54
Figura 4.29 – Provete revestido com weber.dry KF.	55
Figura 4.30 – Vista geral: inicio dos ensaios.	55
Figura 4.31 – Superfície sem revestimento com sinais de humidade.	56
Figura 4.32 – Revestimento weber.dry lastic após finalização do ensaio: topo.	56
Figura 4.33 – Revestimento weber.dry lastic após finalização do ensaio: laterais.	57
Figura 4.34 – Revestimento weber.dry KF após finalização do ensaio: topo.	57
Figura 4.35 – Revestimento weber.dry KF após finalização do ensaio: laterais.	58
Figura 4.36 – Superfície sem revestimento após finalização do ensaio: laterais.	58
Figura 4.37 – Superfície sem revestimento após finalização do ensaio: pormenor lateral.	58
Figura 4.38 – Gráfico representativo do comportamento dos provetes.	59
Figura 4.39 – Provete tratado com weber.dry stop.	61
Figura 4.40 – Provete corrigido: Laterais.	61
Figura 4.41 – Provete corrigido: Topo.	61
Figura 4.42 – Provete revestido exteriormente com weber.dry KF: Lateral.	62
Figura 4.43 – Provete revestido exteriormente com weber.dry KF: Lateral/Topo.	62
Figura 4.44 – Gráfico representativo do comportamento dos provetes correções e alterações.	63
Figura 5.1 – Implantação do edifício (Imagem via Google Earth Pro).	67
Figura 5.2 – Levantamento de informação.	68
Figura 5.3 – Elementos estruturais exteriores.	69

Figura 5.4 – Planta estrutural do edifício.	69
Figura 5.5 – Alçado Norte: Registo fotográfico.	70
Figura 5.6 – Alçado Norte: Peça desenhada.	70
Figura 5.7 – Alçado Este: Registo fotográfico.	71
Figura 5.8 – Alçado Este: Peça desenhada.	71
Figura 5.9 – Excerto de planta de anomalias.	72
Figura 5.10 – Síntese da anomalia A1: Manchas de Ferrugem.	73
Figura 5.11 – Síntese da anomalia A2: Delaminação.	74
Figura 5.12 – Síntese da anomalia A3: Destacamento superficial.	75
Figura 5.13 – Síntese da anomalia A4: Destacamento com exposição das armaduras.	76
Figura 5.14 – Síntese da anomalia A5: Vazios ou ninhos de brita.	77
Figura 5.15 – Síntese da anomalia A9: Fissuras passivas com atravessamento do elemento.	78
Figura 5.16 – Síntese da anomalia A12: Abrasão da superfície.	79
Figura 5.17 – Síntese da anomalia A14: Corrosão das armaduras.	80
Figura 5.18 – Síntese da anomalia A15: Perda de secção da armadura.	81
Figura 5.19 - Síntese da anomalia A16: Humidade.	81
Figura 5.20 – Esclerómetro de Schmidt.	85
Figura 5.21 – Preparação do ensaio para determinação da profundidade de carbonatação.	88
Figura 5.22 – Perfuração para recolha de amostras.	89
Figura 5.23 – Recolha de amostrar para medição do teor de cloretos em pilar interior.	92
Figura 5.24 – Processo laboratorial do ensaio de teor de cloretos.	93
Figura 5.25 – Resultado final da reparação nº1.	100
Figura 5.26 – Resultado final da reparação nº3.	101
Figura 5.27 – Posição da armadura dos pilares.	102
Figura 6.1 – Ciclo de vida do conceito BIM (www.idd.com.br).	103
Figura 6.2 – Dimensões do BIM (www.hashtagbim.files.wordpress.com).	104
Figura 6.3 – Localização do molhe (Imagem via Google Earth Pro).	105

Figura 6.4 – Barcos a entrar no mar na foz do rio Ave ainda sem molhe (www.naviosavista.blogspot.pt).	106
Figura 6.5 – Levantamento de anomalias no corpo do molhe.....	107
Figura 6.6 – Levantamento de anomalias na cabeça do molhe.....	109
Figura 6.7 – Levantamento de anomalias na estrutura do farol.....	110
Figura 6.8 – Inclinação do farol.....	111
Figura 6.9 – Implantação 2D para uso no modelo BIM.....	112
Figura 6.10 – Introdução da máscara da estrutura no software.....	113
Figura 6.11 – Visualização 3D do molhe.....	113
Figura 6.12 – Renderizações da estrutura do molhe.....	114
Figura 6.13 – Introdução de informação nos elementos.....	114
Figura 6.14 - Ciclo de vida do conceito BIM alterado (www.idd.com.br).	115

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Classes do teor de cloretos no betão (APEB, 2008).....	14
Tabela 2.2 – Classe de resistências indicativas para estruturas de betão: cloretos (adaptado de EC2 (2010)).....	16
Tabela 3.1 – Matriz Métodos/Princípios de Reparação e Proteção (NP EN 1504).	26
Tabela 4.1 – Quadro resumo: comportamento dos revestimentos de proteção de armaduras.....	50
Tabela 4.2 - Resultados do ensaio 1.....	59
Tabela 4.3 – Resumo do ensaio 1 dos provetes cúbicos.....	60
Tabela 4.4 - Resultados do ensaio 2.....	62
Tabela 4.5 – Resumo do ensaio 2 dos provetes cúbicos.....	63
Tabela 4.6 – Alteração efetuadas no provete revestido por weber.dry KF.	64
Tabela 4.7 - Alteração efetuada no provete sem revestimento com aplicação exterior weber.dry KF. ...	65
Tabela 5.1 – Listagem de anomalias.....	72
Tabela 5.2 – Critérios de classificação de estados de conservação (Especificações Técnicas, EP SA).	83
Tabela 5.3 – Matriz de estado de conservação dos elementos estruturais.....	84
Tabela 5.4 – Determinação da resistência superficial: P2.....	86
Tabela 5.5 – Determinação da resistência superficial: P4.....	86
Tabela 5.6 – Determinação da resistência superficial: P8.....	87
Tabela 5.7 – Determinação da resistência superficial: P10.....	87
Tabela 5.8 – Determinação da profundidade de carbonatação: P2	89
Tabela 5.9 – Determinação da profundidade de carbonatação: P4	90
Tabela 5.10 – Determinação da profundidade de carbonatação: P7	90
Tabela 5.11 – Determinação da profundidade de carbonatação: P10	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 5.12 – Resultado do teor de sulfatos.....	93
Tabela 5.13 – Reparação nº1: sequência de aplicação.....	94
Tabela 5.14 – Reparação nº2: sequência de aplicação.....	95
Tabela 5.15 – Reparação nº3: sequência de aplicação.....	96
Tabela 5.16 – Reparação nº4: sequência de aplicação.....	97
Tabela 5.17 – Processo de reparação nº1.....	98
Tabela 5.18 – Processo de reparação nº3.....	99
Tabela 5.19 – Estimativa geral de custos de reparação.....	101
Tabela 6.1 – Classificação do estado de conservação do corpo do molhe.....	108
Tabela 6.2 – Classificação do estado de conservação da cabeça do molhe.....	109
Tabela 6.3 – Classificação do estado de conservação da estrutura do farol.....	111

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Portugal Continental apresenta uma grande extensão de construção na zona litoral fruto dos seus cerca de 950 km de costa Atlântica. Muitas destas construções são em betão armado e, ao longo dos últimos anos, têm dado sinais de grande desgaste, apresentando diversas anomalias e defeitos que devem ser atendidos e reparados.

Fazendo uma análise temporária, em Portugal a partir de 1919, o uso do betão armado em edificações aumentou significativamente (INE Censos, 2011). No desenvolvimento da costa litoral portuguesa é possível encontrar vários tipos de construção em betão armado, entre os quais:

- Edifícios;
- Obras de Arte;
- Molhes (barras marítimas);
- Arranjos Exteriores.

De uma forma global, todo este parque construído requer uma intervenção a curto, médio ou longo prazo capaz de proteger a estrutura do meio ambiente e capaz de minorar as anomalias já instaladas e o seu impacto nas estruturas. Estas intervenções podem ter um carácter corretivo ou preventivo, conforme as necessidades.

O ambiente marítimo, particularmente rico em agentes químicos, é de sobremaneira agressivo para o betão armado, contribuindo para a sua deterioração acelerada. A exposição à ondulação e a ventos fortes promove também o seu desgaste. Estes fatores trazem requisitos e exigências particulares a qualquer intervenção de proteção e de reparação estrutural. Neste trabalho, aborda-se o tema da reparação de estruturas de betão armado em ambiente marítimo.

Neste contexto, os casos de estudo que serão referenciados no decorrer deste documento serão escolhidos tendo em conta a sua proximidade ao mar para que possam ser avaliados todos os indícios da presença do ambiente marítimo e o seu impacto nas estruturas de betão edificadas. A Figura 1.1 mostra o posicionamento relativo das duas estruturas analisadas.

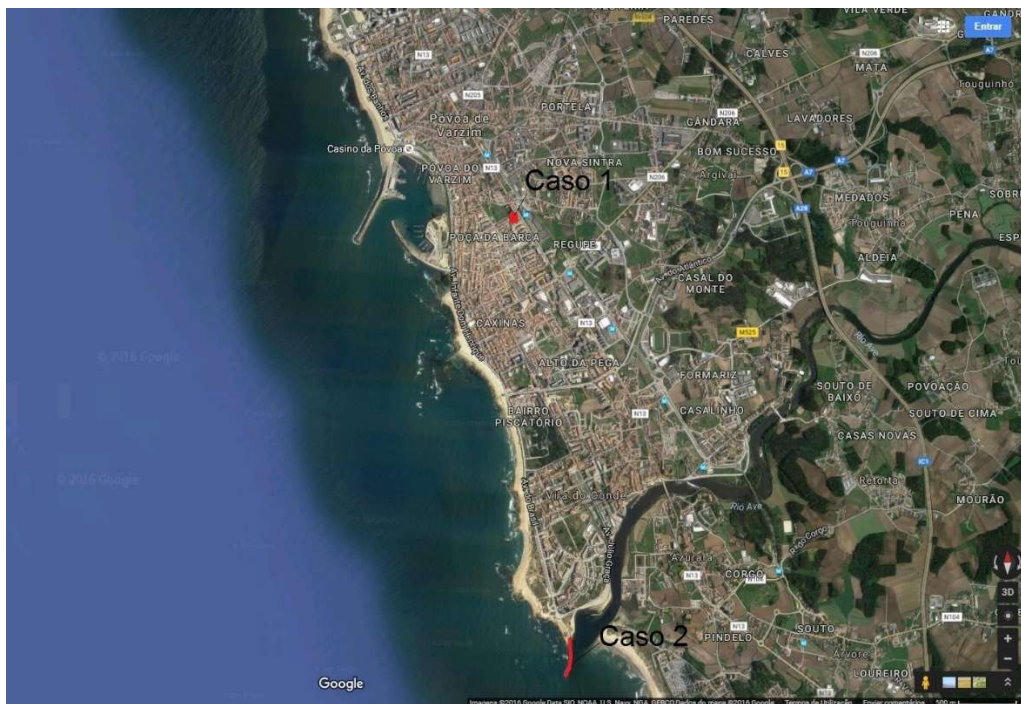


Figura 1.1 – Enquadramento geral dos casos de estudo (Imagem via Google Earth Pro).

1.2 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Os objetivos fundamentais deste trabalho são a identificação das principais causas e dos efeitos que ocorrem nas estruturas próximas de um ambiente marítimo e, com base em casos reais, proporá proposta de soluções corretivas adequadas.

Neste âmbito, detalham-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os problemas existentes nas estruturas e diagnosticá-los de uma forma eficaz através de campanhas de inspeção;
- Intervir corretamente sobre uma estrutura de betão existente;
- Identificar os princípios e métodos para reparação de estruturas em ambiente marítimo e testar materiais e sistemas de proteção de estruturas de betão;
- Avaliar um caso real, diagnosticando e adotando medidas corretivas e preventivas;
- Introduzir as novas tecnologias na inspeção de estruturas.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação aborda os temas do diagnóstico e da reparação de estruturas em ambiente marítimo. Pretende-se identificar as principais causas e os efeitos das anomalias que, de forma mais significativa,

ocorrem nas estruturas expostas ao ambiente marítimo. Seguidamente, analisam-se e propõem-se soluções de proteção e reparação adequadas para este ambiente. Concretiza-se o desenvolvimento deste trabalho na análise de dois casos de estudo.

Respondendo aos objetivos propostos, a dissertação dividir-se-á em seis capítulos gerais. Os temas serão organizados da seguinte forma:

- Capítulo 1: Introdução;
- Capítulo 2: Inspeção e diagnóstico de estruturas de betão armado;
- Capítulo 3: Reparação de estruturas de betão armado;
- Capítulo 4: Avaliação do desempenho de sistemas de proteção e reparação do betão armado;
- Capítulo 5: Caso de Estudo: Edifício de habitação coletiva;
- Capítulo 6: Integração do conceito BIM na inspeção de estruturas – Molhe de Vila do Conde.

Por fim, no Capítulo 7, tecem-se as conclusões deste trabalho e sugerem-se iniciativas para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

2 INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

2.1 GENERALIDADES

A inspeção estrutural é uma etapa fundamental na elaboração de um diagnóstico completo de qualquer edifício de betão armado. Nesta fase, procura-se obter o máximo de informação sobre o caso em estudo para que a preconização da eventual solução de reparação ou reforço seja o mais eficaz possível.

Neste processo de diagnóstico, devem ser verificados todos os pontos até à execução da estrutura, isto é, deve ser feita uma pesquisa histórica do elemento em estudo, consulta se possível dos projetos iniciais, planos de construção e controlo de obra, arquivos fotográficos e se possível tentar obter informação da entidade construtora. Todos estes elementos referidos são de grande importância porque as causas das anomalias muitas das vezes estão associadas a uma má execução podendo até decorrer de um projeto deficiente ou com falhas.

Segue-se, uma inspeção visual que deve ser cuidada e minuciosa com o objetivo de caracterizar todas as anomalias presentes, identificar as suas causas e avaliar o estado de conservação global da estrutura e dos seus componentes.

Complementarmente, os ensaios de diagnóstico, não destrutivos ou parcialmente destrutivos, com recurso a técnicas e meios específicos, visam avaliar, com maior rigor, os fenómenos que não se manifestam aparentemente e quantificar algumas propriedades relevantes.

2.2 CAUSAS DAS ANOMALIAS NO BETÃO ARMADO

As causas das anomalias presentes no betão armado dividem-se fundamentalmente em dois grupos: as anomalias que têm início na degradação do betão, e as anomalias que surgem pela corrosão das armaduras.

No grande grupo das anomalias provocadas pela degradação do betão, estas estão associadas a causas estruturais, físicas e químicas. Nesta secção, ainda genérica, identificam-se as principais anomalias relacionadas com o betão armado e distinguem-se as suas causas:

CAPÍTULO 2

Causas Estruturais:

- Impactos;
- Sobrecargas;
- Assentamentos;
- Explosões;
- Vibrações.

Causas Físicas:

- Ciclos gelo-degelo;
- Ações térmicas;
- Cristalização de sais;
- Erosão;
- Abrasão;
- Retração plástica;
- Vibrações.

Causas Químicas:

- Reação álcalis-sílica;
- Agentes agressores (sulfatos, água pura e soluções ácidas).

No grupo de anomalias que estão associadas à corrosão das armaduras, as respetivas causas dividem-se nos seguintes grupos:

- Agentes Corrosivos:
 - Internos:
Cloretos (constituintes contaminados, adjuvantes ou adições).
 - Externos:
Cloretos (provenientes da água do mar, ambiente e sais).
- Correntes Vagabundas.
- Carbonatação.

2.3 CAUSAS DAS ANOMALIAS EM ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO EM AMBIENTE MARÍTIMO

As anomalias que se poderão associar mais especificamente ao betão armado em ambiente marítimo são mais restritas e transversais a vários tipos de construção. O ambiente agressivo a que estas estruturas são expostas, do ponto de vista físico e químico, levam a que sofram um desgaste elevado diminuindo a sua vida útil se não forem convenientemente projetadas e construídas.

As estruturas situadas em ambiente marítimo apresentam na sua generalidade uma evolução no seu estado de conservação associado ao meio a que estão envolvidas.

2.3.1 Estruturas de Betão Armado em Ambiente Marítimo

As causas para as anomalias em estruturas de betão armado em ambiente marítimo estão essencialmente relacionadas com:

Causas físicas:

- Abrasão/Erosão: este tipo de causa surge pela exposição ambiental altamente agressiva. O impacto das ondas, o transporte de areais pelos ventos que provocam uma aceleração na erosão das superfícies e as zonas de estruturas em contacto direto com as alternâncias de marés.

Causas químicas:

- Contaminação por cloretos: Este agente é o mais frequente nas estruturas em ambiente marítimo, assim sendo a penetração de cloretos assume uma grande importância na inspeção e diagnóstico. As consequências deste tipo de ataque é uma corrosão ativa da armadura em forma de picadas que tal como o fenómeno de corrosão generalizada leva à perda de secção de betão por destacamento e consequente redução da secção de armadura.
- Carbonatação: apesar deste ataque ser generalizado a todas as estruturas de betão armado, o controlo deste processo de deterioração não deve ser desprezado nestes ambientes.
- Lixiviação (cristalização de sais): a cristalização de sais, em forma de eflorescências é muito comum de encontrar nestes ambientes, isto porque há infiltração de água nas peças de betão e consequente transporte dos cristais de hidróxido de cálcio e magnésio. A acumulação destes materiais leva à criação de uma “pasta branca” que faz com que sejam criados vazios, fendas entre outras anomalias que facilitam o ingresso dos agentes agressivos para o betão e para a armadura.
- Ataque por sulfatos: o teor de sulfatos na água do mar é elevado, contribuindo para a deterioração do betão por ataque químico. Deste ataque, destaca-se a formação de etringite que, sendo expansiva, pode conduzir à desintegração e fendilhação generalizada do betão.

Apesar do meio ser de difícil controlo, o facto de uma estrutura de betão ser devidamente projetada com uma avaliação da classe de exposição ambiental, recobrimentos robustos e normativos, e aplicação de produtos de proteção fazem com que a vida útil das estruturas seja mais alargada e o processo de degradação fique mais lento e controlado. A Figura 2.1 apresenta uma estrutura implantada em ambiente marítimo.



Figura 2.1 – Terminal de cruzeiros do Porto de Leixões (www.casareport.pt).

Assim, neste tipo de ambiente, os projetistas devem na fase de projeto devem tomar medidas preventivas para que as estruturas prolonguem a sua vida útil mantendo um bom estado de conservação. Formas simplificadas para o aumento da durabilidade das estruturas de betão armado começam por uma intervenção simples aumentando o recobrimento, partindo do princípio que este será a única barreira, o que acontece na maior parte dos casos. O tipo de betão a utilizar, bem como a preconização de uma solução de revestimento devem estar nos horizontes do projetista, porque na fase de execução podem ser cometidos erros que possam fazer com que surjam recobrimentos deficientes. Como pode ser verificado na Figura 2.2, existem zonas de exposição ambiental em diferentes pontos da estrutura em contexto marítimo e que deverão ser tidas em atenção. na fase de projeto.

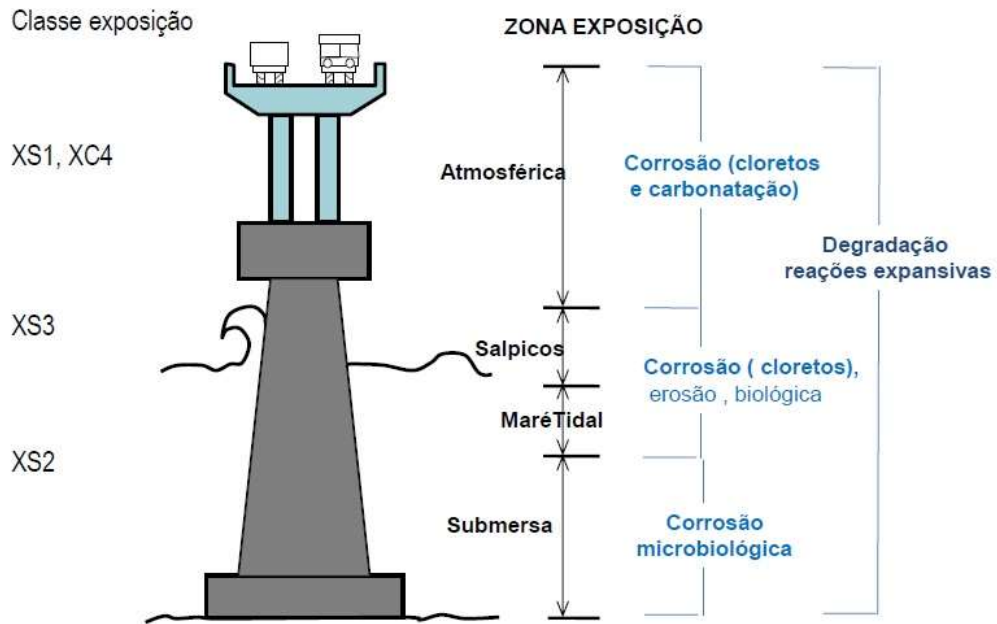


Figura 2.2 – Tipos de exposição em ambiente marítimo (SALTA, 2014).

2.3.2 Degradação do Betão - Causas Físicas: Erosão

De entre as causas físicas que provocam o desgaste superficial da camada de betão, destaca-se o fenómeno da erosão. Conforme mostra a Figura 2.3, este fenómeno é muito frequente nas estruturas na frente marítima devido às quebras da ondulação.

Para além da ação direta da água, também a presença de ventos forte, nomeadamente que transportam areias, pode provocar um desgaste acelerado da superfície de betão.

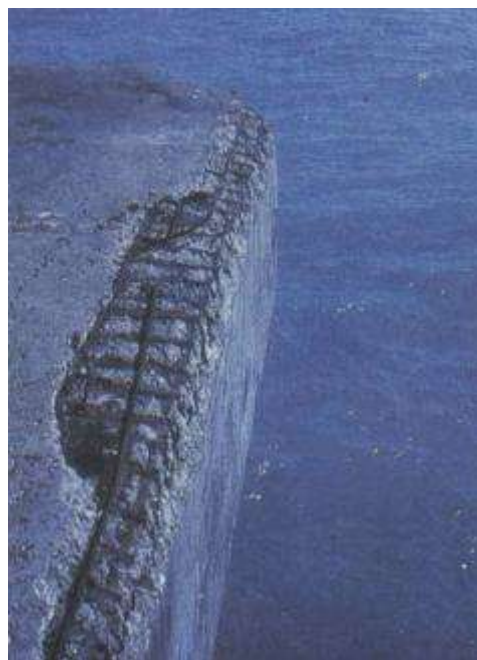
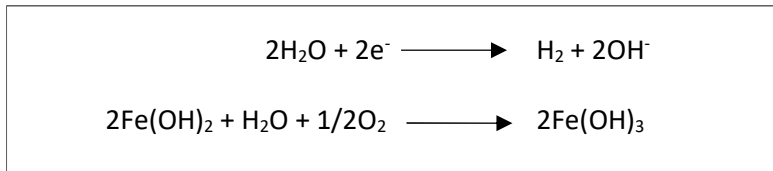


Figura 2.3 – Estrutura marítima com sinais de erosão (HELENE, 1981).

2.3.3 Corrosão das Armaduras - Generalidades

O aço que constitui as armaduras do betão armado, quando isolado está sujeito naturalmente a fenómenos de corrosão quando na presença de água e oxigénio. A presença destes dois elementos é quase permanente em ambiente marítimo e a durabilidade da estrutura muito depende da qualidade da proteção que o betão confere à armadura interna. De uma forma simplificada apresenta-se a seguir a fórmula química da corrosão.



Fórmula química da corrosão (INSRE-Isep, 2016).

O processo de corrosão, na maioria dos casos, inicia-se pela degradação do betão, seja a causa estrutural, física ou química. Motivos vários fazem com que o betão possa perder a sua capacidade passivante (proteção da armadura devido ao seu pH) e o efeito barreira se torne ineficaz permitindo a penetração de agentes exteriores e assim o seu contacto com a armadura.

A consequência da corrosão nas estruturas é de elevado impacto (ver Figura 2.4). No que diz respeito à armadura, está em causa a perda de secção e a perda de aderência dos varões. Ambos os efeitos são capazes de por em causa a segurança da estrutura diminuindo a capacidade resistente.

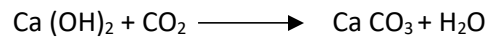
As consequências diretas para o betão são a delaminação e o destacamento da camada de recobrimento, isto porque este fenómeno faz com que haja um aumento de cerca de seis vezes o volume original dos varões gerando uma tensão normal à superfície e fazendo com a mesma se destaque.



Figura 2.4 – Corrosão das armaduras em betão armado (www.metalica.com.br).

2.3.4 Carbonatação

A carbonatação do betão é uma reação química que ocorre entre os compostos alcalinos hidratados do betão com o dióxido de carbono (CO₂) presente na atmosfera. Esta reação (ver fórmula química seguinte) tem um avanço progressivo nas superfícies de betão armado fazendo com que haja uma queda no pH de 13 (característico do betão) até valores inferiores ou iguais a 9.



Fórmula química do processo de carbonatação.

A diminuição do pH do betão que envolve as armaduras faz com que este perca a capacidade passivante, principal responsável pela estabilidade das armaduras de aço. A primeira consequência é, portanto, a corrosão da armadura conforme mostra a Figura 2.5. Consequentemente, outras anomalias associadas à carbonatação passam pelo aparecimento de fissurações, destacamento do betão e delaminação (Figuras 2.6 e 2.7).

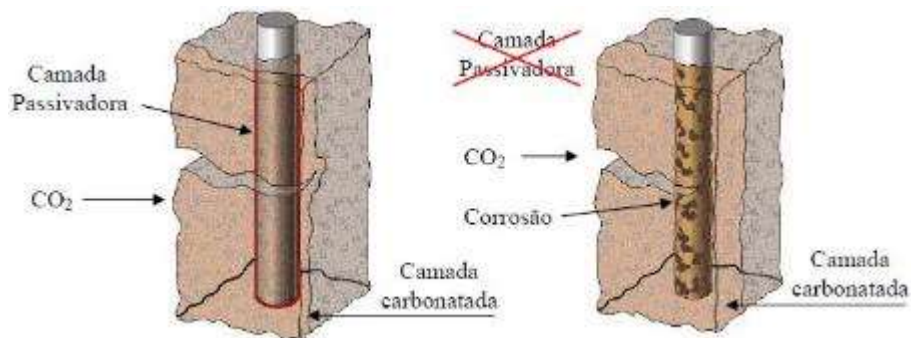


Figura 2.5 – Processo de despassivação da armadura (www.ebah.com.br).



Figura 2.6 – Corrosão da armadura, destacamento e delaminação (www.clubedoconcreto.com.br).



Figura 2.7 – Corrosão e consequente destacamento do betão carbonatado (www.scielo.mec.pt).

Segundo Adam Neville (NEVILLE, 2006), assume-se que a taxa de carbonatação, recorrendo a um modelo simples, é proporcional à raiz quadrada do tempo (t):

$$X_c = k \cdot t^{1/2} \quad (2.1)$$

onde:

X_c – profundidade de carbonatação;

k – constante que depende fundamentalmente da porosidade do betão e das condições ambientais;

t – tempo de exposição.

Medição da profundidade de carbonatação

Para a verificação da profundidade da carbonatação das estruturas de betão pode ser realizado um ensaio cromático com base na solução alcoólica de fenolftaleína. As superfícies carbonatadas apresentam-se incolores e as não carbonatadas com coloração rosa, conforme mostra a Figura 2.8.



Figura 2.8 – Profundidade de carbonatação (www.cimentoitambe.com.br).

O ensaio para determinação da profundidade de carbonatação não tem uma legislação nacional em vigor que regulamente o método e o procedimento para a sua elaboração. Este ensaio pode ser apoiado na norma RILEM CPC – 18 “*Measurement of hardened concrete carbonation depth*”. O ensaio deve ser executado preferencialmente em zonas compactas para que o ingresso de agentes exteriores não contamine o betão. O ensaio pode ser realizado através da picagem, furos ou carotes, contudo em qualquer um dos métodos o procedimento deve extração do betão sólido ou em pó deve ser controlado, isto é, se o ensaio for realizado “*in situ*” as superfícies em teste devem ser limpas e lavadas com água para que o vestígio de ensaios anteriores não contamine o ensaio a realizar (NEVILLE, 2006).

2.3.5 Cloretos

A penetração de cloretos pode ter origem interna ou externa. Considera-se que a contaminação é interna quando existe presença de cloretos nos agregados, água de amassadura e outros constituintes do betão, isto é, existe possibilidade de contaminação ainda na fase de preparação do betão. Este controlo deve ser

feito pela norma NP EN 206-1 para produção do betão tendo em conta os valores resumidos na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Classes do teor de cloretos no betão (APEB, 2008).

Utilização do betão	Classe de exposição ambiental	
	XC, XF, XA	XS, XD
Betão sem armaduras de aço ou outros metais embebidos, com excepção de dispositivos de elevação resistentes à corrosão	CI 1,0	CI 1,0
Betão com armaduras de aço ou outros metais embebidos	CI 0,40 ¹⁾	CI 0,20 ¹⁾
Betão com armaduras pré-esforçadas	CI 0,20 ¹⁾	CI 0,10 ¹⁾
¹⁾ Estas classes podem deixar de se aplicar se foram tomadas medidas especiais de protecção contra a corrosão, como protecção do betão, ou recobrimentos, devidamente justificados, ou utilização de aço inox.		

Contudo, o principal problema surge com a penetração de cloretos com origem exterior, como por exemplo cloretos com origem no ar em ambientes marítimos, que se tem mostrado a principal causa da corrosão das armaduras nestes ambientes (COSTA, APPLETON, 1999).

Os cloretos existentes no meio ambiente podem penetrar no betão através dos seguintes mecanismos:

- Difusão iónica;

Este tipo de mecanismo ocorre devido à alteração de gradientes de concentração iónica entre o meio exterior e o interior da superfície de betão. Este tipo situação acontece sempre que os iões de cloreto procuram o equilíbrio.

- Migração iónica;

No betão a migração dos iões pode acontecer pelo próprio campo gerado pela corrente eléctrica do processo eletroquímico como por ação de campos eléctricos externos. Uma vez que os iões de cloretos têm carga negativa a ação destes campos descritos faz com que haja uma migração iónica.

- Fluxo de água (permeabilidade e absorção por capilaridade).

A velocidade de penetração depende da permeabilidade do betão, do teor em cloretos no meio envolvente e do teor de humidade do betão. Uma característica do ataque por cloretos é o tipo de corrosão.

No caso da carbonatação, a corrosão das armaduras é uniforme enquanto na corrosão por penetração de cloretos é uma corrosão por picadas, mais rápida e agressiva (ver Figura 2.9).



Figura 2.9 – Armadura com corrosão por picadas (www.clubedoconcreto.com.br).

Como já referenciado, a corrosão por ataques de cloretos é em forma de picadas na película passivante e dá-se sem haver redução do pH do betão. Uma característica desta forma de corrosão é a destruição pontual da película passivante, funcionando esta zona de rotura da película como ânodo e a restante superfície do aço em contacto com o betão como cátodo.

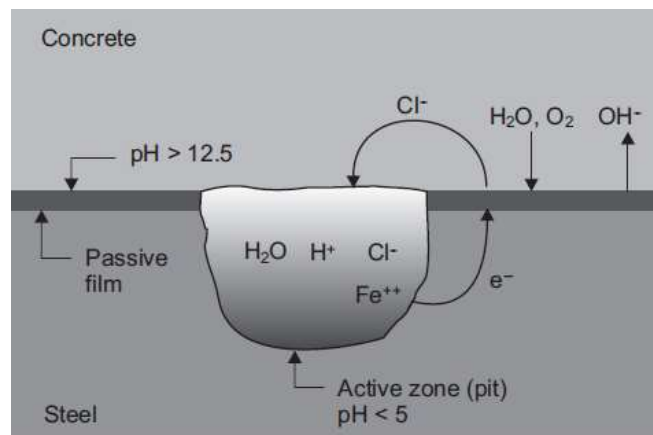


Figura 2.10 – Esquema da reação química do ataque por cloretos (www.sxd.danang.gov.vn).

De forma sucinta e resumida, a reação química apresentada na Figura 2.10 é resultado da grande desproporção de áreas anódicas e catódicas que faz com que a quantidade de eletrões que se produz na zona anódica ataque em profundidade em zonas localizadas (BAIÃO, 2012).



a) Corrosão por picadas (www.bushman.cc).



b) Pormenor de corrosão por picadas em varão de aço (www.duromac-cp.de).

Figura 2.11 – Exemplos de corrosão por picadas.

Na avaliação do ataque por cloretos nas peças estruturais de betão, deve ser avaliado o limite crítico do teor de cloretos no betão. Este valor indica a concentração mínima de cloretos que promove a despassivação da armadura e posteriormente o início da corrosão.

O teor de cloretos no betão depende:

- pH do betão;
- Humidade relativa do meio ambiente;
- Temperatura - uma temperatura mais elevada associada a um ambiente rico em cloretos pode acelerar as reações químicas, fazendo com que a corrosão por cloretos seja mais progressiva.

Nas estruturas de betão armado, o regulamento europeu, nomeadamente o Eurocódigo 2 – Projeto de estruturas de betão, define, conforme as classes de exposição ambiental, como demonstra a Tabela 2.2, a classe mínima do betão a usar em ambientes em que sejam suscetíveis a ocorrência da indução por cloretos (o mesmo procedimento e requisito é usado à carbonatação). Com isto, o projetista de uma nova estrutura/reabilitação estrutural, deve obrigatoriamente cumprir este requisito inicial.

Tabela 2.2 – Classe de resistências indicativas para estruturas de betão: cloretos (adaptado de EC2 (2010)).

Corrosão										
	Corrosão induzida por carbonatação				Corrosão induzida por cloretos			Corrosão induzida pelos cloretos da água do mar		
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Classe indicativa de resistência	C20/25	C25/30	C30/37		C30/37		C35/45	C30/37	C35/45	

A presença excessiva de concentração de cloretos no ar em proximidade com o ambiente marítimo é constante. Nas estruturas em contacto direto com o mar, nomeadamente molhes (barras) e similares, são atacadas pelos cloretos em zonas de contacto direto com a água, sendo estas zonas em contacto com amplitudes de marés e zonas de impacto de rebentação de ondas (COIAS, 2006).

Medição do teor de cloretos

Para a determinação do teor de cloretos no betão que apresente um ataque por cloretos recorre-se à análise de amostras de pó de betão obtidas por perfuração da estrutura a diferentes profundidades. Em cada ponto e cada profundidade de ensaios, devem ser retiradas cerca de 20 g de pó (ver Figura 2.12).



Figura 2.12 – Recolha de amostras para avaliação do teor de cloretos (www.scielo.mec.pt).

O pó recolhido é posteriormente misturado com uma solução ácida normalizada de 20 ml que reage com a presença de cloretos. O aparelho de medição do teor de cloretos é composto por um elétrodo e um sensor de temperatura que permite obter a intensidade da reação eletroquímica (INSRE-Isep, 2016).

Tal como o ensaio para determinação da profundidade de carbonatação, o ensaio para determinação do teor de cloretos não é regulamentado por nenhuma norma nacional, contudo o mesmo deverá ser suportado pela normalização de referência, sendo esta a *BS 1881 Part 6* e a *AASHTO T260-84*.

Convém referir que na preparação do ensaio deverão ser conhecidas as posições das armaduras dos elementos estruturais e feita uma análise ao recobrimento existente para avaliação do impacto deste agente agressor (COIAS, 2006).

2.3.6 Sulfatos

O ataque por sulfatos nas estruturas em ambiente marítimo também é uma causa das anomalias típicas nas estruturas de betão armado. O ião sulfato pode estar presente nas águas como nos terrenos. Este tipo de reação acontece quando o ião sulfato é transportado fundamentalmente pela água para o interior do betão, reagindo com o hidróxido de cálcio da pasta de cimento. A formação de um novo produto expansivo, denominado por etringite, põe em causa a integridade do próprio betão.

O destacamento, delaminação e desintegração do betão são manifestações e anomalias típicas deste agressor. A Figura 2.13 mostra o seu efeito.



Figura 2.13 – Destacamento e delaminação do betão por ação dos sulfatos (www.mapei.pt).

Determinação do teor de sulfatos

Para a determinação do teor de sulfatos, o tipo ensaio necessita de recolhas da estrutura de betão e do tipo de agente agressor, isto é, se é um agente interno constituinte do betão ou agente agressor externo, como por exemplo, o contacto com águas residuais. Desta forma o ensaio é o mais complexo e necessita de uma equipa de laboratório para obtenção dos resultados. (ver Figura 2.14).

O procedimento do ensaio é análogo ao ensaio da determinação do teor de cloretos, isto é, ao pó retirado é adicionado uma solução ácida e através dessa reação ser medido o teor de sulfatos na peça retirada. Outra forma de analisar o ataque é fazendo a remoção de uma carote do elemento estrutural e através uma análise à microestrutura do betão avaliar a expansão da etringite dentro da secção.



Figura 2.14 – Ensaio de laboratório para obtenção do teor de sulfatos (DURATINET, 2013).

3 REPARAÇÃO E PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

3.1 INTRODUÇÃO

A reparação e proteção de estruturas de betão armado é o objetivo central depois de uma correta análise às estruturas existentes. Este processo é executado com base na Norma Europeia NP EN 1504 (2006). Esta norma define:

- Princípios de reparação;
- Necessidade de diagnósticos precisos das causas de deterioração antes das especificações do método de reparação;
- Compreensão detalhada das necessidades do cliente;
- Requisitos de desempenho dos produtos e métodos de ensaios;
- Controlo de produção na fábrica e avaliação da conformidade, incluindo marcação CE;
- Métodos de aplicação e controlo de qualidade dos trabalhos.

3.2 NORMA EUROPEIA NP EN 1504

A norma apresentada é dividida em dez partes, nomeadamente:

- Parte 1: Definições – NP EN 1504-1 (2006)
 - Nesta parte da norma são identificados todos os termos necessários e as suas definições que complementam as normas a seguir. É dividida em três partes fundamentais tais como: objetivo e campo de aplicação, referências normativas e termos e definições.
- Parte 2: Sistemas de proteção superficial do betão – NP EN 1504-2 (2006)
 - No seguimento desta parte da norma, o seu objetivo fundamental é a especificação, desempenho, segurança e avaliação da conformidade dos produtos e sistemas a utilizar para a proteção superficial do betão, com o objetivo de aumentar a durabilidade do betão, quer se trate de betão novo ou intervenções de reparação e manutenção.
- Parte 3: Reparação estrutural e não estrutural – NP EN 1504-3 (2006)

- A presente norma, nomeadamente a parte três, especifica os requisitos para a identificação, desempenho e segurança dos produtos e sistemas a utilizar na reparação estrutural e não estrutural de estruturas em betão. É apresentado um quadro de desempenhos para as utilizações pretendidas conforme os seus princípios de reparação.
- Parte 4: Colagem estrutural – NP EN 1504-4 (2006)
 - A parte quatro, especifica os requisitos de identificação e desempenho nos produtos e sistemas a utilizar na colagem de materiais de reforço estrutural. Aplica-se na colagem de aço-betão, FRP-betão e aderência betão-betão.
- Parte 5: Injeção de betão – NP EN 1504-5 (2006)
 - A injeção de betão é utilizada para o preenchimento de fissuras, sejam elas ativas ou passivas, preenchimentos de vazios e selagem dos elementos. A parte cinco da norma especifica requisitos e critérios de conformidade para a identificação, desempenho e segurança de produtos de injeção utilizados na reparação e proteção de estruturas de betão.
- Parte 6: Ancoragem de armaduras de aço – NP EN 1504-6 (2008)
 - A parte seis especifica os requisitos para a identificação, desempenho e segurança para produtos e sistemas na utilização de ancoragens de armaduras de aço no reforço estrutural.
- Parte 7: Proteção contra a corrosão de armaduras – NP EN 1504-7 (2008)
 - Nesta parte da norma, são definidos os tipos de revestimentos para proteção das armaduras de aço em estruturas de betão armado, excluindo as armaduras usadas em pré-esforço e aço inox. São definidos os requisitos dos revestimentos, bem como as suas propriedades necessárias nas aplicações.
- Parte 8: Controlo de qualidade e avaliação da conformidade – NP EN 1504-8 (2006)
 - A parte oito da norma especifica os princípios de controlo de qualidade e de avaliação da conformidade relativamente às marcações dos produtos e sistemas para proteção e reparação das estruturas. Esta parte da norma é aplicada às partes anteriormente descritas, desde a parte 2 à parte 7. Trata-se de uma parte muito relevante da norma, porque tem como objetivo a filtragem de todos os produtos e sistemas para que haja uma maior eficácia e qualidade na produção destes.
- Parte 9: Princípios gerais para a utilização de produtos e sistemas – NP EN 1504-9 (2009)

- A parte 9 é a parte principal para a aplicação dos produtos e sistemas. Esta parte define os princípios para a proteção e a reparação das estruturas de betão que apresentem necessidades de intervenção. Serve como orientação para a execução de uma preconização com vista a solucionar, reparar ou corrigir algum dano ou anomalia presente nas estruturas.
- Parte 10: Aplicação de produtos e sistemas e controlo da qualidade da obra – NP EN 1504-10 (2008)
 - O controlo de qualidade na execução da obra de reparação e/ou correção é extremamente importante para que haja um resultado satisfatório na aplicação da preconização escolhida. Esta parte da norma define e especifica a aplicação em obra dos produtos e sistemas e o controlo da qualidade dos trabalhos de proteção e reparação.

De uma forma global, as diferentes partes da norma encontram-se articuladas de forma estruturada, seguindo-se uma cadeia de procedimentos em que o encadeamento destas é altamente importante para a objetividade e eficácia da solução de intervenção e reparação. Desta forma, o processo de inspeção e diagnóstico é extremamente importante para uma elaboração cuidada, com recurso à norma para prescrever a melhor solução possível.

Tendo em conta a generalidade da parte 9, com os princípios gerais para a utilização de produtos e sistemas de reparação, destaca-se no próximo ponto os aspetos principais do seu conteúdo.

3.3 PRINCÍPIOS GERAIS PARA APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE REPARAÇÃO E PROTEÇÃO: NORMA EUROPEIA NP EN 1504 – PARTE 9

A parte 9 da presente norma refere-se aos princípios fundamentais para a reparação e proteção conforme a necessidade de reparação. Identificam-se os princípios propostos e respetivos métodos de concretização:

- Princípio 1: Proteção contra penetração dos agentes agressivos

- Métodos de Reparação:

- Impregnação Hidrofóbica;
 - Impregnação;
 - Revestimentos;
 - Tratamento superficial de fissuras;
 - Colocação de painéis exteriores;
 - Aplicação de membranas.

- Princípio 2: Controlo da humidade

- Métodos de Reparação:

- Impregnação Hidrofóbica;
 - Impregnação;
 - Revestimentos;
 - Colocação de painéis exteriores;
 - Tratamento eletroquímico.

- Princípio 3: Reperfilamento do betão

- Métodos de Reparação:

- Argamassas de aplicação manual;
 - Reperfilamento com betão ou argamassa;
 - Substituição de elementos de betão.

- Princípio 4: Reforço estrutural

- Métodos de Reparação:

- Adição de armaduras exteriores;
 - Colagem de elementos de reforço;
 - Enchimento de fissuras ou vazios;
 - Pré-esforços (pós-tensão).
- Principio 5: Resistência física
 - Métodos de Reparação:
 - Revestimento;
 - Impregnação;
 - Adição de argamassa ou betão.
- Principio 6: Resistência química
 - Métodos de Reparação:
 - Revestimento;
 - Impregnação;
 - Adição de argamassa ou betão.
- Principio 7: Manutenção ou restauro da passividade
 - Métodos de Reparação:
 - Aumento do recobrimento com argamassa ou betão;
 - Substituição do betão contaminado ou carbonatado;
 - Re-alcanização do betão.
- Principio 8: Aumento da resistividade
 - Métodos de Reparação:
 - Impregnação Hidrofóbica;
 - Impregnação;
 - Revestimentos.
- Principio 9: Controlo catódico
 - Métodos de Reparação:
 - Limitação do teor de oxigénio por saturação ou revestimento superficial.

- Princípio 10: Proteção catódica
 - Métodos de Reparação:
 - Aplicação de um potencial elétrico.
- Princípio 11: Controlo de zonas anódicas.
 - Métodos de Reparação:
 - Revestimento ativo das armaduras;
 - Revestimento de proteção de armaduras;
 - Aplicação de inibidores de corrosão.

Depois de analisada a causa da nossa anomalia e a sua progressão deve-se escolher convenientemente um ou mais princípios de reparação e posteriormente aplicar o método adequado para cada princípio.

Como se pode verificar, existe uma ligação entre métodos e nenhum deles por si só é suficiente para uma reparação/intervenção. A Tabela 3.1 visa estabelecer a relação entre métodos e princípios de reparação.

Tabela 3.1 – Matriz Métodos/Princípios de Reparação e Proteção (NP EN 1504).

Métodos	Princípios de Reparação e Proteção de Betão Armado										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Impregnação Hidrofóbica	X	X						X			
Revestimento	X	X			X	X		X			
Preenchimento de Fissuras	X			X							
Aplicação de Membranas	X										
Reperfilamento de Betão			X								
Aumento do Recobrimento							X				
Subst. do Betão Contaminado							X				
Re-alkalinização Elect. do Betão Carbonatado							X				
Extração Elect. de Cloretos							X				
Revestimento de Proteção de Armaduras											X

Os métodos e os princípios anteriormente relacionados, referem-se ao mais comuns em estruturas em ambiente marítimo, devendo em cada caso ser avaliado a aplicação dos onze princípios de aplicação.

Pretende-se, neste trabalho, identificar os que mais se adequam para os problemas e para o ambiente marítimo.

3.4 ETAPAS FUNDAMENTAIS NO PROCESSO DE REPARAÇÃO E PROTEÇÃO DO BETÃO ARMADO

No presente capítulo irão ser abordadas e descritas as etapas fundamentais a adotar num processo de reparação e proteção de estruturas em betão armado. O uso deste procedimento na preconização de solução para uma intervenção, respeitando toda a cadeia de processos, faz com que seja possível conhecer a história da estrutura até à receção da obra.

1ª Etapa – Avaliação da segurança da estrutura antes da reparação

A estrutura deve ser avaliada quanto à sua segurança antes da reparação, garantido que todas as operações de inspeção, diagnóstico ou alguma intervenção que seja necessária realizar seja executada de acordo com condições de segurança.

2ª Etapa – Avaliação de defeitos e as suas causas

A estrutura deve ser avaliada e diagnosticada, recorrendo à elaboração de um relatório que seja de análise profunda e adequada à situação para que sejam identificados os defeitos e as causas.

3ª Etapa – Opções de gestão da estrutura

Nesta fase, são avaliados os fatores de base, fatores estruturais, factos ligados à saúde e segurança e fatores ambientais. Isto significa que serão definidos todos os procedimentos de intervenção e a sua tomada de decisão tendo em conta fatores como, a vida útil de serviço dos trabalhos de proteção e reparação, o desempenho requerido da estrutura, a contabilização das ações durante a execução da reparação e depois da reparação e as consequências da reparação sobre os ocupantes ou utilizadores da estrutura.

4ª Etapa – Seleção dos Princípios de Reparação/Reforço

Nesta etapa são escolhidos os princípios para posteriormente serem filtrados os métodos de proteção e reparação, conforme a parte 9 da NP EN 1504, com o objetivo de preconizar as soluções de intervenção.

5ª Etapa – Seleção dos Métodos de Reparação/Reforço

Nesta etapa são escolhidos os métodos de proteção e reparação, conforme os princípios previamente selecionados.

6ª Etapa – Definição das propriedades dos produtos

Depois do(s) princípio(s) e o(s) método(s) estarem devidamente definidos de acordo com as necessidades da estrutura, é elaborada a preconização de reparação/reforço. Os produtos e sistemas selecionados deverão satisfazer as necessidades e os requisitos definidos nas partes de 2 a 7 da presente norma, consoante o princípio e método de reparação/reforço.

7ª Etapa – Processo de reparação

Nesta etapa insere-se a manutenção após a proteção e reparação, quer isto dizer que são especificados os requisitos da aplicação em obra conforme a EN 1504-10. Esta parte é útil na medida em que são controlados todos os parâmetros durante a fase da execução da reparação. Deverá ser elaborado um plano de gestão da manutenção com a instrução para a inspeção e manutenção a executar durante o resto da vida útil da estrutura.

3.5 PRINCÍPIOS E MÉTODOS COMUNS NAS ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO EM AMBIENTE MARÍTIMO

Nas estruturas em ambiente marítimo para além das causas das anomalias provocadas pela erosão em que há uma perda da secção da estrutura, os agentes agressores exteriores devem ser controlados, nomeadamente o dióxido de carbono e fundamentalmente o ingresso de cloretos.

Na Figura 3.1 é demonstrado um caso típico de anomalias que pode ser ligado às estruturas de betão armado. Encontram-se na superfície, antes da reparação, pontes de abrasão/erosão e o aparecimento de fendas na estrutura. Estes danos fazem com que haja uma entrada, sem qualquer obstáculo, de agentes que irão ativar uma corrosão.

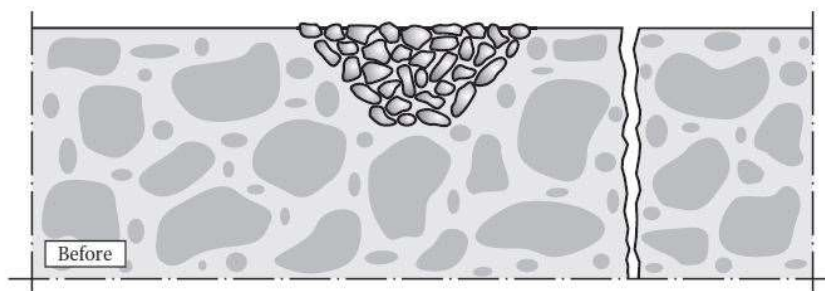


Figura 3.1 – Exemplificação de danos típicos em estruturas de betão armado (RAUPACH, BUTTNER 2014).

Para reparar este caso, na Figura 3.2, propõe-se uma intervenção que tem como base o preenchimento de fendas, um reperfilamento e correção da superfície de betão e, posteriormente, uma impregnação hidrofóbica que faz com que a superfície seja repelente à penetração a água e outros agentes contaminantes em solução aquosa. Com este tipo de tratamento, como é possível analisar na mesma figura, o acesso de CO_2 fica também praticamente anulado existindo uma barreira de proteção. Conclui-se então, que nesta intervenção foram executados o Princípio 1 e o Princípio 3.

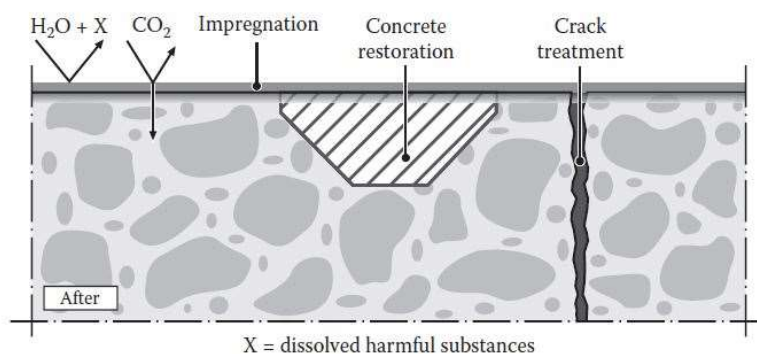
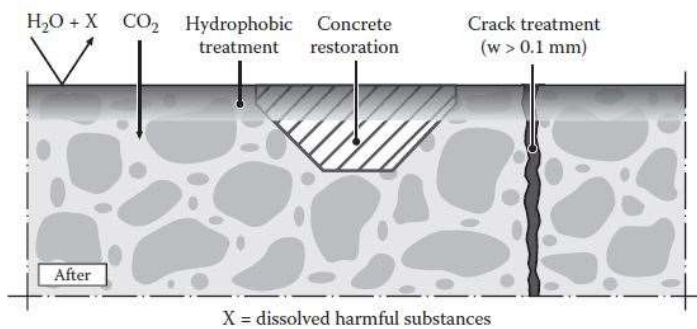


Figura 3.2 – Exemplificação de correções típicas em estruturas de betão armado (RAUPACH, BUTTNER 2014).

Nos casos mais críticos em que há uma perda da passividade das armaduras e um ataque por carbonatação ou penetração de cloretos o processo é mais complexo, contudo de execução viável. O que se executa nestes casos é um aumento de uma camada de betão diretamente ligada ao ataque em questão. Assim sendo pretende-se que a intervenção seja capaz de restaurar ou aumentar a passividade. Como foi observado, numa reparação, num determinado principio de atuação não devem ser individualizados os métodos, isto quer dizer que, em cada caso, para corrigir ou atuar sobre uma situação de correção ou prevenção são avaliados vários métodos que por uma sequencia lógica serão aplicados. Neste capítulo serão abordados e explicados os casos mais específicos de métodos associados à reparação de estruturas de betão armado em ambiente marítimo, bem como o objetivo das mesmas reparações.

3.5.1 Impregnação Hidrofóbica

A impregnação é um tipo de tratamento que tem como objetivo fundamental a redução da porosidade do betão. Os poros do betão devem a ficar a ficar revestidos de forma a que haja uma proteção homogênea da superfície. No caso de a impregnação ser hidrofóbica, o seu objetivo é que a superfície seja repelente à água, isto é, que com a sua aplicação seja impossível a penetração de partículas de água dentro das peças de betão armado (ver Figura 3.3). Os produtos e sistemas a aplicar neste método devem obedecer aos requisitos e critérios principais descritos na parte dois da NP EN 1504.



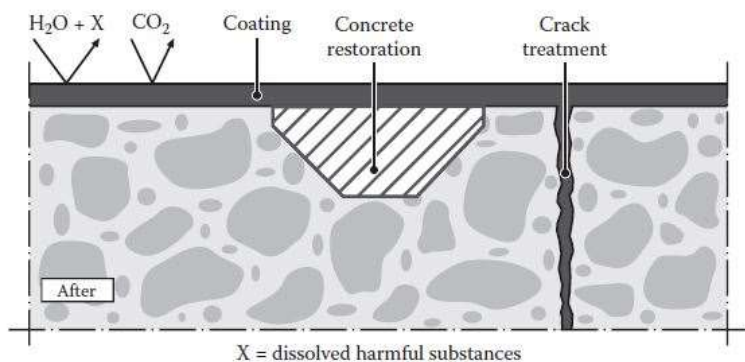
a) Esquema de impregnação hidrofóbica ((RAUPACH, BUTTNER 2014).

b) Exemplo de aplicação de uma impregnação hidrofóbica (www.epms-supplies.co.uk).

Figura 3.3 – Impregnação hidrofóbica.

3.5.2 Revestimento

O objetivo e a aplicação deste método são similares ao método de impregnação. A aplicação de produtos e sistemas de revestimento tem como objetivo principal o melhoramento da superfície do betão, fazendo com que este obtenha uma maior resistência aos ataques externos (ver Figura 3.4). Estes revestimentos são constituídos fundamentalmente por resinas acrílicas e os seus requisitos e principais propriedades estão definidos na parte dois da NP EN 1504.



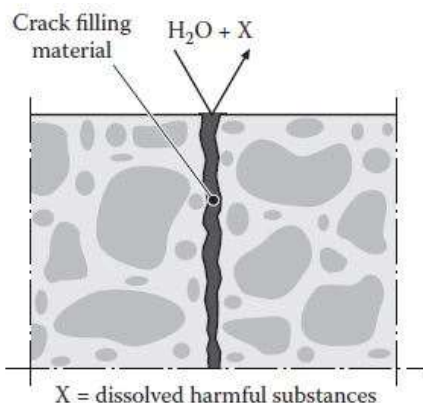
a) Esquema de revestimento de proteção (RAUPACH, BUTTNER 2014).

b) Exemplo de aplicação de revestimento de proteção (www.materialsforengineering.co.uk).

Figura 3.4 – Revestimento de proteção.

3.5.3 Preenchimento de Fissuras

Quando o método de reparação ou proteção de estruturas de betão armado passam pelo preenchimento de fissuras, devem ser avaliados dois tipos de fissuras: as fissuras estáticas ou passivas que apresentam uma largura constante e estável; ou fissuras ativas, cuja largura vai variando ao longo do tempo. Em ambos os casos, o objetivo da utilização deste método envolve a selagem do elemento para não permitir a passagem de agentes agressivos exteriores (ver Figura 3.5). Os critérios principais na aplicação deste método estão descritos na parte cinco da NP EN 1504.



a) Esquema de tratamento de fissuras (RAUPACH, BUTTNER 2014).

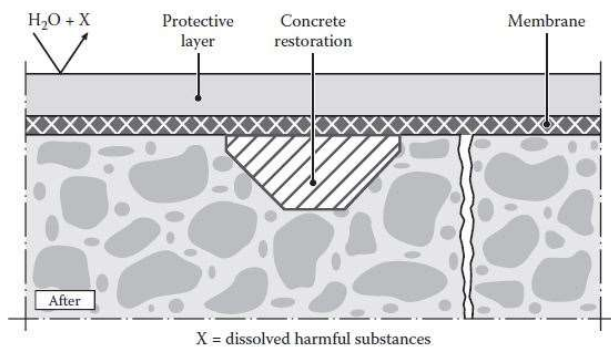
b) Exemplo de preenchimento de fissuras (www.bau-ss.com).

Figura 3.5 – Preenchimento de fissuras.

3.5.4 Aplicação de Membranas

A aplicação de membranas tem o objetivo de criar uma barreira aos ataques ou penetração dos agentes agressivos. Estas membranas podem ser aplicadas em forma líquida ou tela (rolo), sendo estas

tipicamente telas asfálticas (betuminosas) (Figura 3.6 – Aplicação de membranas.. As características que diferenciam este método de proteção relacionam-se com a elasticidade e a ductilidade que é mais elevada comparativamente aos elementos anteriormente referidos. Em todo este processo, a aderência das membranas é assegurada pelo bom estado do suporte. De forma a aumentar a resistência mecânica das membranas, as mesmas podem ser reforçadas com malhas de fibra (RAUPACH, BUTTNER 2014).



a) Esquema de aplicação de membranas (RAUPACH, BUTTNER 2014).

b) Exemplo de aplicação de membranas asfálticas (www.lusomat.pt).

Figura 3.6 – Aplicação de membranas.

3.5.5 Reperfilamento com Betão ou Argamassa: Processo Manual ou Projetado

A técnica manual de reperfilamento de estruturas com betão ou argamassa, como mostra a Figura 3.7 a), consiste na reconstituição das peças de betão armado com recurso a técnicas tradicionais, isto é, a aplicação com recurso a colher. A imagem da alínea b) é uma técnica mais evoluída, vulgarmente conhecida como “betão projetado”. A projeção é feita com recursos mecânicos e devem ser tidos em atenção a fluidez do material a aplicar. Nos casos de reperfilamento de secções, com grandes áreas de aplicação de betão, o recurso à projeção é quase permanente. Quer no processo manual ou projetado, os critérios principais dividem-se em dois grupos de reparação: a reparação estrutural da Classe R3 e R4 e reparação não estrutural da Classe R1 e R2. Estes critérios e especificações estão contidas na parte três da NP EN 1504.



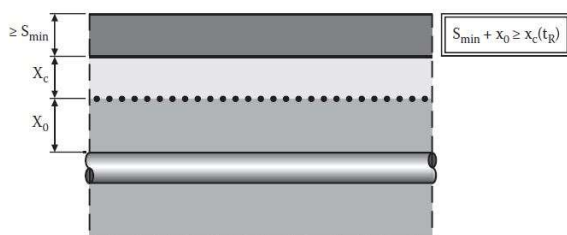
a) Reperfilamento manual (www.sika.pt).

b) Reperfilamento projetado (www.stap.pt).

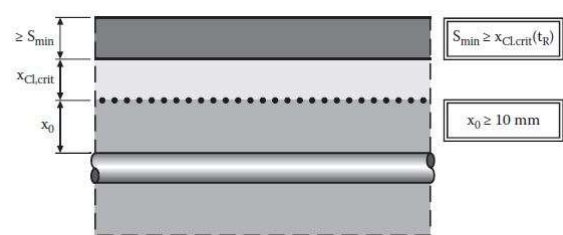
Figura 3.7 – Reperfilamento do betão.

3.5.6 Aumento do Recobrimento com Betão ou Argamassa

Este método de reparação/proteção de estruturas de betão armado pertencente ao Princípio 7, tem como finalidade o aumento ou restauro da passividade. Quanto menor for o recobrimento de uma peça de betão armado, mais fácil será o ingresso de agentes externos como o ataque de cloretos ou carbonatação. Assim conforme o tipo de ataque (ver Figura 3.8), o aumento do recobrimento é em função da profundidade do ataque. O método é bastante simples na sua execução, passando apenas por um aumento S_{min} de recobrimento conforme a necessidade. Os critérios principais deste método estão especificados na Parte 3 da NP EN 1504.



where
 S_{min} = Additional mortar or concrete layer
 X_c = Carbonation depth
 X_0 = Thickness of the not carbonated concrete layer
 t_R = Time at the end of the remaining service life



where
 S_{min} = Additional mortar or concrete layer
 $X_{Cl,crit}$ = Depth of the critical chloride content
 X_0 = Thickness of the concrete layer with uncritical chloride contents
 t_R = Time at the end of the remaining service life

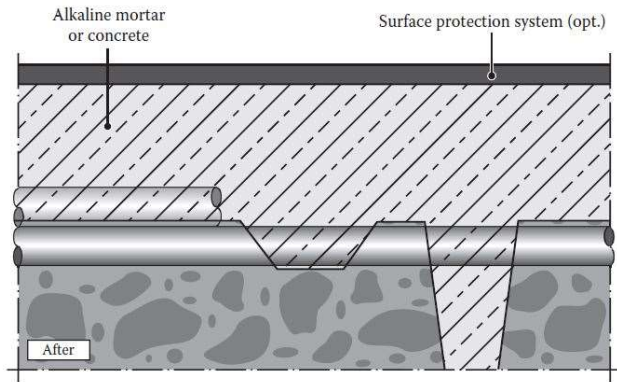
a) Esquema do aumento do recobrimento sobre superfícies carbonatadas (RAUPACH, BUTTNER 2014).

b) Esquema do aumento do recobrimento sobre superfícies atacadas por cloretos (RAUPACH, BUTTNER 2014).

Figura 3.8 – Aumento do recobrimento com betão ou argamassa.

3.5.7 Substituição do Betão Contaminado

A substituição do betão contaminado visa também obter um aumento ou restauro da passividade, isto é, depois de verificado que há um agente agressor na estrutura, o mesmo betão deve ser removido, através de meios manuais ou mecânicos, até ser encontrado um “betão limpo”. Depois desta fase, executam-se os procedimentos referentes ao reperfilamento e proteção da superfície (ver Figura 3.9).



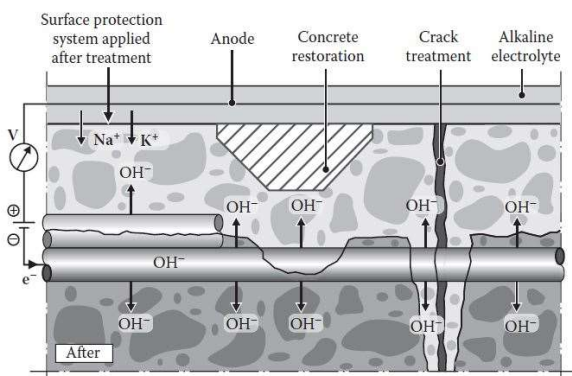
a) Esquema de substituição do betão contaminado (RAUPACH, BUTTNER 2014).

b) Exemplo de remoção de betão contaminado (www.jettyrepairs.blogspot.pt).

Figura 3.9 – Substituição/remoção do betão contaminado.

3.5.8 Re-alkalinização Eletroquímica do Betão Carbonatado

A re-alkalinização eletroquímica do betão carbonatado consiste na instalação de um potencial elétrico (malha anódica) como demonstra a alínea b) da Figura 3.10. aproximada da armadura principal. O objetivo deste método é a obtenção do equilíbrio elétrico no elemento estrutural. Este método não bloqueia o ingresso de agentes agressores e por isso deverá ser combinado com outro método de reparação/proteção.



a) Esquema de re-alkalinização eletroquímica do betão carbonatado (RAUPACH, BUTTNER 2014).

b) Exemplo de execução de malha anódica membranas (www.jpbroomfield.co.uk).

Figura 3.10 – Re-alkalinização eletroquímica do betão carbonatado.

3.5.9 Extração Eletroquímica de Cloretos

O processo de extração eletroquímica é idêntico ao anterior. O objetivo deste método é que com a instalação de uma corrente elétrica entre a armadura e uma malha que funciona como ânodo haja uma expulsão dos cloretos em direção à superfície. Tal como o método anterior, este método não é suficiente por si só, uma vez que serve como extração e, assim que este estiver concluído, devem ser tomados os métodos de proteção e reparação como mostra a Figura 3.11.

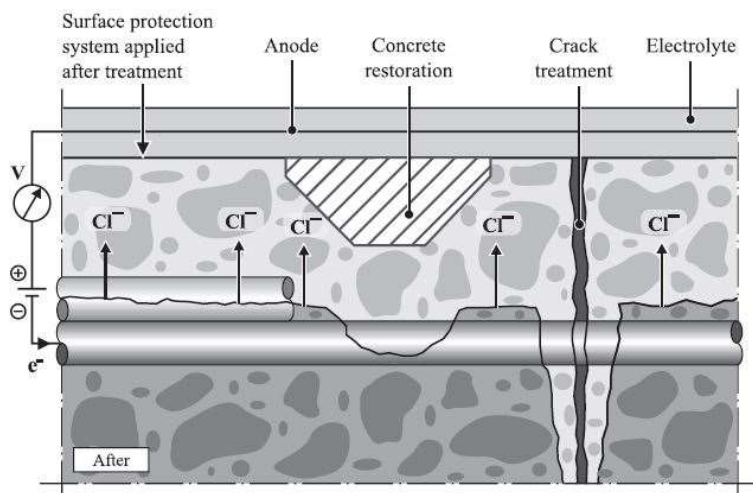
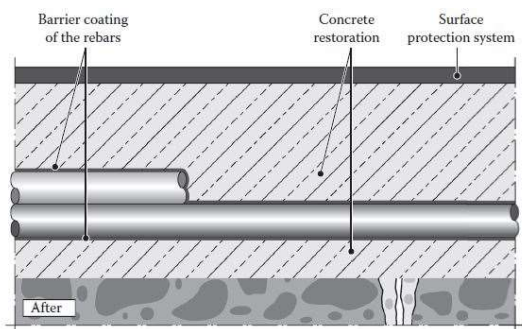


Figura 3.11 – Extração eletroquímica de cloretos (RAUPACH, BUTTNER 2014).

3.5.10 Revestimento de Proteção das Armaduras

O revestimento de proteção de armaduras cobre a aplicação de um produto com propriedades inibidoras da corrosão sobre as armaduras limpas, isto é, sem sinais de corrosão (ver Figura 3.12). O objetivo desta proteção envolve a promoção da estanquidade à penetração de água e oxigénio (efeito barreira), bem como a criação de um ambiente alcalino em torno da armadura (efeito passivante), para que não seja deflagrada a corrosão.

Os critérios principais a respeitar na aplicação destes produtos correspondem à Parte 7 da norma NP EN 1504.



a) Esquema de aplicação de revestimento de proteção de armaduras (RAUPACH, BUTTNER 2014).

b) Esquema de aplicação de revestimento de proteção de armaduras (www.weber-belgium.be).

Figura 3.12 – Revestimento de proteção de armaduras.

3.6 CONTROLO DE QUALIDADE EM OBRA: NORMA EUROPEIA NP EN 1504 – PARTE 10

Como referido no resumo descritivo das partes da norma, a Parte 10 assume uma elevada importância na aplicação prática da norma. Conforme descrito na norma, devem ser consideradas as condições físicas, eletroquímicas e químicas do substrato e quaisquer contaminações, a capacidade da estrutura para suportar cargas, movimentos e vibrações durante a proteção e a reparação, as condições ambientais e as características dos materiais da estrutura e dos produtos e sistemas de proteção e reparação.

Os seguintes requisitos devem ser assegurados, nomeadamente:

- Obtenção das condições requeridas do substrato no que respeita à limpeza, rugosidade, fendilhação, resistência à tração e compressão, cloretos ou outros contaminantes e a sua penetração, profundidade de carbonação, teor de humidade, temperatura e grau de corrosão da armadura.
- Obtenção da compatibilidade do betão e das armaduras originais com os produtos e sistemas de proteção e reparação e da compatibilidade entre diferentes produtos e sistemas, incluindo evitar o risco de criar condições que possam causar corrosão.
- Obtenção das propriedades especificadas dos produtos e sistemas após aplicação e endurecimento a fim de que estes assegurem a função de proteção e reparação da estrutura.
- Obtenção das condições de armazenamento e aplicação no que respeita à temperatura, humidade e temperatura de condensação ambientes, força do vento e precipitação e qualquer proteção temporária que seja necessária.

4 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO E REPARAÇÃO DO BETÃO ARMADO

4.1 INTRODUÇÃO

Atualmente existem no mercado um grande número de produtos que têm como seu objetivo fundamental e funcional a proteção e a reparação de estruturas de betão armado, quer sejam reparações superficiais ou profundas. Neste ponto serão testados alguns produtos fornecidos pela *Weber Saint Gobain* - Portugal para uma avaliação do seu desempenho e grau de eficiência.

4.2 REVESTIMENTOS INIBIDORES DE CORROSÃO PARA PROTEÇÃO DE ARMADURAS

Para a avaliação do desempenho dos produtos de proteção de armaduras foram realizados em laboratório ensaios que permitissem obter resultados dos revestimentos em diversos ambientes. Desta forma, foram simulados quatro ambientes, nomeadamente, água em estado puro (H_2O), água saturada de sal ($NaCl$), água do mar e ácido acético em solução aquosa (vulgarmente conhecido como vinagre). No ensaio foram testados os produtos *weber.rep fer* e o *weber.rep 750*, duas soluções alternativas para aplicação direta na armadura com propriedades inibidoras de corrosão. No anexo VII, apresentam-se as respetivas especificações técnicas conforme a norma NP EN 1504-7.



Figura 4.1 – Varões revestidos em ensaio.

4.2.1 Descrição do Ensaio

Na preparação do ensaio, foram produzidos quatro conjuntos de varões de aço A400NR, sendo que cada conjunto contempla três varões com diâmetro de 8 mm e cinco varões com diâmetro de 6 mm cortados com 20 cm de comprimento, conforme representa a Figura 4.2. Após a preparação dos varões foram aplicados os produtos de revestimento, nomeadamente o *weber.rep fer* e o *weber.rep 750*, conforme todas as indicações e procedimentos das fichas técnicas dos produtos. De referir que dois varões foram preparados com revestimento em apenas 10 cm da sua superfície para simular uma má aplicação dos revestimentos. Outros dois foram ensaiados sem qualquer tipo de proteção, servindo de referência. A Figura 4.3 ilustra a respetiva preparação.

Depois desta preparação, os quatro conjuntos de varões foram mergulhados nos quatro ambientes recriados para avaliação do seu comportamento em diferentes situações.

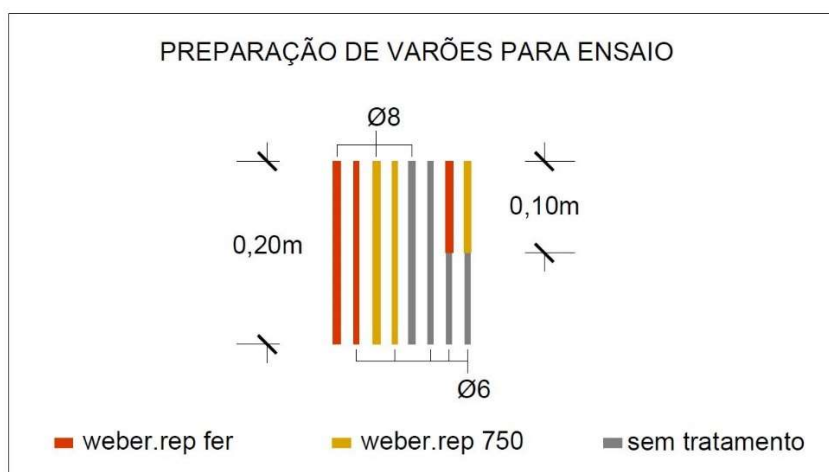


Figura 4.2 – Esquema de preparação de varões para ensaio.



Figura 4.3 – Aplicação de revestimentos nos varões.

4.2.2 Metodologia

Apresentam-se de seguida os aspetos que definem a metodologia de ensaios nomeadamente: i) a preparação dos produtos de revestimento; ii) a aplicação dos produtos; e iii) a caracterização dos ambientes a que foram expostos.

i. Preparação dos produtos de revestimento.

a. weber.rep 750

Na preparação do produto *weber.rep 750*, as quantidades foram relacionadas com o método de preparação e as quantidades referidas nas fichas técnicas do produto em anexo. Desta forma, a preparação da argamassa contemplou a amassadura de 200 ml de água com 40 g de *weber.rep 750* (ver Figura 4.4).



Figura 4.4 – Preparação da argamassa de revestimento *weber.rep 750*.

b. *weber.rep fer*

O produto *weber.rep fer* é fornecido em balde pronto à sua aplicação, sem qualquer tipo de preparação prévia do primário.



Figura 4.5 – Preparação do primário de revestimento *weber.rep fer*.

ii. Aplicação dos produtos de revestimento.

Na aplicação dos produtos de revestimento de proteção de armaduras (Figura 4.6 e Figura 4.7), foram respeitados criteriosamente todos os procedimentos de aplicação relativamente ao número de aplicações dos revestimentos, tempos de secagem e uniformidade de aplicação. A segunda camada

foi aplicada 48 horas depois de ser aplicada a primeira, cumprindo assim o tempo recomendado pelo fabricante. As espessuras definidas em ambos os produtos foram garantidas conforme as fichas técnicas. Desta forma, são garantidos os requisitos de condição de substrato antes e durante a aplicação, satisfazendo os princípios de controlo de qualidade, segundo a parte dez da NP EN 1504.



Figura 4.6 – Aplicação da argamassa de revestimento *weber.rep 750*.



Figura 4.7 – Aplicação do primário de revestimento *weber.rep fer*.

iii. Caracterização dos ambientes de exposição.

Cada amostra foi imersa em ambientes distintos: a) água em estado puro; b) água saturada de cloreto de sódio; c) água do mar; e d) ácido acético. Mobilizou-se uma quantidade de líquido que permitisse cobrir parcialmente os respetivos varões, correspondendo aproximadamente a 2 litros. A introdução dos varões nos respetivos ambientes ocorreu no dia 22 de abril de 2016.

a. Água em estado puro – H_2O



Figura 4.8 – Introdução dos varões em água em estado puro.

b. Água saturada com sal: $H_2O + NaCl$

A mistura referida corresponde a 2,25 l de água e 1,0 kg de sal.

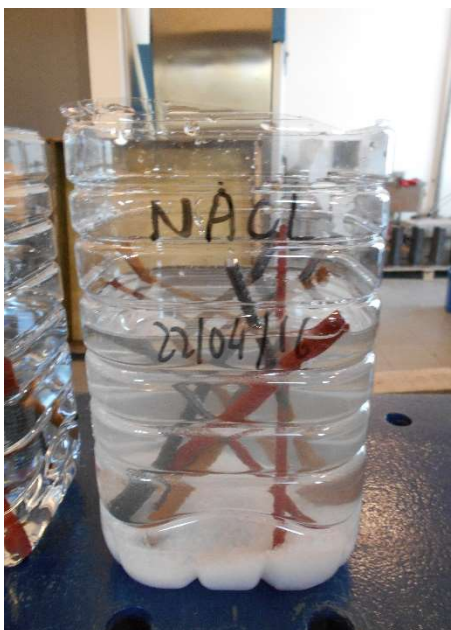


Figura 4.9 – Introdução dos varões dos varões em saturada de sal.

c. Água do mar

A água do mar foi recolhida no final do mês de Abril de 2016, coincidente com o início dos ensaios. A água do mar foi recolhida em Vila do Conde, na zona Litoral Norte de Portugal e em altura de baixa-mar em zona de água limpa sem misturas de areia.



Figura 4.10 – Introdução dos varões em água do mar.

d. Ácido acético em solução aquosa (vinagre)

Na preparação do meio, foram adicionados diretamente 75 cl de vinagre sem qualquer acréscimo de água.

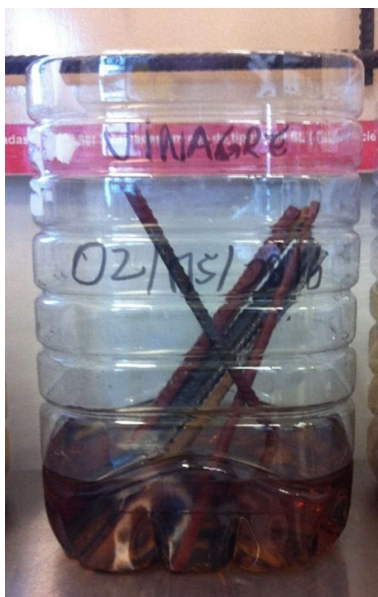


Figura 4.11 – Introdução dos varões em ácido acético – vinagre.

4.2.3 Registo e Análise de Resultados

O registo e a análise dos resultados mostram a aparência dos varões mergulhados nos diversos meios testados, cujo do ensaio teve a duração de 3 meses. Os varões estiveram mergulhados em ambiente controlado, durante a estação de Verão, com a temperatura a oscilar entre os 20°-25°C no interior do laboratório.

1. Análise do comportamento dos revestimentos em água no estado puro.



Figura 4.12 – Vista geral dos varões mergulhados em água em estado puro.



Figura 4.13 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em água em estado puro.

a. *weber.rep 750*

O revestimento *weber.rep 750* nas condições referidas mostrou-se eficaz, não demonstrando qualquer tipo de desgaste ou degradação do revestimento.

b. *weber.rep fer*

O revestimento *weber.rep fer* nas condições referidas mostrou-se eficaz, não demonstrando qualquer tipo de desgaste ou degradação do revestimento.

c. varões sem tratamento

Os varões sem tratamento, incluindo os que foram parcialmente tratados, apresentaram sinais de corrosão generalizada. Contudo, nos varões tratados parcialmente, o revestimento permaneceu intacto.

2. Análise do comportamento dos revestimentos em água saturada de sal.



Figura 4.14 – Vista geral dos varões mergulhados em água saturada de sal.



Figura 4.15 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em água saturada de sal.

a. *weber.rep 750*

O revestimento *weber.rep 750* nas condições referidas mostrou-se eficaz, não demonstrando qualquer tipo de desgaste ou degradação do revestimento, é possível visualizar o envolvimento dos varões em sal cristalizado.

b. *weber.rep fer*

O revestimento *weber.rep fer* nas condições referidas, tal como o revestimento anterior, mostrou-se eficaz não demonstrando qualquer tipo de desgaste ou degradação do revestimento.

c. varões sem tratamento

Os varões sem tratamento, incluindo os que foram parcialmente tratados, apresentaram sinais de corrosão por picadas. Contudo, nos varões tratados parcialmente, a zona revestida permaneceu intacta.

3. Análise do comportamento dos revestimentos em água do mar.



Figura 4.16 – Vista geral dos varões mergulhados em água do mar.



Figura 4.17 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em água do mar.

a. *weber.rep 750*

O revestimento *weber.rep 750* nas condições referidas mostrou-se eficaz, não demonstrando qualquer tipo de desgaste ou degradação do revestimento. É possível visualizar o envolvimento dos varões em sal cristalizado de origem marítima.

b. *weber.rep fer*

O revestimento *weber.rep fer* nas condições referidas, tal como o revestimento anterior, mostrou-se eficaz, não demonstrando qualquer tipo de desgaste ou degradação do revestimento.

c. varões sem tratamento

Os varões sem tratamento, incluindo os que foram parcialmente tratados, apresentaram sinais de corrosão por picadas. Contudo, nos varões tratados parcialmente, a zona revestida permaneceu intacta.

4. Análise do comportamento dos revestimentos em ácido acético.



Figura 4.18 – Vista geral dos varões mergulhados em ácido acético (vinagre).



Figura 4.19 - Detalhe dos varões mergulhados em ácido acético (vinagre).



Figura 4.20 – Vista de pormenor dos varões mergulhados em ácido acético (vinagre).

a. *weber.rep 750*

O revestimento *weber.rep 750* nas condições referidas mostrou-se pouco eficaz, demonstrando ou degradação do revestimento pontual, é possível visualizar o envolvimento do ataque em torno dos varões protegidos com o mesmo revestimento.

b. *weber.rep fer*

O revestimento *weber.rep fer* nas condições referidas mostrou-se eficaz não demonstrando qualquer tipo de desgaste ou degradação do revestimento.

c. varões sem tratamento

Os varões sem tratamento, incluindo os que foram parcialmente tratados, apresentaram sinais de corrosão generalizada num estado de evolução relevante.

5. Análise comparativa

Na Tabela 4.1, compara-se o desempenho dos dois sistemas analisados tendo em conta a sua exposição aos ambientes criados. Verifica-se que as duas proteções tiveram um comportamento satisfatório na proteção efetiva da armadura, mesmo quando mergulhados em água do mar. Apenas no caso do ácido acético, se observou a degradação do revestimento *weber.rep 750*, comprovando-se a particular agressividade do meio.

Tabela 4.1 – Quadro resumo: comportamento dos revestimentos de proteção de armaduras

Revestimento	Água Pura	Água Saturada Sal	Água do Mar	Ácido Acético
<i>weber.rep 750</i>	Verifica	Verifica	Verifica	Não Verifica
<i>weber.rep fer</i>	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica

4.3 IMPREGNAÇÃO HIDROFÓBICA – PERMEABILIDADE DO BETÃO: ENSAIO 1

Para a avaliação do desempenho dos produtos de impregnação hidrofóbica foram realizados e executados em laboratório modelos que permitissem obter resultados dos revestimentos em diversas aplicações. Foram aplicados dois produtos de impermeabilização, nomeadamente o *weber.dry lastic* (dispersão aquosa de copolímeros estireno-acrílicos e cargas), o *weber.dry KF* (revestimento de base cimentícia com resinas, sais ativos e aditivos). Foi ainda utilizado, no complemento do ensaio, o produto *weber.dry stop*, que tem na sua composição ligantes hidráulicos e inertes com granulometria compensada e que tem como função complementar o uso dos produtos de base cimentícia visto ser uma argamassa de selagem de fugas de água. Foi executado um provete para ensaiar sem qualquer tipo de proteção superficial.

O projeto do provete foi feito com recurso a um programa de desenho assistido e posterior modelação 3D para ser usada na sua produção. Trata-se de um recipiente em betão simples, de porosidade controladamente elevada, no interior do qual se depositará água (Figura 4.21). Tanto as paredes como o fundo do recipiente foram objeto de tratamento superficial com o objetivo de avaliar a sua eficácia.

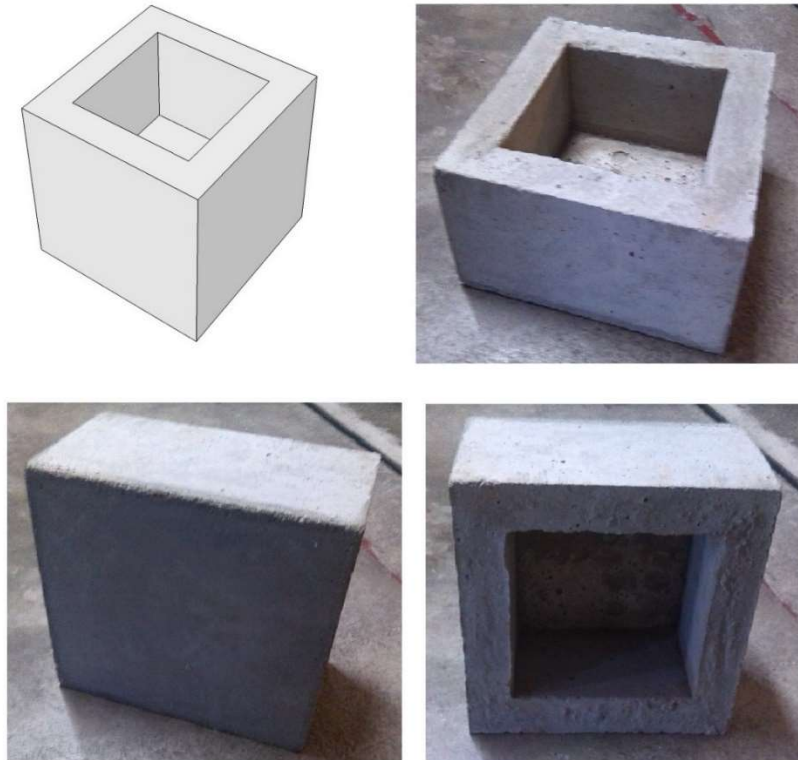


Figura 4.21 – Vista geral do provete.

4.3.1 Descrição do ensaio

Na preparação do ensaio foram betonados três moldes idênticos de argamassa de cimento com o traço 1:4, com agregado de areão grosso. O objetivo desta betonagem era a execução dos provetes de ensaio para posteriormente serem revestidos com os materiais de revestimento e proteção das superfícies de betão.

Após o tempo de cura do betão, aproximadamente quinze dias, foram aplicados os produtos de revestimento na perspetiva de garantirem a impermeabilização do betão à pressão positiva. Nesse sentido, o revestimento foi aplicado nas faces interiores do molde.

Depois da análise dos resultados da primeira fase de ensaios, foram testados novamente os produtos de revestimento de base cimentícia mas, agora, no sentido da sua aplicabilidade à pressão negativa da água. Assim, no molde sem revestimento inicial aplicou-se um revestimento nas faces exteriores.

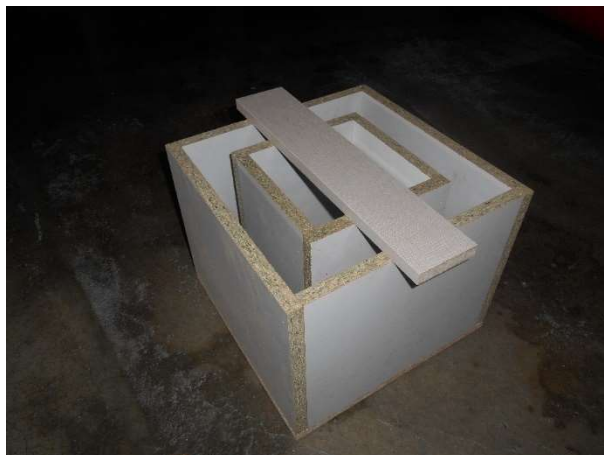


Figura 4.22 – Molde em cofragem.



Figura 4.23 – Molde com enchimento de pasta de cimento.

4.3.2 Metodologia

1. Preparação e execução do molde (cofragem).

O molde foi executado em painéis de aglomerado de melamina branca para que após a betonagem a descofragem fosse mais fácil não correndo o risco de quebrar o provete (ver Figura 4.22).

2. Preparação e betonagem.



Figura 4.24 – Betonagem do molde.

3. Descofragem do molde.



Figura 4.25 – Descofragem: base.



Figura 4.26 – Descofragem: laterais.

4. Aplicação dos produtos de revestimento.

a. superfície sem tratamento



Figura 4.27 – Provete sem revestimento.

b. *weber.dry lastic*

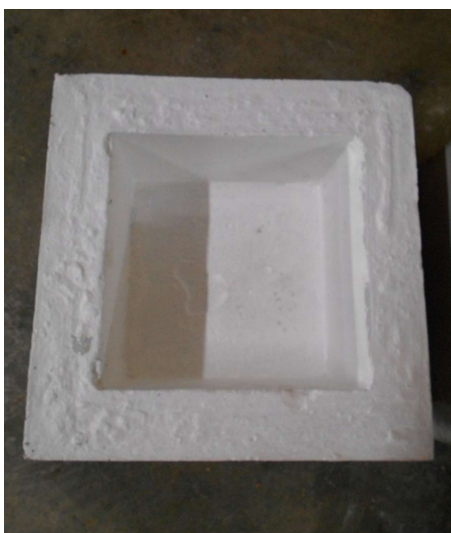


Figura 4.28 – Provete revestido com *weber.dry lastic*.

c. *weber.dry KF*



Figura 4.29 – Provete revestido com *weber.dry KF*.

4.3.3 Registo e análise de resultados

Depois do tempo da cura dos revestimentos estarem completos, os provetes foram cheios de água, no dia 8 de agosto de 2016, e foram monitorizados os comportamentos dos revestimentos quanto à sua resistência à penetração da água. O ensaio foi concluído no dia 31 de agosto de 2016.



Figura 4.30 – Vista geral: início dos ensaios

Após 8 horas do início do ensaio, a superfície do provete que não tinha qualquer tipo de revestimento apresentava já sinais de penetração de água com manchas de humidade superficiais no betão (ver Figura 4.31).



Figura 4.31 – Superfície sem revestimento com sinais de humidade.

Na conclusão do ensaio, foram registadas as quantidades de água em cada provete para análise da absorção, das perdas e da evaporação da água durante o tempo do ensaio.

O comportamento do revestimento *weber.dry lastic* revelou-se particularmente eficaz. Após a conclusão do ensaio não foi visível qualquer tipo de perdas (machas de humidade) na superfície exterior (ver Figura 4.32 e Figura 4.33).



Figura 4.32 – Revestimento *weber.dry lastic* após finalização do ensaio: topo.



Figura 4.33 – Revestimento *weber.dry lastic* após finalização do ensaio: laterais.

O comportamento do revestimento *weber.dry KF* apresentou algumas anomalias. O seu mau desempenho em muito se deveu ao facto de as juntas/arestas de betonagem dos moldes não terem sido previamente tratadas com o produto *weber.dry stop*, conforme recomendação do fabricante. Esta situação foi previamente pensada de forma a ser simulada uma má aplicação destes produtos. Sendo assim, o mesmo produto de revestimento foi seleccionado para um segundo ensaio em que o provete foi previamente tratado com o *weber.dry stop*.



Figura 4.34 – Revestimento *weber.dry KF* após finalização do ensaio: topo.



Figura 4.35 – Revestimento *weber.dry KF* após finalização do ensaio: laterais.

Por último, o provete não tratado superficialmente apresentava sinais de mau estado, com a presença de sais na face exterior do provete. Inerente à passagem de água, ficou patente a lixiviação do betão, conforme mostram as Figuras 4.36 e 4.37.



Figura 4.36 – Superfície sem revestimento após finalização do ensaio: laterais.



Figura 4.37 – Superfície sem revestimento após finalização do ensaio: pormenor lateral.

A Tabela 4.2 e a Figura 4.38 correspondem aos resultados obtidos nos três provetes ensaiados. Na execução do ensaio foram monitorizadas e medidas as perdas por evaporação e infiltração de água nas superfícies dos cubos. A evaporação foi calculada com uma base comparativa e experimental, isto é, recorreu-se ao modelo mais eficaz, que corresponde provete revestido com o produto *weber.lastic*, que não apresentava qualquer sinal de infiltração e determinou-se a percentagem correspondente, considerando que essa perda era fixa a todos os moldes e as restantes perdas seriam resultado da infiltração de água.

Tabela 4.2 - Resultados do ensaio 1.

Início do Ensaio: 08/08/2016			Conclusão Ensaio: 31/08/2016		
<i>weber.lastic</i>	<i>weber.KF</i>	s/ tratamento	<i>weber.lastic</i>	<i>weber.KF</i>	s/ tratamento
Litros (l)	Litros (l)	Litros (l)	Litros (l)	Litros (l)	Litros (l)
5,41	7,21	5,00	4,79	4,94	2,72

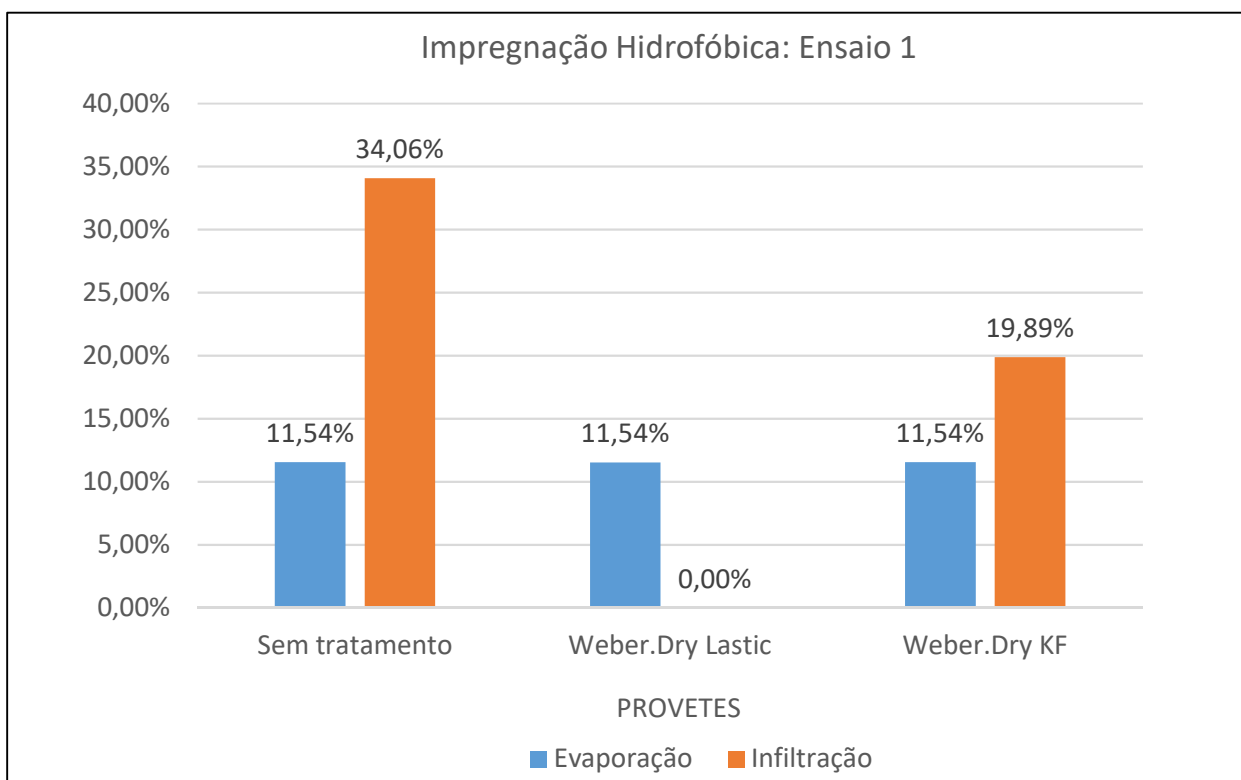


Figura 4.38 – Gráfico representativo do comportamento dos provetes.

Tabela 4.3 – Resumo do ensaio 1 dos provetes cúbicos.

Revestimento	Evaporação	Infiltração	Aplicação	Estado Proвете
Sem tratamento	SIM	SIM	NA	MAU
<i>weber.dry lastic</i>	SIM	NÃO	BOA	BOM
<i>weber.dry KF</i>	SIM	SIM	MÁ	RAZOÁVEL

4.4 IMPREGNAÇÃO HIDROFÓBICA – PERMEABILIDADE DO BETÃO: ENSAIO 2

Este ensaio servirá para avaliação dos provetes com erros de execução e ausência de revestimento. O provete com revestimento *weber.dry KF* será devidamente corrigido com a correção das arestas/juntas de betonagem com o sistema *weber.dry stop* e o provete sem tratamento irá ser tratado pela superfície exterior com o revestimento *weber.dry KF* de forma a ser testado e avaliado o desempenho do revestimento à pressão negativa.

O processo de ensaio e a sua análise será análoga ao do ensaio 1 com o objetivo de colmatar as falhas induzidas propositadamente, garantido num contexto real uma elaboração mais eficaz de uma situação corretiva associada a um acontecimento de má execução como anteriormente descrito.

4.4.1 Descrição do ensaio

O ensaio 2, será análogo ao ensaio 1 no seu objetivo e método de execução. Apesar dos métodos e princípios em teste serem os mesmos, neste ensaio o objetivo é que uma aplicação direta da parte 10 da NP EN 1504, isto porque no ensaio anterior, como já referenciado, houve erros de execução que são bastante recorrentes neste tipo de intervenção.

Como tal, o provete revestido com *weber.dry KF*, foi corrigido com o tratamento das ligações “lateral-lateral” e “lateral-base” com o produto *weber.dry stop* e aplicada mais uma demão do revestimento *weber.dry KF*.

O provete sem qualquer tipo de revestimento foi modificado com o tratamento das ligações equivalentes ao provete anteriormente descrito e foi aplicado nas faces exteriores o revestimento *weber.dry KF* para que este sistema fosse testado à pressão negativa introduzida pela penetração da água na superfície de betão.

4.4.2 Metodologia



Figura 4.39 – Provete tratado com *weber.dry stop*.



Figura 4.40 – Provete corrigido: Laterais.



Figura 4.41 – Provete corrigido: Topo.



Figura 4.42 – Provete revestido exteriormente com *weber.dry KF*: Lateral.



Figura 4.43 – Provete revestido exteriormente com *weber.dry KF*: Lateral/Topo.

4.4.3 Registo e análise de resultados

Tabela 4.4 - Resultados do ensaio 2.

Início do Ensaio: 21/09/2016		Conclusão Ensaio: 13/10/2016	
<i>weber.KF EXTERIOR</i>	<i>weber.KF CORRIGIDO</i>	<i>weber.KF EXTERIOR</i>	<i>weber.KF CORRIGIDO</i>
Litros (L)	Litros (L)	Litros (L)	Litros (L)
4,40	6,18	3,20	5,77

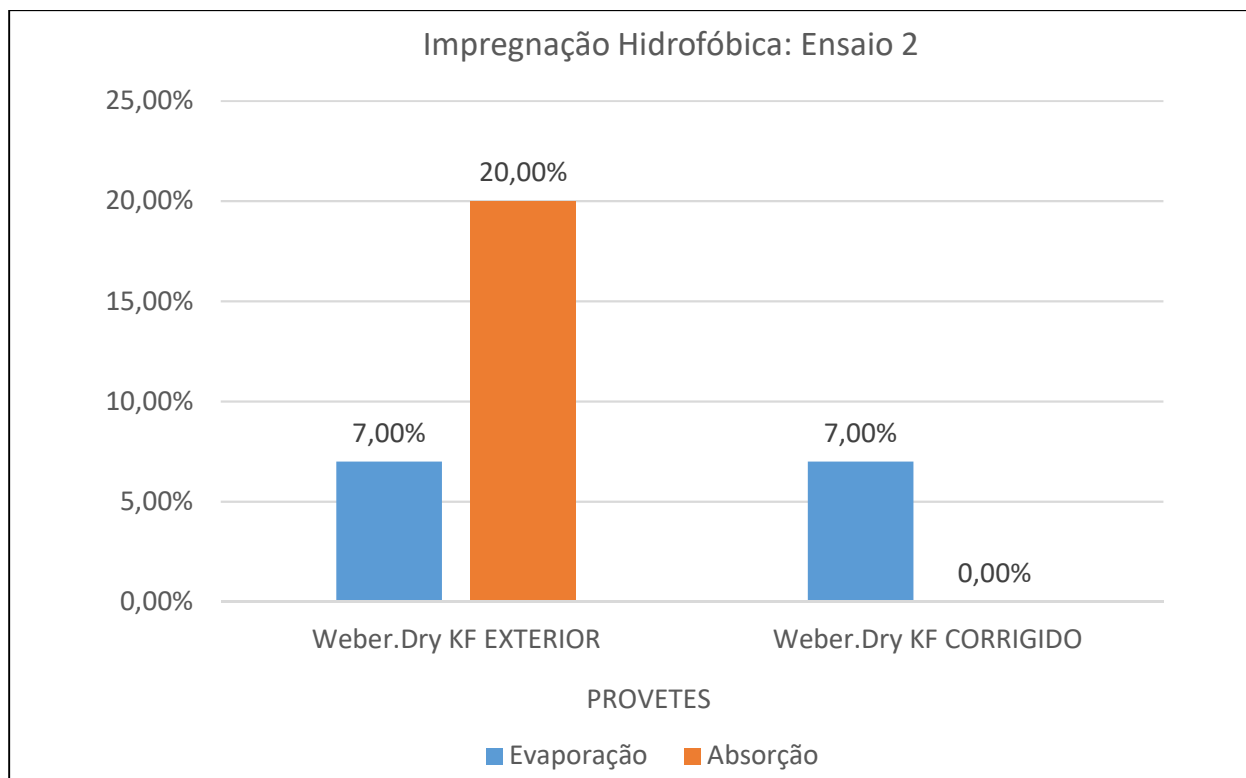


Figura 4.44 – Gráfico representativo do comportamento dos provetes correções e alterações.

Conforme se pode visualizar no gráfico correspondente à Figura 4.44, as modificações relativas à execução dos provetes e o seu correto revestimento conforme o recomendado, produziram efeitos no seu comportamento. Assim, o tipo de revestimento em estudo, no segundo ensaio, corresponde revelou um comportamento adequado, tornando-se uma possibilidade válida e aceite para impermeabilizações de estruturas de betão contra a pressão positiva da água.

Tabela 4.5 – Resumo do ensaio 2 dos provetes cúbicos.

Revestimento	Evaporação	Infiltração	Aplicação	Estado Provede
<i>weber.dry KF EXTERIOR</i>	SIM	NÃO	BOA	BOM
<i>weber.dry KF CORRIGIDO</i>	SIM	NÃO	BOA	BOM





Assim, as alterações efetuadas nos provetes, fazendo com que os erros de execução fossem corrigidos e melhorando a superfície no provete sem tratamento (Tabela 4.6 e Tabela 4.7), mostraram-se eficazes quanto ao objetivo.

Tabela 4.6 – Alteração efetuadas no provete revestido por *weber.dry KF*.

Ensaio 1	Ensaio 2
	
	

Depois de ser efetuada a correção da aplicação relativa ao provete revestido com *weber.dry KF* pelo interior (pressão positiva), com a aplicação do sistema *weber.dry stop* nas ligações lateral/lateral e lateral/base, a mesma intervenção produziu efeito uma vez que não foram encontrados quaisquer sinais de humidade ou infiltração na superfície exterior das faces do provete.

Tabela 4.7 - Alteração efetuada no provete sem revestimento com aplicação exterior *weber.dry KF*.

Ensaio 1	Ensaio 2
	
	

Depois do provete sem nenhum tratamento ser revestido exteriormente com o objetivo de comprovar a sua aplicação em ambientes que se pretenda fazer uma impermeabilização à pressão negativa, os resultados foram satisfatórios, isto porque a superfície revestida não apresentava nenhum sinal de humidade no seu revestimento, nem nenhuma perda de água. De referir que as únicas perdas associadas ao provete estão diretamente ligadas à evaporação durante a fase de teste e da absorção capilar (permeabilidade) da parede do provete por este não se encontrar revestido internamente. Sendo assim, em jeito de conclusão, o revestimento aplicado, nomeadamente o *weber.dry KF* é válido para impermeabilizações à pressão positiva e negativa, desde que todos os procedimentos de aplicação, produção e controlo de qualidade sejam devidamente cumpridos conforme descrito na ficha técnica do produto.

4.5 CONCLUSÃO DA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO E REPARAÇÃO DO BETÃO ARMADO

Depois de efetuados todos os testes de avaliação do desempenho dos produtos de proteção pode-se concluir que todos os produtos testados apresentaram um comportamento válido para a reparação de estruturas em ambiente marítimo.

Os produtos e sistemas de proteção e reparação do betão, são produtos que, na sua maioria, são de fácil execução, sem grande necessidade de uma preparação prévia, contudo estes mesmos procedimentos não devem ser realizados de forma empírica e sem controlo. As fichas técnicas anexadas ao documento (ver anexo VII) apresentam todos os critérios de aplicação e preparação.

Em muitos dos casos, as anomalias pós reparação surgem de uma defeituosa aplicação, e resultado disso foi a simulação prática do ensaio 1, em que um dos provetes estava mal executado, remetendo para o ensaio 2 a sua correção.

5 CASO DE ESTUDO – EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO COLETIVA

5.1 IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura adotada como caso de estudo refere-se a um edifício de habitação coletiva, construído em 1983. Localiza-se na Rua das Mimosas, em Vila do Conde, distrito do Porto. É constituído por cinco pisos (R/C + 4 andares), sendo o R/C destinado a comércio no Bloco B e três pisos (R/C + 2 andares), servindo também o R/C para comércio no Bloco C.

A Figura 5.1 mostra a implantação do caso de estudo. O edifício tem três fachadas voltas a Norte, Oeste e Este. Faz ligação com outro edifício equivalente construído noutra fase distinta.



Figura 5.1 – Implantação do edifício (Imagem via *Google Earth Pro*).

Localiza-se a sensivelmente 300 metros da faixa costeira, tornando-se um objeto de estudo de grande importância no impacto do ambiente marítimo nas estruturas existentes próximas deste ambiente agressivo.

Um procedimento inicial na inspeção de uma estrutura deve ser o levantamento de informação relativo ao ano de construção e projetos iniciais perante as entidades licenciadoras do projeto para posterior execução (ver Figura 5.2).



Figura 5.2 – Levantamento de informação.

A estrutura no seu todo é executada em pórticos de betão armado preenchidos por alvenaria de tijolo cerâmico. As lajes são do tipo aligeirada de vigotas pré-esforçadas. Atualmente o edifício encontra-se em total função, contudo são perceptíveis os danos existentes nos elementos estruturais expostos.

5.2 INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DA ESTRUTURA

Na inspeção da estrutura foram levantados todos os dados geométricos dos elementos estruturais para posterior elaboração das peças desenhadas referentes ao edifício. Foi feito um registo fotográfico para elaboração das respetivas fichas de inspeção e posterior diagnóstico com o objetivo de elaborar uma proposta de reparação nos elementos que o justificarem.

No levantamento estrutural do edifício apenas se concretizou o levantamento de elementos estruturais exteriores, cujo acesso aos mesmos seja permanente sem que haja interferência direta com os utilizadores do edifício. Os elementos estruturais levantados, para além dos que podem ser visualizados no todo do edifício foram elementos que se consideraram importantes relativamente ao seu estado de degradação e conservação e que de uma certa forma levam ao mal-estar e sentimento de insegurança aos utentes.



Figura 5.5 – Alçado Norte: Registo fotográfico.

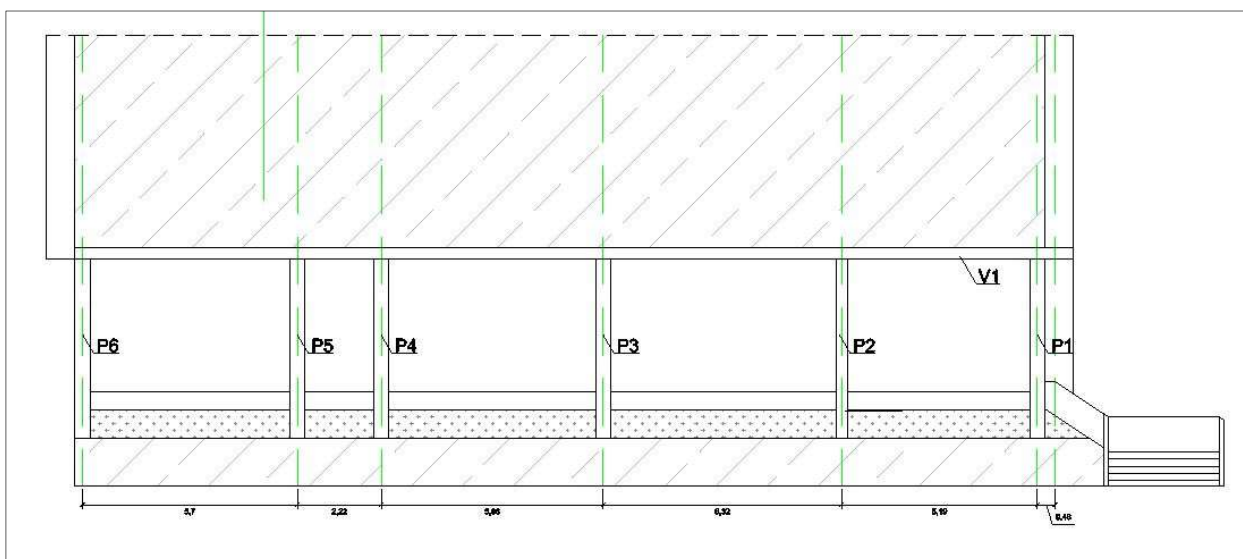


Figura 5.6 – Alçado Norte: Peça desenhada.



Figura 5.7 – Alçado Este: Registo fotográfico.

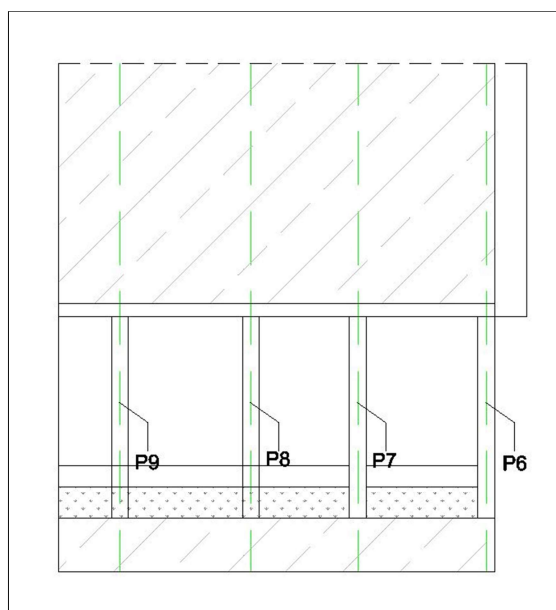


Figura 5.8 – Alçado Este: Peça desenhada.

5.2.2 Levantamento de anomalias estruturais

Foi elaborado um quadro de anomalias para que todo o processo fosse uniformizado e simplificado na identificação e caracterização das anomalias nos elementos estruturais.

Tabela 5.1 – Listagem de anomalias.

#	LISTAGEM DE ANOMALIAS
A1	Manchas de ferrugem
A2	Delaminação
A3	Destacamento superficial
A4	Destacamento com exposição de armaduras
A5	Ninhos de brita
A6	Fissuras ativas verticais
A7	Fissuras ativas horizontais
A8	Fissuras passivas verticais
A9	Fissuras passivas com atravessamento do elemento
A10	Fissuras superficiais passivas
A11	Inchamento da superfície do betão
A12	Erosão da superfície
A13	Cedência de armaduras
A14	Corrosão das armaduras
A15	Perda de secção de armadura
A16	Humidade

As localizações das anomalias estão assinaladas nas plantas estruturais no anexo I, bem como todos os dados referentes aos elementos estruturais (ver Figura 5.9).

Caracterizam-se seguidamente as anomalias observadas:

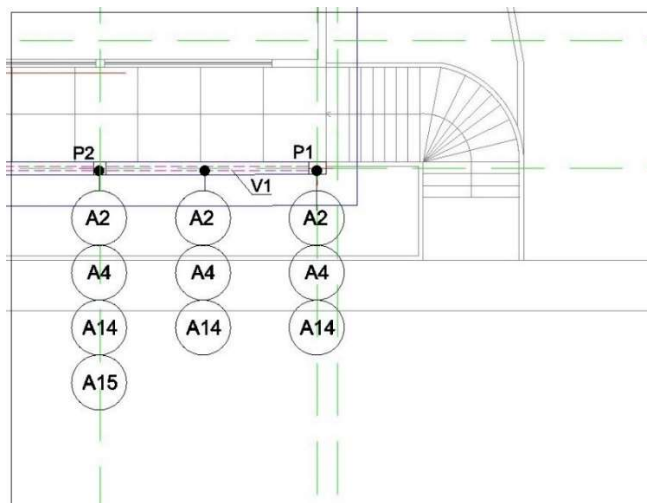


Figura 5.9 – Excerto de planta de anomalias.

Anomalia A1: Manchas de Ferrugem



a) Machas de ferrugem presentes no pilar P10.



b) Machas de ferrugem presentes no pilar P10.

Figura 5.10 – Síntese da anomalia A1: Manchas de Ferrugem.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia está presente nos pilares interiores, localizados na cave, nomeadamente nos pilares P10 e P11. É visível a olho nu, sem necessidade de correr a um objeto amplificador. Como se pode verificar através da apresentação da Figura 5.10, nota-se a coloração típica de ferrugem que pode indicar uma possível corrosão ativa.

Causas possíveis:

A causa para esta anomalia está na presença de uma corrosão ativa na armadura destes pilares. Neste caso concreto, o aparecimento de manchas de ferrugem é resultado de uma deficiente construção e ausência de recobrimentos mínimos satisfatórios. Na Figura 5.10, conforme os elementos assinalados, é possível visualizar o aparecimento de corrosão nas cintas dos pilares.

Anomalia A2: Delaminação



a) Delaminação presente no pilar P1.



b) Delaminação presente no pilar P2.

Figura 5.11 – Síntese da anomalia A2: Delaminação.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia está patente, em particular, nos pilares exteriores P1, P2, P3, P4, P5 e P6, e no pilar interior P11. A característica evidente neste tipo de anomalia é um aspeto de destacamento ou desintegração de parte da superfície de betão do elemento estrutural como apresentado na Figura 5.11.

Causa possível da anomalia:

A causa para esta anomalia está associada à presença de uma corrosão ativa, num estado avançado de desenvolvimento, com conseqüente expansão do volume da armadura interna. A causa fundamental da corrosão nestes elementos poderá estar associada à presença de um betão superficial poroso, carbonatado ou com a presença de um elevado teor de cloretos, aliado a recobrimentos insuficientes por incorreto posicionamento da armadura. Ensaios de medição da profundidade de carbonatação e do teor de cloretos serão apresentados no próximo subcapítulo.

Anomalia A3: Destacamento Superficial



a) Destacamento superficial no pilar P3.

b) Destacamento superficial no pilar P4.

Figura 5.12 – Síntese da anomalia A3: Destacamento superficial.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia é visualizada em particular nos pilares exteriores. A anomalia é caracterizada pela perda de betão superficial, em zonas localizadas sobre a armadura b) da Figura 5.12.

Causa possível da anomalia:

A causa para esta anomalia é equiparada às mesmas causas da delaminação. Contudo, esta anomalia não é tão gravosa para o elemento porque a secção destacada é mínima. Deve ser tida em conta e preferivelmente deve-se atuar sobre ela logo que possível visto que está associada a uma degradação evolutiva.

Anomalia A4: Destacamento com Exposição das Armaduras



a) Destacamento com exposição de armaduras no pilar P2.



b) Destacamento com exposição de armaduras no pilar P4.

Figura 5.13 – Síntese da anomalia A4: Destacamento com exposição das armaduras.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia está presente nos pilares exteriores P1, P2, P4 e P11 (interior). A característica evidente neste tipo de anomalia é a desintegração ou destacamento de grande parte da secção dos pilares de betão armado como apresentado na Figura 5.13.

Causa possível da anomalia:

A causa para esta anomalia pode estar na presença de uma corrosão ativa, com expansão do seu volume da secção de armadura, característica da corrosão. Neste tipo de anomalias, em que a causa fundamental é a corrosão, poderá estar associado à anomalia a presença de um betão superficial poroso, carbonatado ou com a presença de um elevado teor de cloretos.

Anomalia A5: Vazios ou Ninhos de Brita



a) Vazios no pilar P10.



b) Vazios no pilar P11.

Figura 5.14 – Síntese da anomalia A5: Vazios ou ninhos de brita.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia pode ser observada nos pilares interiores P10 e P11. A anomalia, no caso concreto, apresenta-se sobre a forma de pequenos vazios não preenchidos, resultando em imperfeições e cavidades superficiais (ver Figura 5.14).

Causa possível da anomalia:

As causas para esta anomalia são fundamentalmente erros de construção, má cofragem, fuga na calda de cimento, má vibração ou compactação do betão.

Anomalia A9: Fissuras Passivas com Atravessamento do Elemento



a) Muro sobre viga.



b) Fenda horizontal na ligação muro/viga.

Figura 5.15 – Síntese da anomalia A9: Fissuras passivas com atravessamento do elemento.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia é caracterizada pelo aparecimento de uma fenda horizontal passiva com atravessamento da ligação entre a laje de betão armado e o muro de alvenaria superior. Como mostra a síntese da anomalia A9 (ver Figura 5.15), existe uma fenda com aproximadamente 5 mm que se desenvolve se forma quase constante entre os dois elementos.

Causa possível da anomalia:

Esta anomalia é causada pela retração e/ou variação térmica dos dois elementos composto por materiais distintos. No caso presente, está-se sobre uma fenda que se desenvolve na ligação muro/viga. Este efeito ocorre porque a dilatação térmica dos elementos e a sua rigidez são diferentes dificultando a compatibilização de deformações. A ligação entre os dois elementos (ligadores) parece não existir ou ser insuficiente.

Anomalia A12: Abrasão da Superfície



a) Abrasão generalizada no pavimento.

b) Abrasão agravada com destaque.

Figura 5.16 – Síntese da anomalia A12: Abrasão da superfície.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia é visualizada na generalidade do pavimento exterior, localizado nas plantas estruturais, no anexo I, com o código PE1(ver Figura 5.16). Denota-se um desgaste superficial, típico de um desgaste da superfície por abrasão. Num caso pontual houve destacamento pela fragilidade provocada pela anomalia.

Causa possível da anomalia:

As causas para esta anomalia estão associadas a erros de construção. Como se verifica, existe a ausência de um revestimento superficial. Assim, houve um desgaste da camada de compressão da laje aligeirada e conseqüente destaque de betão em alguns pontos. Uma vez que o pavimento é usado frequentemente pelo acesso das pessoas ao edifício, conclui-se que o desgaste provocado pela ação mecânica da circulação pedonal, aliada à ausência de um revestimento superior da laje aceleraram o processo de abrasão da superfície.

Anomalia A14: Corrosão das Armaduras



a) Armadura em pilar com corrosão.



b) Armadura em viga com corrosão.

Figura 5.17 – Síntese da anomalia A14: Corrosão das armaduras.

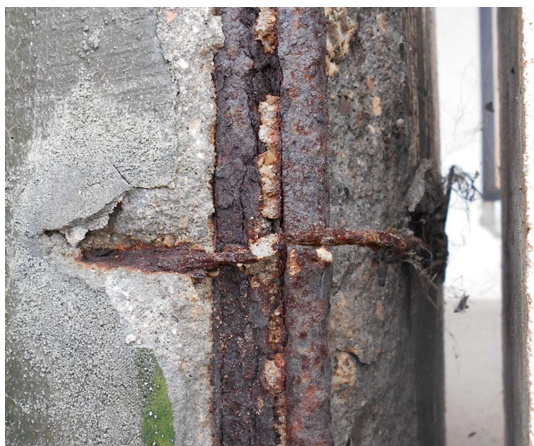
Descrição da anomalia:

Esta anomalia ocorre, em particular, nos pilares exteriores voltados a norte e no pilar interior P11. A anomalia é apresentada sobre a sua forma característica, associada à formação superficial, em torno da armadura, de uma camada de óxido de ferro (ferrugem). É recorrente em toda a estrutura, variando apenas o seu grau de evolução (ver Figura 5.17).

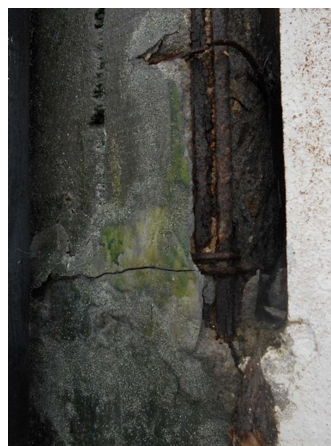
Causa possível da anomalia:

Neste tipo de anomalias, poderá estar associado à anomalia a presença de um betão superficial poroso, carbonatado ou com a presença de um elevado teor de cloretos. Os fenómenos mecânicos associados ao comportamento da estrutura, nomeadamente fendas, facilitam o ingresso de agentes agressores que ativam a corrosão. O reduzido recobrimento face às condições de exposição no caso concreto, pode ser a causa fundamental para esta anomalia. Ensaio de medição da profundidade de carbonatação e do teor de cloretos serão apresentados no próximo subcapítulo.

Anomalia A15: Perda de Secção da Armadura



a) Pormenor de cinta com rotura.



b) cintas com perda de secção.

Figura 5.18 – Síntese da anomalia A15: Perda de secção da armadura.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia é visualizada em particular no pilar P6. O aspeto da anomalia, no caso concreto, é a rotura completa de varões de aço do elemento estrutural (ver Figura 5.18).

Causa possível da anomalia:

As causas para esta anomalia é o estado da corrosão do aço nos elementos construtivos. Neste caso, o estado de degradação é tao elevado que a armadura foi totalmente consumida em certas secções. As causas desta anomalia são as referenciadas na corrosão das armaduras.

Anomalia A16: Humidade



a) Sinais de humidade e infiltração na face inferior da laje do piso exterior.



b) Humidade generalizada nas paredes.

Figura 5.19 - Síntese da anomalia A16: Humidade.

Descrição da anomalia:

Esta anomalia é identificada na face inferior da laje do pavimento exterior como representa a imagem a) da Figura 5.19 e na parede da cave, incluindo ligação parede/pavimento. A anomalia identifica-se porque a presença de uma humidade leva a que haja a cristalização de sais, designados por eflorescências. O transporte dos sais, posteriormente em forma de cristalização, faz com que haja lixiviação do betão levando a que haja uma rápida degradação dos revestimentos.

Causa possível da anomalia:

As causas para esta anomalia estão associadas à falta de uma correta impermeabilização dos elementos, desgaste e danos nos equipamentos de drenagem de águas freáticas ou pluviais.

5.2.3 Estados de Conservação

Depois de concluídas as fichas de inspeção é determinado o estado de conservação do elemento estrutural para que essa informação seja posteriormente utilizada no contexto da reparação e/ou correção de problemas associados.

Para definição do estado de conservação adotou-se um critério baseado nas Inspeções Principais – Especificações Técnicas das Estradas de Portugal, S.A.

Conforme o método, são avaliados cinco pontos com os respetivos valores de atribuição (ver Tabela 5.2) e a cada elemento a avaliar é atribuído 0 ou 1 conforme a sua natureza, estado de desenvolvimento, extensão da anomalia, a sua função e a consequência da anomalia. Depois de determinados estes cinco elementos é feito o somatório e a respetiva soma irá indicar o valor do estado de conservação. Quanto maior for o índice do estado de conservação, pior será o estado do elemento em análise.

Tabela 5.2 – Critérios de classificação de estados de conservação (Especificações Técnicas, EP SA).

Valores de Atribuição:		0	1
Caracterização da Anomalia	1. Natureza da Anomalia	Perigo Grave	Perigo Muito Grave
	2. Estado de Desenvolvimento	Sem Evolução	Com Evolução
	3. Extensão Atual da Anomalia	Inferior a 50%	Superior a 50%
4. Função do Componente		Cumpre	Não Cumpre
5. Consequência da Anomalia		Sem Consequências	Com Consequências para os outros Elementos Estruturais

EC0 – Estado de Conservação Ótimo. Boa qualidade do material e boa prática de execução.

EC1 – Estado de Conservação Bom. Pequenos defeitos sem importância na durabilidade da obra. Não justificando qualquer intervenção.

EC2 – Estado de Conservação Razoável. Reparações não prioritárias. Defeitos com algumas importâncias, mas não justificam intervenções a curto e médio prazo.

EC3 – Estado de Conservação Mau. Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.

EC4 – Estado de Conservação Mau a Muito Mau. Reparações prioritárias com influência na durabilidade e comportamento da estrutura. Intervir a curto prazo.

EC5 – Estado de Conservação Extremamente Mau. Reparação imediata. Projeto de reparação ou substituição.

Depois de todos os elementos serem inspecionados e diagnosticados, com o recurso à Tabela 5.2, são caracterizados todos os estados de conservação dos elementos estruturais em estudo e posteriormente associado a um código de cores que será representado em formato de peça de desenhada, correspondendo ao mapeamento dos estados de conservação (ver Anexos – Peças desenhadas).

A matriz a seguir apresentada (Tabela 5.3), pretende resumir e comparar com os elementos estruturais estudados os seus estados de conservação para uma mais fácil interpretação.

Tabela 5.3 – Matriz de estado de conservação dos elementos estruturais

Elemento	EC0	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5
	Ótimo	Bom	Razoável	Mau	Mt Mau	Ext Mau
Pilar Exterior: P1				X		
Pilar Exterior: P2				X		
Pilar Exterior: P3				X		
Pilar Exterior: P4				X		
Pilar Exterior: P5				X		
Pilar Exterior: P6				X		
Pilar Exterior: P7	X					
Pilar Exterior: P8	X					
Pilar Exterior: P9	X					
Pilar Interior: P10		X				
Pilar Interior: P11			X			
Pavimento Exterior: PE1				X		
Viga Exterior: V1				X		
Muro Exterior sobre Viga: M1					X	
Parede de Cave: PC1				X		

5.3 ENSAIOS REALIZADOS NA ESTRUTURA

5.3.1 Medição do Índice Esclerométrico

O ensaio de índice esclerométrico do betão, relativo à sua dureza superficial, foi executado pelo método da medição de ressalto, usando um esclerómetro de *Schmidt*. De referir que este ensaio através da medição do ressalto fornece uma estimativa aproximada relativa à resistência superficial do betão. O procedimento deste ensaio deverá cumprir rigorosamente o descrito na norma NP EN 12504-2. Foram ensaiados pilares interiores e exteriores para que fossem comparadas as resistências superficiais para fazer um despiste preliminar do efeito da carbonatação sobre o betão.



Figura 5.20 – Esclerómetro de *Schmidt*

Conforme a norma, adotaram-se ainda as seguintes opções complementares:

- Os resultados do ensaio correspondem à mediana de 9 leituras em área de ensaio de 300x300 mm²;
- Índice esclerométrico foi corrigido tendo em conta a orientação do equipamento;
- Correlação entre o índice esclerométrico e a resistência do betão de acordo com a *curva B-PROCEQ*;
- Resistência característica do betão, f_{ck} , referida ao cubo 0,15x0,15x015 m³.

As Tabelas 5.4, 5.5 e 5.6 resumem os resultados obtidos em três pilares da estrutura: P2, P4, P8 e P10. Para cada pilar analisaram-se as três faces acessíveis cuja orientação é descrita nas tabelas com os resultados obtidos para cada elemento estrutural.

Tabela 5.4 – Determinação da resistência superficial: P2

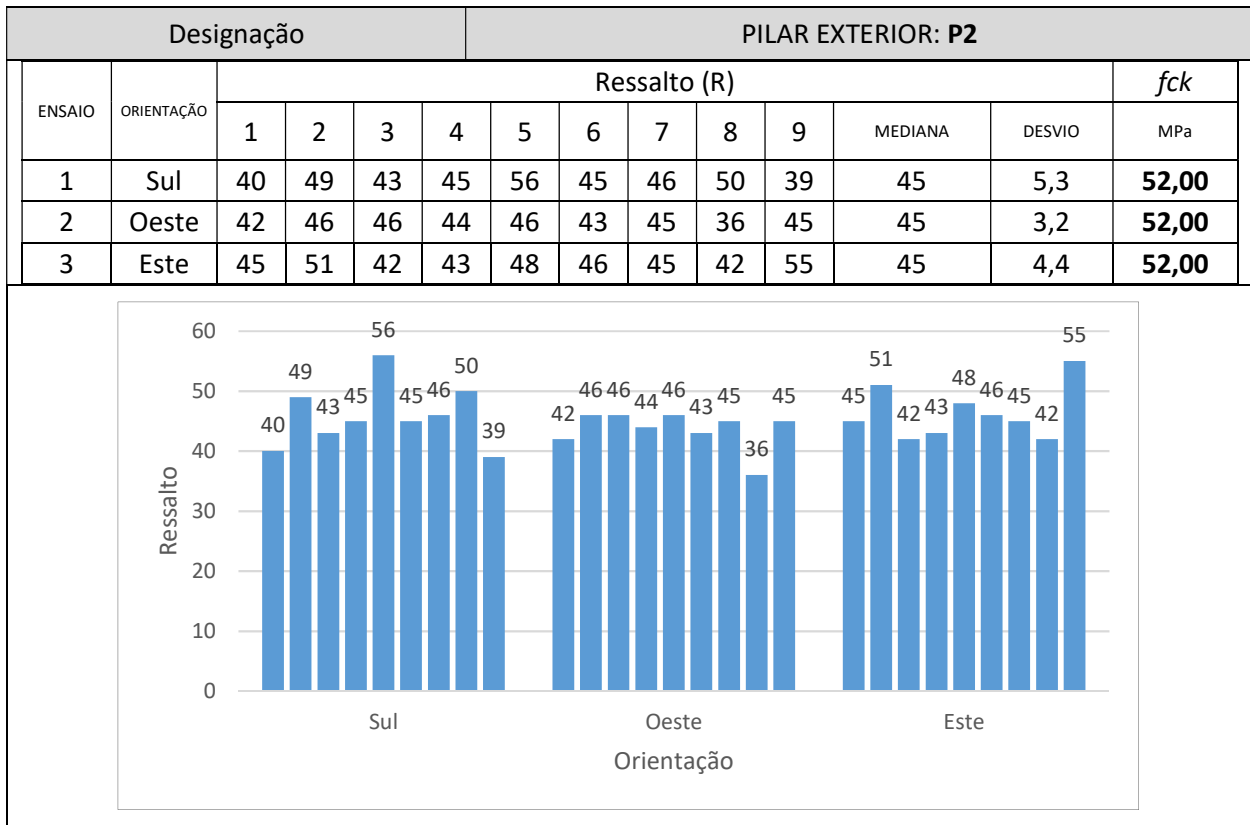


Tabela 5.5 – Determinação da resistência superficial: P4

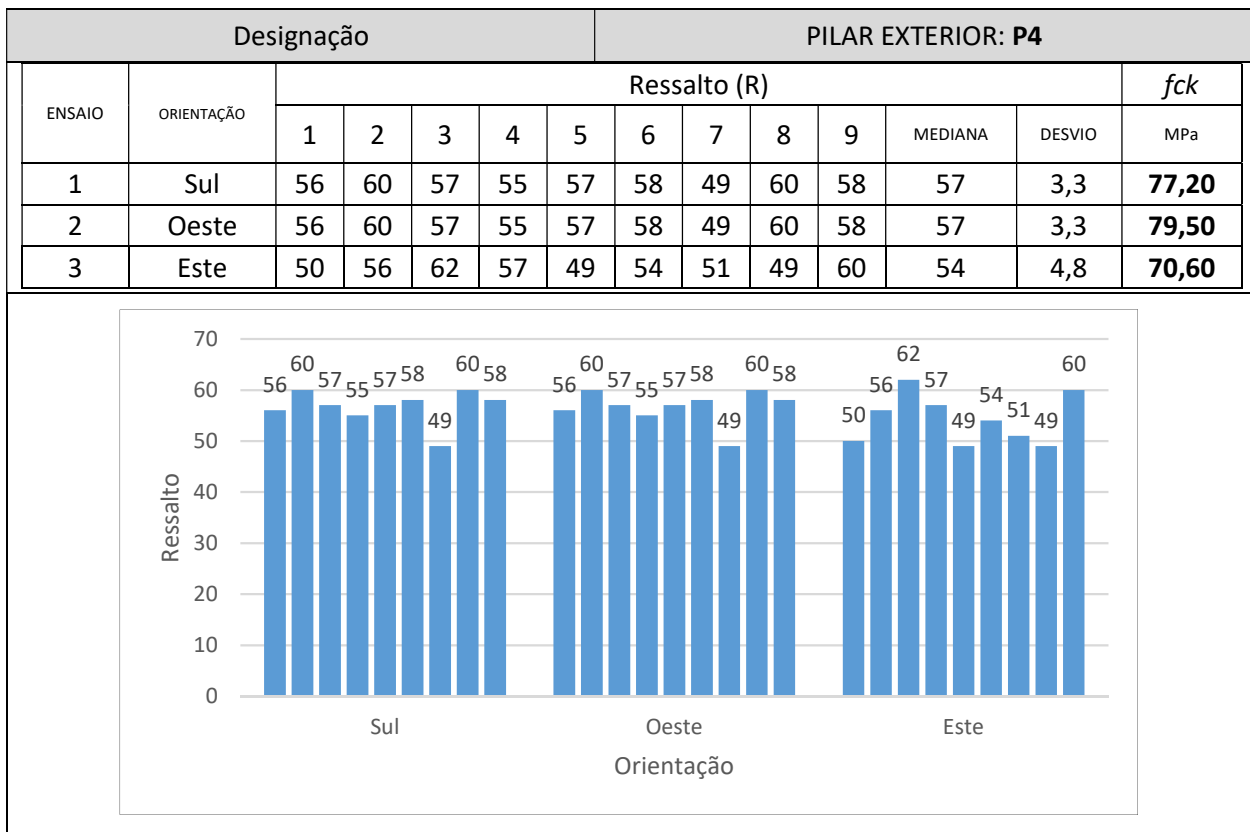


Tabela 5.6 – Determinação da resistência superficial: P8

Designação		PILAR EXTERIOR: P8											
ENSAIO	ORIENTAÇÃO	Ressalto (R)										<i>f_{ck}</i>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIANA	DESVIO	MPa
1	Sul	54	47	47	58	48	42	54	55	52	52	5,1	66,30
2	Oeste	45	57	46	46	57	53	51	58	48	51	5,2	64,20
3	Norte	50	48	50	47	50	52	45	52	45	50	2,7	62,10

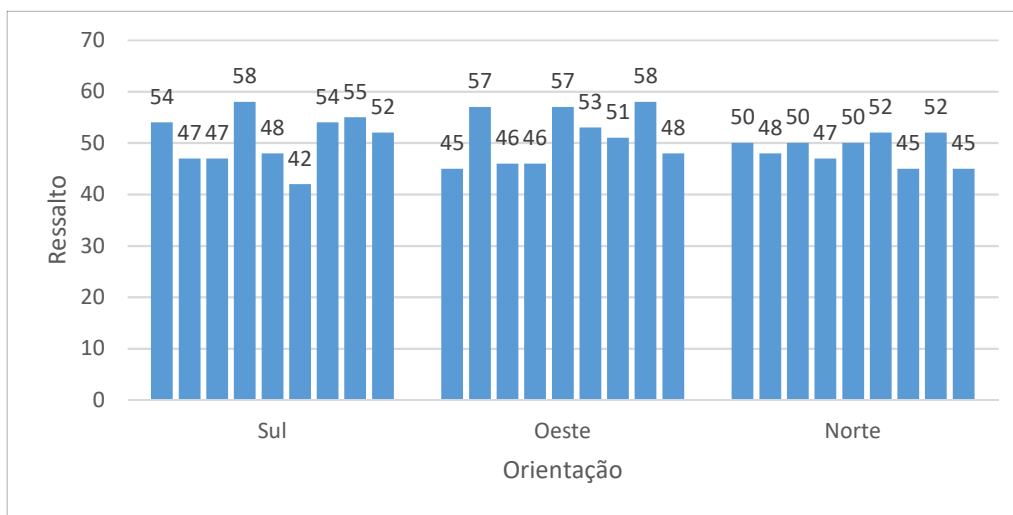
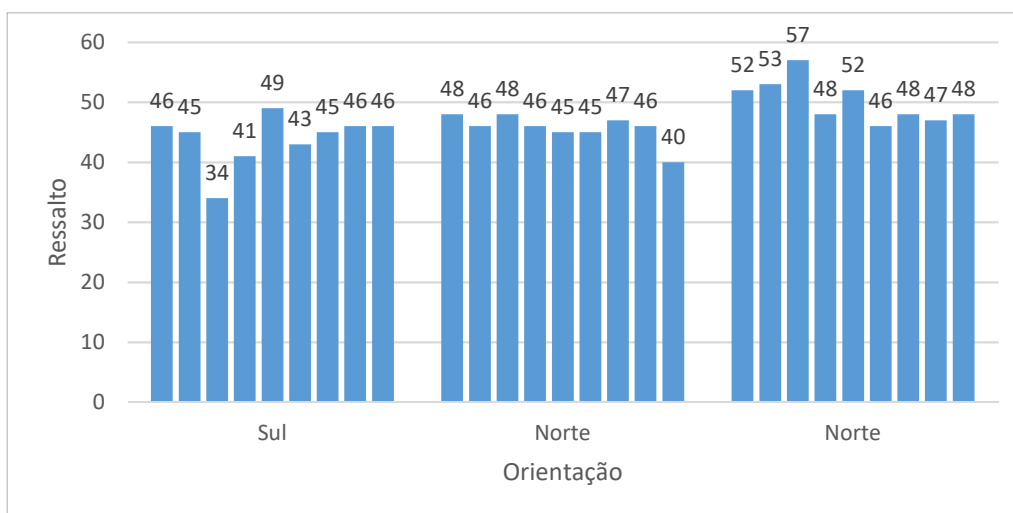


Tabela 5.7 – Determinação da resistência superficial: P10

Designação		PILAR EXTERIOR: 10											
ENSAIO	ORIENTAÇÃO	Ressalto (R)										<i>f_{ck}</i>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIANA	DESVIO	MPa
1	Sul	46	45	34	41	49	43	45	46	46	45	4,3	52,00
2	Norte	48	46	48	46	45	45	47	46	40	46	2,4	54,00
3	Norte	52	53	57	48	52	46	48	47	48	48	3,6	58,00



Como se pode constatar através da medição da resistência superficial dos elementos estruturais, observa-se que as resistências à compressão dos quatro pilares são variáveis e com variações na ordem dos 20 MPa. Os valores obtidos são, no entanto, elevados tendo como referência os betões preconizados neste tipo de estruturas, que poderão ser C25/30 ou C30/37. Devido à data da construção, o betão foi produzido em obra sem um controlo rigoroso de quantidades de agregados, cimento e água o que poderá fazer com que haja esta variância. Contudo, um dos indícios de carbonatação no betão é o aumento da resistência superficial e este ataque irá ser avaliado posteriormente para tentar concluir se há interferência direta nos resultados obtidos.

5.3.2 Medição da Profundidade de Carbonatação

O ensaio da medição da profundidade de carbonatação com recurso à solução alcoólica de fenolftaleína, serve essencialmente para verificar o nível de ataque da superfície carbonatada. O ensaio foi executado com recurso a uma máquina perfuradora para posterior recolha do pó a diferentes níveis de profundidade, nomeadamente entre 0 a 1 cm, 1 a 2 cm e 2 a 3 cm. A Figura 5.21 mostra algumas das amostras recolhidas.



Figura 5.21 – Preparação do ensaio para determinação da profundidade de carbonatação.

Na escolha dos elementos estruturais para o ensaio, teve-se a preocupação de selecionar dois pilares exteriores em mau estado de conservação (P2 e P4), um pilar exterior em bom estado de conservação (P7) e um pilar interior (P10), mais protegido da carbonatação, em relativamente bom estado.



Figura 5.22 – Perfuração para recolha de amostras.

Tabela 5.8 – Determinação da profundidade de carbonatação: P2

Profundidade de recolha de amostras		
0 a 1 (cm)	1 a 2 (cm)	2 a 3 (cm)
Zona carbonatada.	Zona não carbonatada.	Zona não carbonatada.

Tabela 5.9 – Determinação da profundidade de carbonatação: P4


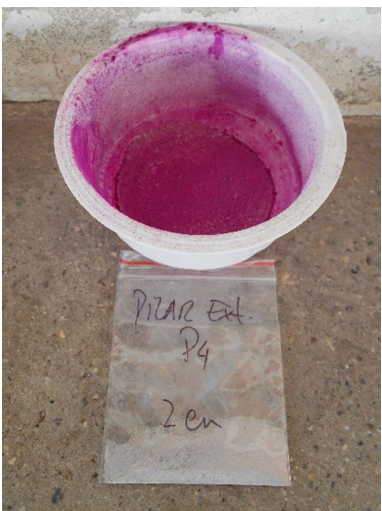

Profundidade de recolha de amostras		
0 a 1 (cm)	1 a 2 (cm)	2 a 3 (cm)
		
Zona carbonatada.	Zona não carbonatada.	Zona não carbonatada.

Tabela 5.10 – Determinação da profundidade de carbonatação: P7







Profundidade de recolha de amostras		
0 a 1 (cm)	1 a 2 (cm)	2 a 3 (cm)
		
Zona carbonatada.	Zona carbonatada.	Zona não carbonatada.

Tabela 5.11 – Determinação da profundidade de carbonatação: P10

Profundidade de recolha de amostras		
0 a 1 (cm)	1 a 2 (cm)	2 a 3 (cm)
		
Zona carbonatada.	Zona não carbonatada.	Zona não carbonatada.

Depois de analisados os resultados dos ensaios da profundidade de carbonatação é possível afirmar que a profundidade de ataque, tendo em atenção o tempo de utilização do edifício (aproximadamente 35 anos), apresenta resultados bastante satisfatórios na penetração da carbonatação, com o seu máximo de ataque a corresponder a 2 cm, no pilar exterior – P7.

Pode-se então concluir que a carbonatação apesar de não estar muito propagada nos elementos estruturais, aliada a um mau posicionamento da armadura poderá ser a causa para os problemas encontrados de corrosão nos elementos estruturais em estudo.

5.3.3 Determinação do Teor de Cloretos

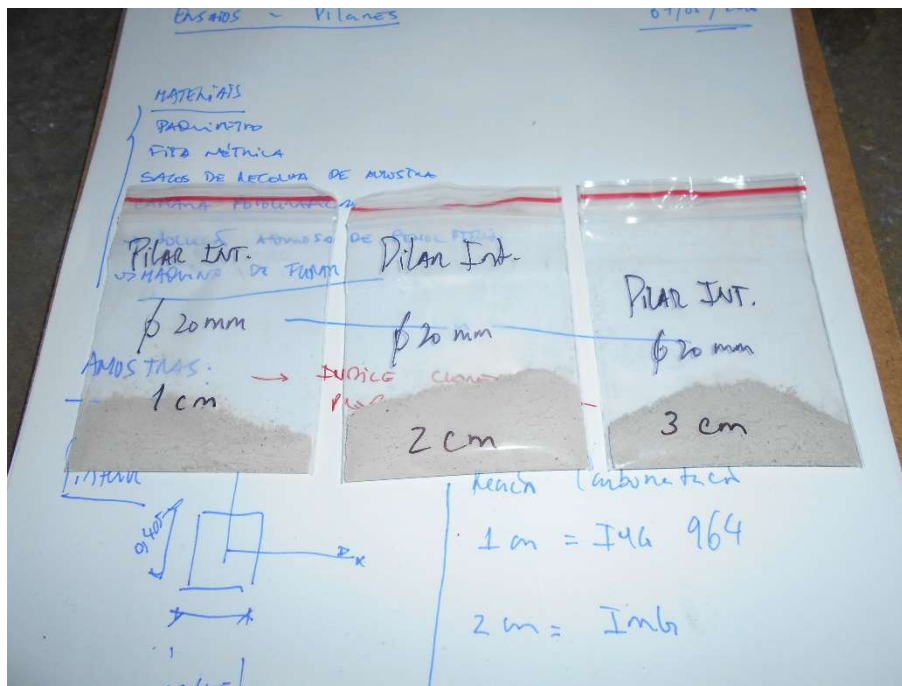
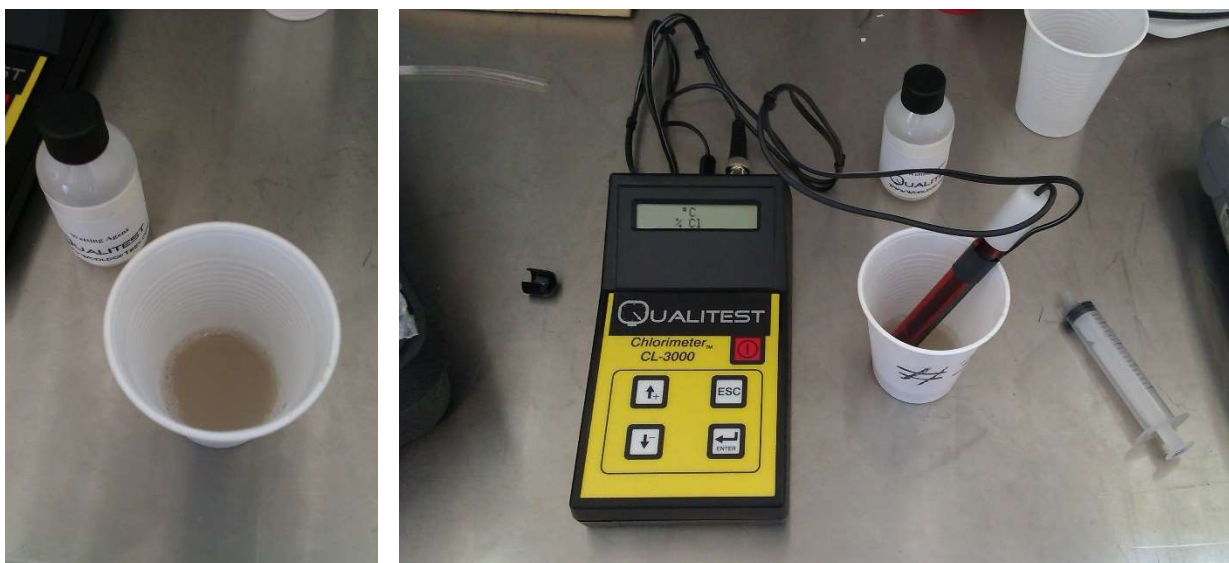


Figura 5.23 – Recolha de amostrar para medição do teor de cloretos em pilar interior.

Para a determinação do teor de cloretos, foram selecionados pilares exteriores e pilares interiores, tal como realizado no ensaio anterior. Foram selecionados para ensaio os pilares exteriores P2 e P4, que apresentam um estado de conservação mau, o pilar P7 que representa o exemplo de um pilar em ótimo estado, e o pilar P10, um pilar situado em ambiente anterior, cujo estado de conservação é bom.

Foram recolhidas amostradas do pó extraído às profundidas de 0 a 1 cm, de 1 a 2 cm e por ultimo de 2 a 3 cm. Estas amostras, conforme demonstra a Figura 5.23, foram posteriormente enviadas para laboratório para ser determinado o respetivo teor de cloretos.



a) Amostra de pó dissolvida em solução ácida,

b) Eléctrodo com sensor de temperatura.

Figura 5.24 – Processo laboratorial do ensaio de teor de cloretos.

O procedimento de ensaio, como mostra a Figura 5.24, consiste em determinar o teor solúvel em ácido de cloretos existentes no betão. O sensor devidamente calibrado é introduzido na solução medindo a reação eletroquímica. Este valor de leitura direta é convertido para percentagem de iões de cloreto em massa de cimento.

Tabela 5.12 – Resultado do teor de sulfatos.

Referência das amostras	Profundidade (mm)	% Cl (em massa de cimento)
Pilar Exterior - P2	10	0,222
	20	0,194
	30	0,170
Pilar Exterior - P4	10	0,161
	20	0,124
	30	0,082
Pilar Exterior - P7	10	0,122
	20	0,114
	30	n.d.
Pilar Interior – P10	10	0,077
	20	0,084
	30	0,070

O teor de cloretos determinado no edifício, conforme Tabela 5.12, não é desprezável pese embora esteja abaixo dos valores tipicamente considerados críticos. O caso mais gravoso da penetração dos cloretos ocorre no pilar P2, em que a 1 cm, existe uma percentagem superior ao máximo admissível (0,20% para

zonas XS em betão armado). O mesmo pilar encontra-se com um estado de degradação evoluído, contudo o pilar P7, que corresponde a um pilar em excelente estado, apresenta resultados próximos dos resultados do pilar P2. Como seria de esperar, dado a sua localização e a proteção interior, o pilar P10, apresenta valores razoáveis e permitidos não sendo neste caso, um indício de perigo ou alerta. Em conclusão, pode-se afirmar que o ataque de cloretos na estrutura está propagado e ativo, mas em resultado da análise geral ao teor de cloretos, estes não são a causa principal para as anomalias encontradas nos elementos estruturais, podendo complementar um conjunto de causas possíveis para o estado de conservação geral do edifício.

5.4 PRECONIZAÇÃO DE SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO

5.4.1 Soluções de Intervenção

Depois de executados todos os procedimentos típicos de uma inspeção a uma estrutura e apuradas todas as causas, feito um diagnóstico exaustivo com base nas inspeções visuais, nos ensaios de campo e nos ensaios laboratoriais conclui-se que existem vários elementos que precisam de uma reparação a ocorrer a médio prazo na sua globalidade e um caso em que a reparação deva ocorrer a curto prazo, uma vez que pode apresentar algum perigo para os utentes da estrutura.

Para estas soluções de intervenção serão preconizados produtos, sistemas e métodos de reparação de acordo com a norma NP EN 1504 – Parte 9, anteriormente descrita, de acordo com os princípios de intervenção e aplicabilidade, selecionando o método correspondente a cada caso.

Tabela 5.13 – Reparação nº1: sequência de aplicação.

Reparação nº:	Princípios (NP EN 1504-9)	Elemento(s) Estruturais
1	1, 2, 3, 7, 8, 11	P1; P2; P3; P4; P5; P6; P11; V1
#	Descrição	Ilustração do Material
1	Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destacamento.	
2	Escarificação da superfície em torno das armaduras, deixando à vista betão “limpo”.	



3	Limpeza da corrosão presente nas armaduras com recurso a uma escova de aço ou jatos sobre pressão.	
4	Reforço de armaduras nas zonas onde for perceptível a visualização de perda de secção de armadura.	
5	Aplicação de <i>weber.rep fer</i> nas armaduras para proteção contra agentes exteriores agressores, conforme fichas técnicas.	
6	Após a secagem do revestimento anticorrosivo, o elemento estrutural deverá ser reperfilado com recurso à argamassa de reparação estrutural <i>weber.rep rapide</i> .	
7	Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.	

Tabela 5.14 – Reparação nº2: sequência de aplicação.

Reparação nº:	Princípios (NP EN 1504-9)	Elemento(s) Estruturais
2	1, 2, 3, 7, 8, 11	P10
#	Descrição	Ilustração do Material
1	Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destacamento.	


2	Revestimento das superfícies que apresentem vazios ou ninhos de brita com a aplicação de argamassa de reparação <i>weber.rep express</i> .	
3	Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.	

Tabela 5.15 – Reparação nº3: sequência de aplicação.




Reparação nº:	Princípios (NP EN 1504-9)	Elemento(s) Estruturais
3	1, 2, 3	PC1
#	Descrição	Ilustração do Material
1	Remoção do reboco que apresente destacamento e mau estado de conservação.	
2	Revestimento da parede pelo interior com argamassa impermeabilizante <i>weber.dry KG</i> .	

Tabela 5.16 – Reparação nº4: sequência de aplicação.



Reparação nº:	Princípios (NP EN 1504-9)	Elemento(s) Estruturais
4	1, 2, 3, 7, 8, 11	M1
#	Descrição	Ilustração do Material
1	Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destacamento.	
2	Escarificação da superfície em torno das armaduras, deixando à vista betão “limpo”.	
3	Limpeza da corrosão presente nas armaduras com recurso a uma escova de aço ou jatos sobre pressão.	
4	Reforço de armaduras nas zonas onde for perceptível a visualização de perda de secção de armadura.	
5	Aplicação de <i>weber.rep fer</i> nas armaduras para proteção contra agentes exteriores agressores, conforme fichas técnicas.	
6	Após a secagem do revestimento anticorrosivo, o elemento estrutural deverá ser reperfilado com recurso à argamassa de reparação estrutural <i>weber.rep rapide</i> .	
7	Na ligação entre alvenaria e betão deverá ser realizada uma abertura em “V” com uma profundidade e largura de aproximadamente 10mm. Deve ser aplicado um produto elástico entre	

	fendas assegurando uma selagem perfeita.	
8	Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.	

5.4.2 Execução de Reparações

Depois de serem preconizadas as soluções de reparação, foram procedidas de uma execução prática das mesmas para uma experimentação prática do tema. As tabelas seguintes sequenciam a forma e o método de reparação utilizados em contexto real. Assim, com os materiais fornecidos, foram iniciadas as reparações com o objetivo de colmatar as anomalias diagnosticadas alargando a vertente prática do conhecimento.

Tabela 5.17 – Processo de reparação nº1.

Reparação nº:	Princípios (NP EN 1504-9)	Elemento(s) Estruturais
1	1, 2, 3, 7, 8, 11	P11
#	Descrição	Ilustração da Intervenção
1	Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destacamento e escarificação da superfície em torno das armaduras, deixando à vista betão “limpo”.	
2	Limpeza da corrosão presente nas armaduras com recurso a uma escova de aço ou jatos sobre pressão.	







3	Aplicação de <i>weber.rep fer</i> nas armaduras para proteção contra agentes exteriores agressores, conforme fichas técnicas.	
4	Após a secagem do revestimento anticorrosivo, o elemento estrutural deverá ser reperfilado com recurso à argamassa de reparação estrutural <i>weber.rep rapide</i> .	

Tabela 5.18 – Processo de reparação nº3.

Reparação nº:	Princípios (NP EN 1504-9)	Elemento(s) Estruturais
3	1, 2, 3, 7, 8, 11	PC1
#	Descrição	Ilustração da Intervenção
1	Remoção de todas as áreas que apresentavam destacamento e reboco degradado.	
2	Aplicação do produto <i>weber.dry stop</i> com a finalidade de corrigir juntas suscetíveis de infiltração de água.	
3	Aplicação da primeira camada de <i>weber.dry KG</i> com recurso à palustra dentada, para garantir aderência à segunda camada.	

4	<p>Aplicação da segunda camada de <i>weber.dry KG</i> com recurso à palustra lisa e posterior acabamento.</p>	
---	---	--

5.4.3 Resultado Final das Reparações

Como mostra a Figura 5.25 e Figura 5.26, os resultados e os objetivos da reparação na fase da intervenção foram cumpridos. Desta forma, após a execução, neste caso corretiva, mas podendo também ser preventiva devem ser elaborados planos de manutenção e monitorização do estado de conservação das reparações para validar o seu grau de desempenho à resolução dos problemas inicialmente identificados.



a) Pilar P11 antes da intervenção.



b) Pilar P11 depois da intervenção.

Figura 5.25 – Resultado final da reparação nº1.



a) Parede da cave antes da intervenção.



b) Parede da cave depois da intervenção.

Figura 5.26 – Resultado final da reparação nº3.

5.5 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE REPARAÇÃO

Numa fase de intervenção a uma estrutura, uma estimativa correta dos custos em fase de projeto ou preconização de soluções é de grande importância para avaliar o impacto financeiro. Por vezes, em algumas estruturas o estado de conservação é de elevada degradação e dessa forma uma quantificação global do custo de reparação poderá ditar a exclusão de alguns métodos passando a intervenção por métodos economicamente mais vantajosos.

O que se pretende neste subcapítulo é a quantificação de custos por m² de todas as reparações, contabilizando os valores relativos a mão-de-obra, equipamentos e materiais, sendo este um preço estimado composto e com valores de venda ao público. Os valores aqui apresentados poderão ser avaliados parcialmente nos anexos (ver Tabela 5.19).

Tabela 5.19 – Estimativa geral de custos de reparação.

Designação	Preço / m ² (€)
Reparação nº1	91,17 €
Reparação nº2	58,49 €
Reparação nº3	50,25 €
Reparação nº4	107,67 €

5.6 CONCLUSÃO DA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO À ESTRUTURA

Uma vez realizados todos os procedimentos válidos na inspeção, diagnóstico e intervenção estrutural ao presente caso de estudo, podem ser tiradas conclusões das causas/efeitos das anomalias encontradas e de alguns casos parcialmente corrigidos.

Como pode ser validado pelos ensaios, a resistência superficial de betão não é afetada pela profundidade de carbonatação isto porque em todos os elementos ensaios, nos casos bons e maus, a profundidade de carbonatação é de 1 cm, não afetando a medição da resistência à compressão dos elementos estruturais. Apesar do ensaio para obtenção do teor de cloretos ser alarmante no sentido em que ultrapassa os limites máximos admissíveis pela NP 206, nomeadamente no Pilar P2, pode-se considerar que este fator não é preponderante na agravante ou no desenvolvimento das anomalias encontradas, não excluindo que este mesmo dado deva ser monitorizado e controlado para que não seja prejudicial à estrutura.

O maior defeito encontrado é de facto o deficiente recobrimento generalizado ao longo de todos os elementos estruturais e em faces comuns. Em alguns casos o recobrimento é aproximadamente 3 mm, que apesar de os elementos estruturais serem protegidos com uma capa de verniz, mas que a vida útil do revestimento de proteção superficial já terminou e aliado ao betão aparentemente poroso potencia a entrada de agentes ativadores da corrosão.

Conclui-se então, que a maior causa para as anomalias encontradas está essencialmente ligada a erros de construção/execução em que houve uma deslocação das armaduras na fase da betonagem, na ausência de espaçadores uteis para cumprimento dos recobrimentos regulamentares.

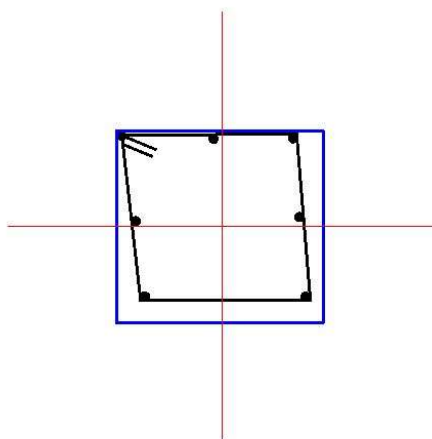


Figura 5.27 – Posição da armadura dos pilares.

Como demonstra a Figura 5.27, o facto da armadura estar fora do seu centro geométrico faz com que haja um aumento de recobrimento em algumas faces e noutras um recobrimento quase nulo.

6 INTEGRAÇÃO DO CONCEITO *BIM* NA INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS – MOLHE DE VILA DO CONDE

6.1 INTRODUÇÃO

O conceito *BIM* (*Building Information Modeling*) é basicamente uma ferramenta de trabalho que permite armazenar informação sobre um determinado elemento desde a fase da concepção até ao fim do seu ciclo de vida (ver Figura 6.1).

Esta filosofia de trabalho permite o armazenamento de informação relevante ao elemento, tais como, a geometria, implantação geográfica, elementos construtivos, materiais, propriedades do elemento, mapas de quantidades e demais informações que visam caracterizar o que se está a produzir com o objetivo de num único modelo guardar uma quantidade relevante de informação.

O conceito surge com a utilização de *softwares* evoluídos e tecnicamente aptos para este tipo de modelação, como por exemplo o *Revit* da *Autodesk*, que será usado para a produção do presente capítulo.

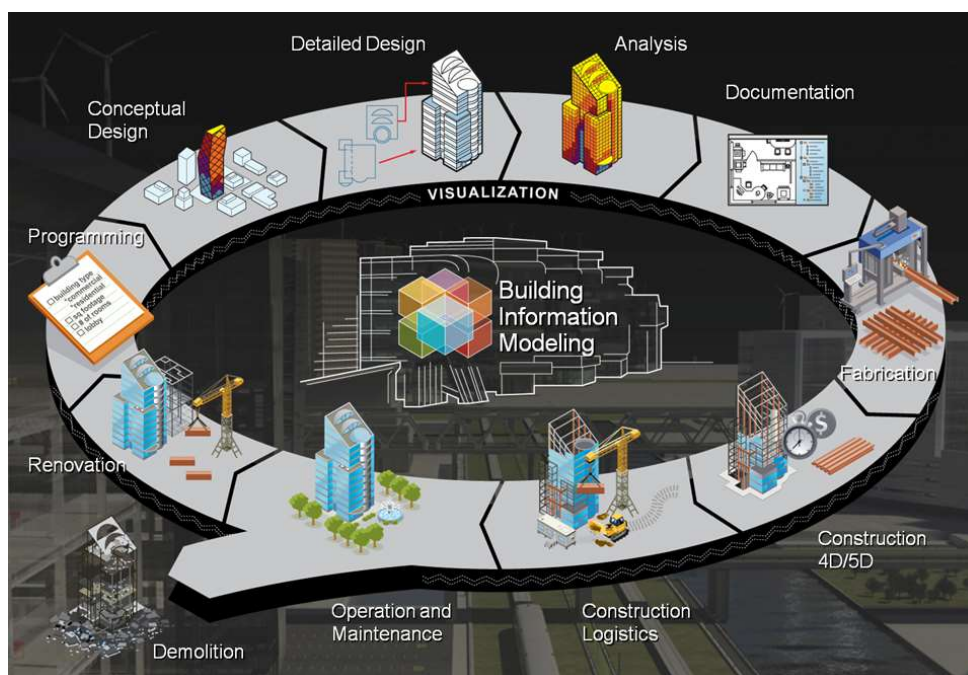


Figura 6.1 – Ciclo de vida do conceito *BIM* (www.idd.com.br).

A dimensão de uma modelação em *BIM* é muito extensa e é dividida em cinco dimensões, sendo estas dimensões 3D, 4D, 5D, 6D, 7D (ver Figura 6.2).

Na dimensão 3D é elaborado o modelo do elemento desejado, recorrendo a renderizações com elementos reais, com a implantação topográfica incluída, animações e aspeto final do elemento. Até esta fase o mercado está munido de ferramentas capazes de o fazer, contudo a grande vantagem do *BIM* é a partir da 4 dimensão, onde o conceito começa a ganhar a sua proporção e real valor.

Caracteriza-se a dimensão 4D, como fator tempo, onde é possível identificar o tempo de construção, faseando todas as fases construtivas no nosso modelo. A quinta dimensão, 5D, caracteriza-se como a quantificação de custo de construção, ajudando a quantificar os valores através de mapas de quantidades e todas as listagens necessárias alvo de medições.

Na dimensão 6 (6D), gerem-se os ciclos de vida do elemento, bem como o controlo de garantidas de equipamentos, planos de manutenção, dados de fabricantes e fornecedores ente outros elementos significativos.

Na última dimensão, a dimensão 7D, é utilizada pelos gestores de operação de manutenção durante o ciclo de vida do elemento. Nesta dimensão são agendadas monitorizações, planos de manutenção e intervenção e avaliações do estado do elemento.



Figura 6.2 – Dimensões do *BIM* (www.hashtagbim.files.wordpress.com).

A utilização deste conceito na inspeção e diagnóstico de estruturas tem um alto potencial porque permite centrar toda a atenção num modelo, fazendo a total caracterização do elemento estrutural.

Numa fase de inspeção, diagnóstico e preconização de soluções de intervenção a uma estrutura existente, a informação detalhada é predominante e o seu número muito significativo, o que justifica na sua plenitude recorrer a um modelo de trabalho com esta amplitude.

Com o decorrer do trabalho será elaborado uma modelação de um caso de estudo e a sua aplicação de forma demonstrativa do potencial do conceito para esta temática.

6.2 APRESENTAÇÃO DO CASO PRÁTICO – MOLHE DE VILA DO CONDE

O caso prático em estudo corresponde a uma barra marítima ou molhe de mar, localizada em Vila do Conde, situada na zona norte de Portugal, com abertura para o Oceano Atlântico, numa zona de forte ondulação. O molhe tem cerca de 300 metros de desenvolvimento, com uma largura média de 6 metros podendo ser mais reduzida em alguns pontos por desintegração do molhe. O molhe é executado em betão ciclópico com zonas laterais armadas. Na cabeça do molhe existe um farol ativo, executado em betão armado.



Figura 6.3 – Localização do molhe (Imagem via *Google Earth Pro*).

Após uma pesquisa histórica em centros documentais diversos e depois da consulta de habitantes de Vila do Conde, foi possível datar a construção do molhe de Vila do Conde para a década 50 e 60. É possível que a sua execução tenha sido em duas fases distintas, uma primeira fase de betonagem do molhe e posteriormente elaborado um reforço, com inclusão de patamar panorâmico (ver Figura 6.3).



a) Lugar a sair para o mar.

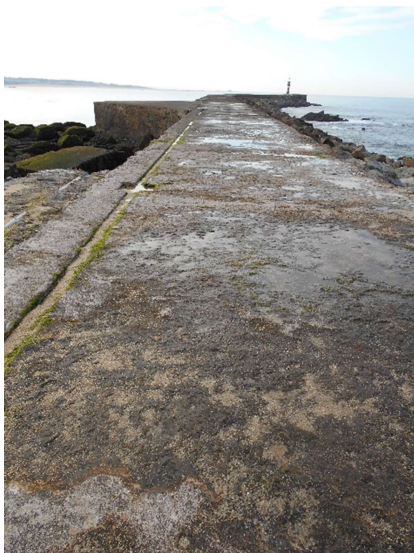
b) Palhabote a entrar no Atlântico.

Figura 6.4 – Barcos a entrar no mar na foz do rio Ave ainda sem molhe (www.naviosavista.blogspot.pt).

6.3 INSPEÇÃO DO MOLHE E CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS

Tal como se procedeu para o caso do edifício de habitação coletiva, o procedimento de inspeção e diagnóstico da estrutura foi similar, levantando todos os dados dos elementos estruturais existentes e dos defeitos e anomalias para que os mesmos fossem devidamente caracterizados.

6.3.1 Inspeção e Diagnóstico do Corpo do Molhe



a) Topo do molhe com sinais evidentes de desgaste devido à erosão.



b) Secção lateral do molhe destacada.



c) Ligação do patamar em alvenaria com o corpo do molhe com sinais de fendilhação e destacamento.



d) Desagregação dos elementos constituintes do corpo do molhe.



e) Vista lateral do molhe com sinais eflorescências e cristalização de sais.



f) Pormenor de perda da pasta de cimento e seção do topo do molhe.

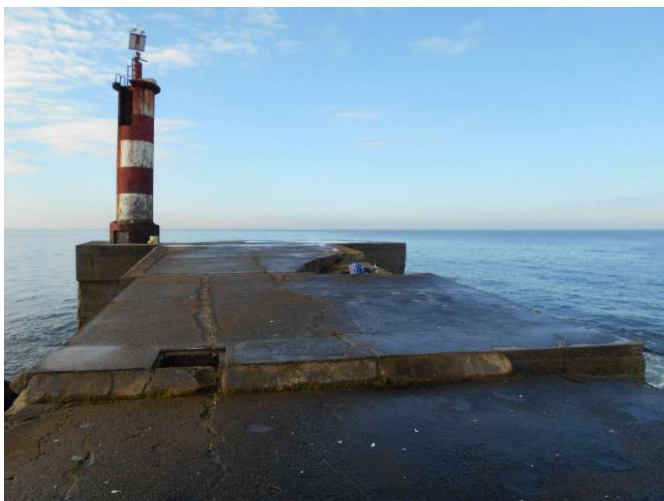
Figura 6.5 – Levantamento de anomalias no corpo do molhe.

Com recurso aos critérios de classificação de estados de conservação anteriormente desenvolvido, determinou-se o estado de conservação do molhe, sendo este um EC4, isto significa que o estado de conservação do molhe é Muito Mau e que justifica reparações prioritárias com influência na durabilidade e comportamento da estrutura, com uma intervenção planeada a curto prazo. A Tabela 6.1 justifica a classificação.

Tabela 6.1 – Classificação do estado de conservação do corpo do molhe.

Valores de Atribuição:		0	1
Caracterização da Anomalia	1. Natureza da Anomalia		X
	2. Estado de Desenvolvimento		X
	3. Extensão Atual da Anomalia		X
4. Função do Componente		X	
5. Consequência da Anomalia			X

6.3.2 Inspeção e Diagnóstico da Cabeça do Molhe



a) Vista geral da cabeça do molhe.



b) Sinais de fendilhação ativa, com visualização de possível intervenção passada.



c) Perda da pasta de cimento e cristalização de sais.



d) Perda de secção do topo da cabeça do molhe.

Figura 6.6 – Levantamento de anomalias na cabeça do molhe.

De forma similar ao estado de conservação do corpo do molhe, determinou-se o estado de conservação da cabeça do molhe como um EC4, isto significa que o estado de conservação do molhe é Muito Mau e que justifica reparações prioritárias com influência na durabilidade e comportamento da estrutura, com uma intervenção planeada a curto prazo. Os critérios adotados estão presentes na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Classificação do estado de conservação da cabeça do molhe.

Valores de Atribuição:		0	1
Caracterização da Anomalia	1. Natureza da Anomalia		X
	2. Estado de Desenvolvimento		X
	3. Extensão Atual da Anomalia		X
4. Função do Componente		X	
5. Consequência da Anomalia			X

6.3.3 Inspeção e Diagnóstico do Farol



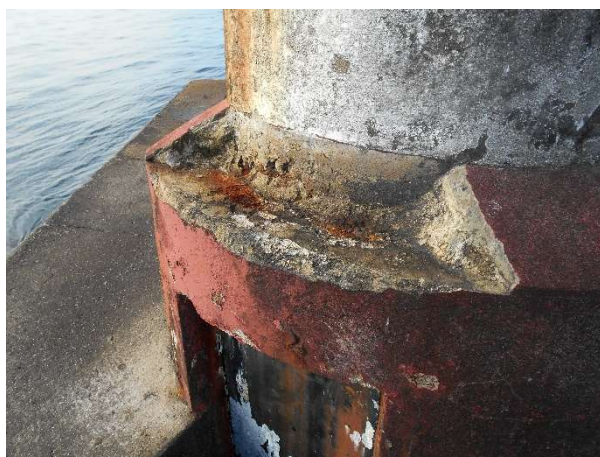
a) Base do farol com sinais de corrosão generalizada e destacamento.



b) Pormenor da base, voltada a sul, com sinais de corrosão por picadas, perda de secção da armadura e destacamento.



c) Pormenor da base, voltada a oeste, com sinais de corrosão por picadas, perda de secção da armadura, destacamento e cristalização de sais.



d) Pormenor da base, voltada a norte, com sinais de corrosão e destacamento.

Figura 6.7 – Levantamento de anomalias na estrutura do farol.

Conforme a determinação dos critérios de classificação de estados de conservação, determinou-se o estado de conservação do farol como um EC5, isto significa que o estado de conservação é Extremamente Mau e que justificação uma reparação imediata, sendo esta, em virtude de o estado de degradação elevado justificar uma substituição do elemento (ver Tabela 6.3). Apesar da função do componente ser garantida, foi determinado que a sua função é garantida de forma muito precária no que toca às suas capacidades resistentes. Atualmente, como ilustra a Figura 6.8, o farol tem uma inclinação de

aproximadamente 4 graus, esta inclinação pode piorar, levando a um possível colapso do farol pela progressão do ataque que se visualizou na base do farol.

Tabela 6.3 – Classificação do estado de conservação da estrutura do farol.

Valores de Atribuição:		0	1
Caracterização da Anomalia	1. Natureza da Anomalia		X
	2. Estado de Desenvolvimento		X
	3. Extensão Atual da Anomalia		X
4. Função do Componente			X
5. Consequência da Anomalia			X

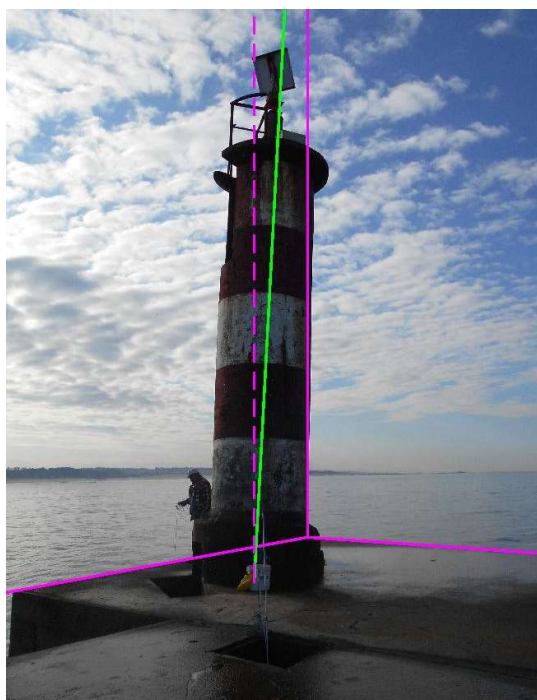


Figura 6.8 – Inclinação do farol.

Analisando todas as anomalias e as suas causas, como já elaborado neste documento, o estado de conservação geral do molhe pode ser considerado muito mau com reparações prioritárias com influência na durabilidade e comportamento da estrutura deve-se fazer uma intervenção a curto prazo. O facto de estarmos numa zona de forte contacto com água, isto é, alternância da amplitude das marés, zonas de

forte rebentação e erosão provocada pelo transporte de partículas de areia pelo vento, faz com que as anomalias sejam gerais e comuns em todo o desenvolvimento do cais.

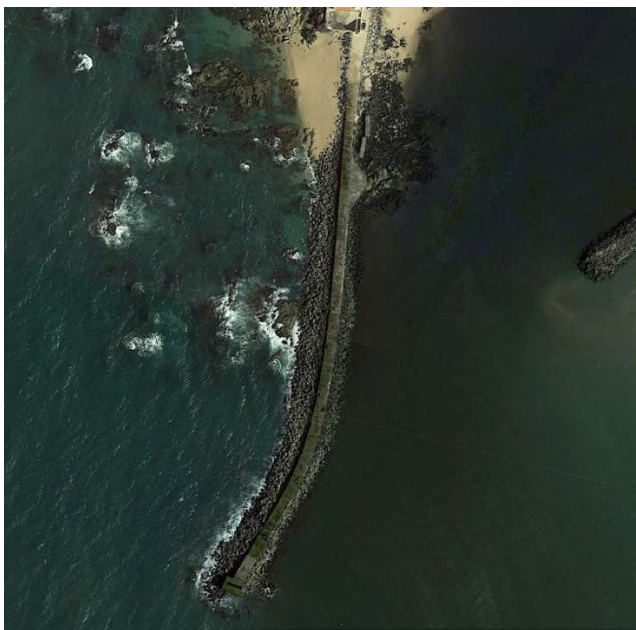
O tipo de corrosão ativa em toda a estrutura, com um foco prioritário na base do farol, é uma corrosão nitidamente provocada pela ação de cloretos pelo tipo de corrosão que apresenta (picadas).

Pode-se verificar que neste caso concreto, encontram-se anomalias causadas por fatores físicos e químicos como se documenta no capítulo 2 desta dissertação.

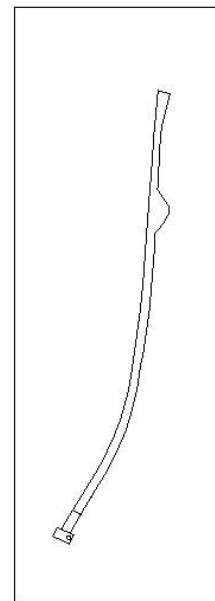
Depois da inspeção visual e diagnóstico, executados todos os ensaios e a determinação de uma causa/efeito para as anomalias visíveis, com a integração deste conceito *BIM*, pretende-se com a elaboração do projeto neste formato introduzir toda a informação ao elemento em estudo para que haja uma interação de uma equipa multidisciplinar no processo.

6.4 MODELAÇÃO DA ESTRUTURA

Depois de recolhidos todos os dados necessários a uma caracterização total no molhe, foi utilizado o *software Autodesk Revit*, para a modelação da estrutura.



a) Implantação do cais – 2D ((Imagem via *Google Earth Pro*).



b) Desenho 2D da estrutura com recurso ao *software DraftSight*.

Figura 6.9 – Implantação 2D para uso no modelo *BIM*.

Depois de desenhada a máscara da estrutura, conforme ilustra a Figura 6.9, transporta-se para o projeto *Revit* para a mesma ser modelada com referências reais.

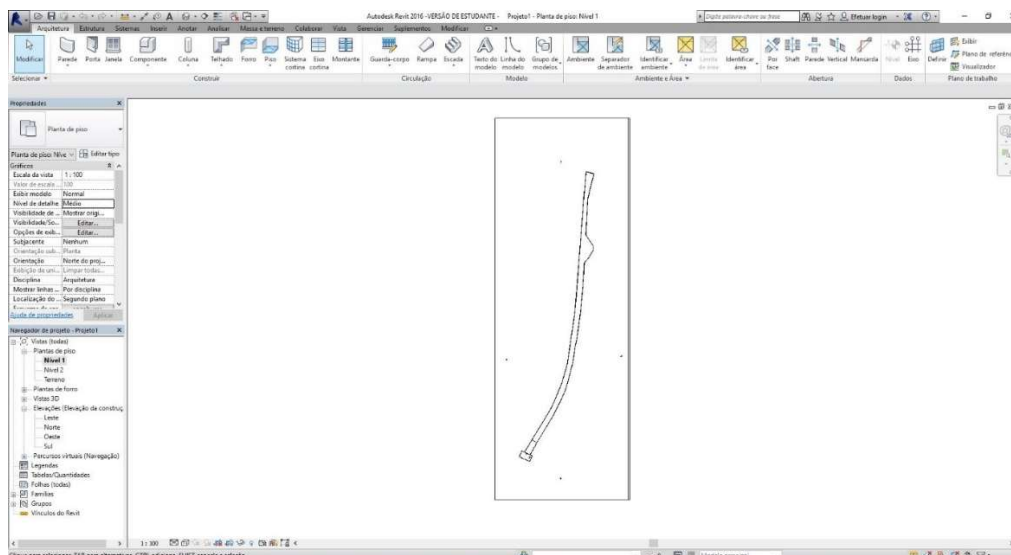


Figura 6.10 – Introdução da máscara da estrutura no software.

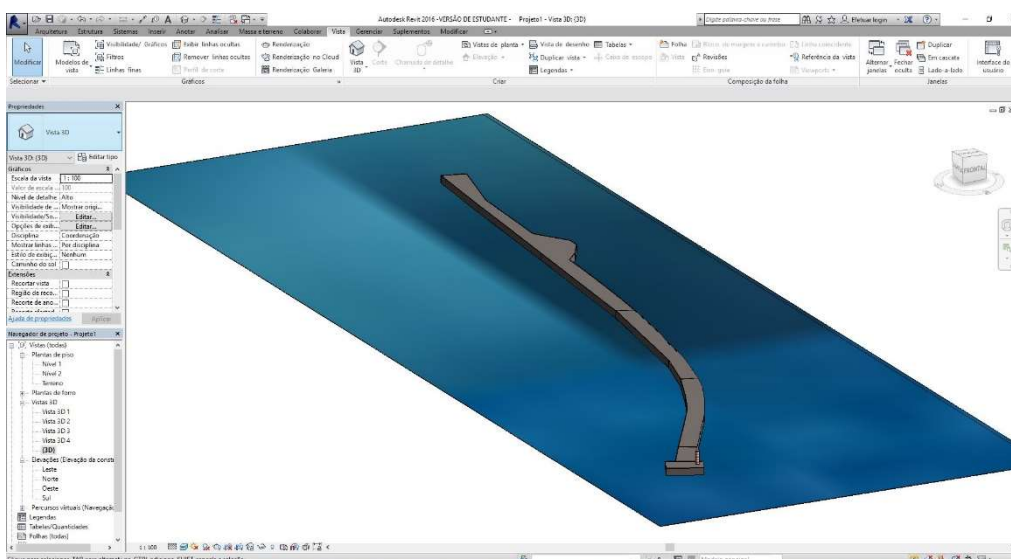
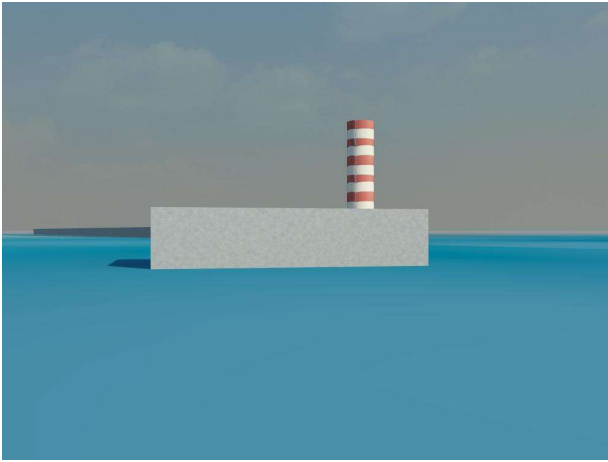
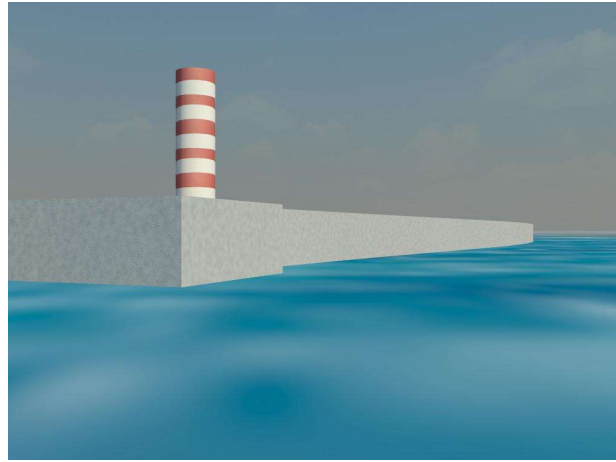


Figura 6.11 – Visualização 3D do molhe.



a) Alçado sul da cabeça do molhe.



b) Alçado este/sul da cabeça e corpo do molhe.



c) Vista renderizada do molhe na sua totalidade.

Figura 6.12 – Renderizações da estrutura do molhe.

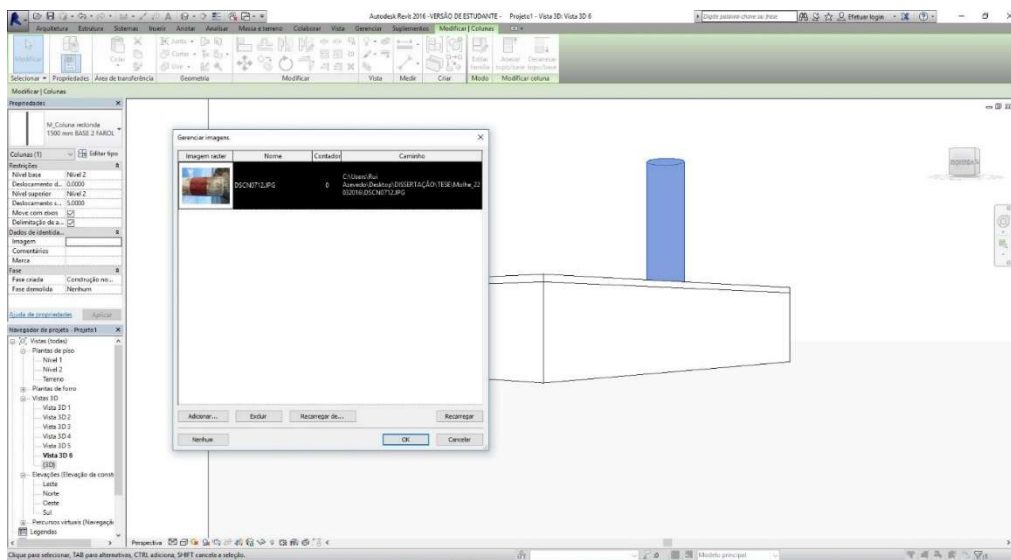


Figura 6.13 – Introdução de informação nos elementos.

No caso da Figura 6.13, é possível identificar um elemento selecionado, neste caso, o farol e a introdução de um elemento fotográfico associado ao modelo informático. Esta é uma das valências fundamentais desta ferramenta, que se baseia na atribuição de características, descrição de anomalias, a sua associação a um estado de conservação e a atribuição de uma preconização de soluções.

Imagina-se, portanto, a utilidade desta ferramenta no contexto atual, em que os processos estão cada vez mais informatizados e onde toda a informação circula quase de forma instantânea.

Toda a integração deste conceito visa facilitar a alternância de processos, isto porque a inspeção, o diagnóstico e intervenção estrutural requer muito faseamento quanto à sua planificação.

Como demonstra a Figura 6.14, durante o período de exploração da estrutura, depois de serem reportados problemas estruturais e de durabilidade e deve ser posta em prática a etapa de operação ou manutenção, como simboliza a elipse a vermelho. Nesta fase, torna-se necessário avaliar o caminho a percorrer. Na figura sugere-se o caminho, se o estado da estrutura não justificar a intervenção devido ao seu elevado estado de degradação e/ou falta de viabilidade económica para o cumprimento das necessidades de reparação. Por outro lado, promove-se o caminho B sempre que a reparação estrutural é técnica e economicamente viável. Assim é cumprido o ciclo de vida do conceito *BIM*, desta forma aplicado à temática da inspeção e diagnóstico de estruturas.

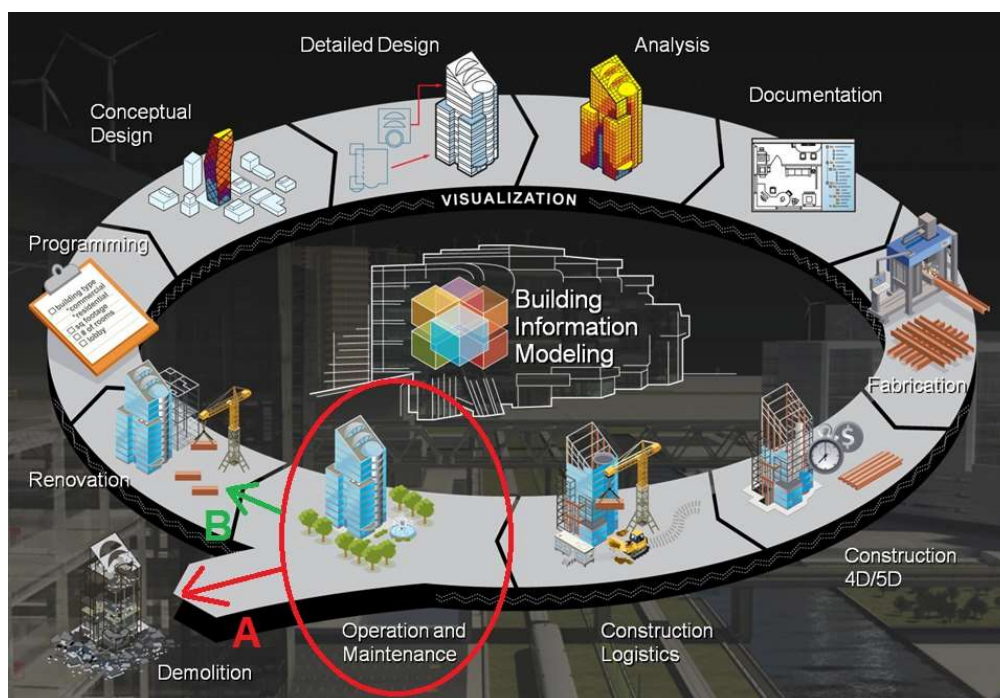


Figura 6.14 - Ciclo de vida do conceito *BIM* alterado (www.idd.com.br).

6.5 VANTAGENS DA METODOLOGIA *BIM* NA INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

O conceito *BIM*, como já apresentado, oferece ferramentas *multitasking* no sentido em que permite incluir num só modelo, a informação necessária para gestão de todo um processo de inspeção e diagnóstico de estruturas. No caso da inspeção do edifício de habitação coletiva, apresentado no presente documento, todo o processo foi executado por processos autónomos, recorrendo a métodos convencionais de gestão de dados e tratamento de informação. Na utilização de um *software BIM*, todo o processo fica mais eficiente e rápido uma vez que todas as ferramentas estão contidas num único elemento.

Como forma demonstrativa, criou-se uma listagem que se apresenta a seguir em forma de *inputs* e *outputs*:

Inputs:

- Recolha de informação e geometria (inventário);
- Recolha de informação relativa à inspeção visual;
- Identificação das anomalias e posterior diagnóstico;
- Caracterização dos estados de conservação dos elementos estruturais;
- Elaboração de soluções de intervenção.

Outputs:

- Modelação da estrutura;
- Criação automática das fichas de inspeção contendo toda a informação de um elemento estrutural selecionado;
- Atribuição automática a cada ficha de diagnóstico o estado de conservação relativo ao elemento estrutural selecionado;
- Elaboração de fichas de reparação;
- Elaboração automática das peças desenhadas;
- Elaboração do mapa de quantidades dos materiais a utilizar da reparação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 CONCLUSÕES

A existência de um extenso conjunto de estruturas junto ao litoral português, muitas delas envelhecidas e com sinais evidentes de deterioração, justificam o tema deste trabalho. Constata-se que o ambiente marítimo se mostra particularmente gravoso, pela sua agressividade física e química, para as estruturas de betão armado. Abrangendo a especificidade deste meio, as anomalias, os processos de diagnóstico e as estratégias de reparação mais relevantes foram apresentados e analisados.

O estudo da norma NP EN 1504 revela-se importante para que todos os produtos e sistemas atualmente no mercado estejam enquadrados e avaliados quanto às suas propriedades e características de aplicação. A norma divide-se em dez partes diferentes e que, de um modo específico, se complementam na sua aplicabilidade. Neste caso, para além de uma perspetiva geral sobre a norma, apresentaram-se os princípios e os métodos especificamente relacionados com a reparação e/ou proteção de estruturas em ambiente marítimo. Ensaios laboratoriais comprovaram a validade de produtos específicos para proteção superficial e para proteção de armaduras do betão armado.

Os casos de estudo escolhidos foram criteriosamente selecionados no sentido em que o seu contexto, em termos de localização, fosse o mais adequado para a identificação dos problemas recorrentes nas estruturas de betão com proximidade ao meio marítimo. Em dois casos de estudo, lidou-se com um conjunto vasto de anomalias estruturais que se caracterizaram através da inspeção visual, procedeu-se ao seu diagnóstico através de ensaios e propuseram-se e testaram-se medidas corretivas.

Em particular, o estudo do edifício da habitação coletiva foi um marco importante na produção deste documento, uma vez que foram tomadas decisões de reparação e intervenção baseadas em todos os ensaios executados na estrutura. Este procedimento permitiu ao autor criar uma ligação ao tema, para que num futuro caso prático em ambiente profissional a abordagem seja altamente eficaz. Conclui-se que o edifício analisado precisa de obras de reparação a curto/médio prazo.

Por fim, foi introduzida uma ferramenta informática no contexto da inspeção e diagnóstico de estruturas, baseada no conceito BIM, que aponta as principais potencialidades e vantagens no uso de novas

tecnologias e conceitos na Engenharia Civil e, em particular, na inspeção de estruturas. A sua aplicação ao Molhe de Vila do Condo demonstra a aplicabilidade da metodologia proposta.

Em suma, todos os objetivos e tarefas propostas foram concretizadas ao longo deste trabalho. O processo de inspeção e o diagnóstico de edifícios de betão armado e a preconização de soluções em casos de estudo reais, apoiadas em ensaios laboratoriais que comprovassem a sua aplicação, foram trabalhos realmente importantes no que toca à sensibilidade e conhecimento que se deve adquirir para atuar nesta área de intervenção. Assim, foi determinante elaborar e verificar situações reais de aplicação, quer em laboratório, quer em aplicação prática nos casos de estudo, onde foram comprovadas a aplicação de materiais e sistemas testados.

7.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Como desenvolvimento futuro do tema, na opinião do autor do presente documento, está a formação continua neste assunto. Cada vez mais a inspeção e diagnóstico de estruturas irá tomar um papel importante na prática da engenharia, nomeadamente na parte de projeto de reabilitação, reforço e reparação de estruturas edificadas.

Considera-se que o facto de uma intervenção bem elaborada, surge essencialmente numa correta preconização e posterior execução com uma etapa de monitorização. Por isso, o autor do documento, propõe a monitorização das intervenções executadas nos elementos estruturais para validar o grau de eficiência desta mesma aplicação.

Em termos tecnológicos, a utilização profunda das novas tecnologias associadas ao conceito *BIM*, deverá ser alvo de dedicação, estudo e aplicação à prática atual, uma vez que o sucesso de algumas tarefas está na interação de vários técnicos e equipas multidisciplinares, e que com o recurso a estas novas tecnologias todos os processos estão cada vez mais simplificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APEB, 2008 – Associação Portuguesa das Empresas de Betão Pronto - Guia para a utilização da norma NP EN 206-1, (2008) p.15.

APPLETON, J., COSTA, A., Apontamentos da cadeira de “Reabilitação e Reforço de Estruturas” - Módulo 4: Inspeção, Avaliação e diagnóstico da deterioração e do comportamento estrutural. Instituto Superior Técnico.

APPLETON, J., COSTA, A., Apontamentos da cadeira de “Reabilitação e Reforço de Estruturas” - Módulo 1: Reabilitação e Reforço de Estruturas. Instituto Superior Técnico.

BAIÃO, Manuel – COM 146: Algumas Situações de Patologia em Edifícios de Betão Armado – Medidas Preventivas. Lisboa: LNEC, 2009.

CÓIAS, Vítor – Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios. Lisboa: IST PRESS, 2008.

COSTA, António, APPLETON, Júlio – Análise da Penetração de Cloretos em Estruturas de Betão Armado Expostas ao Ambiente Marítimo, p. 1-11.

COSTA, José – Técnicas Não Tradicionais de Reabilitação Estrutural do Betão Armado, (2013), p. 1-40.

DURATINET – Manual Técnico: Métodos químicos e de reatividade, Parte IV-Vol.3, LNEC, 2013.

EUROCÓDIGO 2. Projeto de estruturas de betão – Parte 1.1: Regras Gerais e Regras para Edifícios. CEN EN-1992-1-1, 2010.

ESTRADAS DE PORTUGAL: Especificações Técnicas das Estradas de Portugal, S.A.

HELENE, P. R. L. Corrosão das Armaduras em Concreto Armado. In 4º Simpósio de Aplicação da Tecnologia do Concreto – SIMPATCON. Anais. São Paulo, 1981, p. 1-4.

INSRE-Isep, 2016 – Apontamentos teóricos da disciplina de Inspeção e Reforço de Estruturas do Mestrado em Engenharia Civil do Ramo de Estruturas, Eng.º Carlos Rodrigues (2015-2016).

INE Censos, 2011 – Instituto Nacional de Estatística [Consult. Janeiro 2016]. Disponível na internet: URL:www.censos.ine.pt.

NEVILLE, Adam – Concrete: Neville’s insights and issues. London-UK: Thomas Telford, 2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NP EN 1504-1. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2006.

NP EN 1504-2. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Sistemas de proteção superficial do betão: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2006.

NP EN 1504-3. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Reparação estrutural e não estrutural: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2006.

NP EN 1504-4. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Colagem estrutural: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2006.

NP EN 1504-5. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Injeção do betão: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2006.

NP EN 1504-6. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Ancoragem de armaduras de aço: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2008.

NP EN 1504-7. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Proteção contra a corrosão das armaduras: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2008.

NP EN 1504-8. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Controlo de qualidade e avaliação da conformidade: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2006.

NP EN 1504-9. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Princípios gerais para a utilização de produtos e sistemas: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2009.

NP EN 1504-10. Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de betão – Aplicação de produtos e sistemas e controlo da qualidade da obra: Definições, requisitos, controle de qualidade e avaliação da conformidade. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2008.

NP EN 12504-2. Ensaio do betão nas estruturas – Ensaio não destrutivo: Determinação do índice esclerométrico. Instituto Português da Qualidade, Portugal, 2003.

RAUPACH, Michael; BUTTNER, Till – Concrete Repair to EN 1504: Diagnosis, Design, Principles and Practice. Florida-USA: CRC Press, 2014.

RILEM CPC – 18 – Measurement of hardened concrete carbonation depth. UK: Kluwer Academic Publishers, 1988.

SALTA, M, Prevenção da corrosão nas estruturas marítimas em betão armado, II Encontro: Dia Mundial sensibilização para a corrosão (LNEC), 2014.

www.mapei.pt [Consult. Janeiro 2016]. Disponível na internet: URL:www.mapei.pt.

www.sika.pt [Consult. Janeiro 2016]. Disponível na internet: URL:www.sika.pt.

Google Maps, 2016 – Google Mapas [Consult. Janeiro 2016]. Disponível na internet: URL:www.maps.google.pt.

www.metalica.com.br [Consult. Janeiro 2016]. Disponível na internet: URL:www.metalica.com.br.

www.scielo.mec.pt [Consult. Janeiro 2016]. Disponível na internet: URL:www.scielo.mec.pt.

www.cimentoitambe.com.br [Consult. Janeiro 2016]. Disponível na internet: URL:www.cimentoitambe.com.br.

www.casareport.pt [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.casareport.pt.

www.bushman.cc [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.bushman.cc.

www.duromac-cp.de [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.duromac-cp.de.

www.epms-supplies.co.uk [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.epms-supplies.co.uk.

www.materialsforengineering.co.uk [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.materialsforengineering.co.uk.

www.bau-ss.com [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.bau-ss.com.

www.lusomat.pt [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.lusomat.pt.

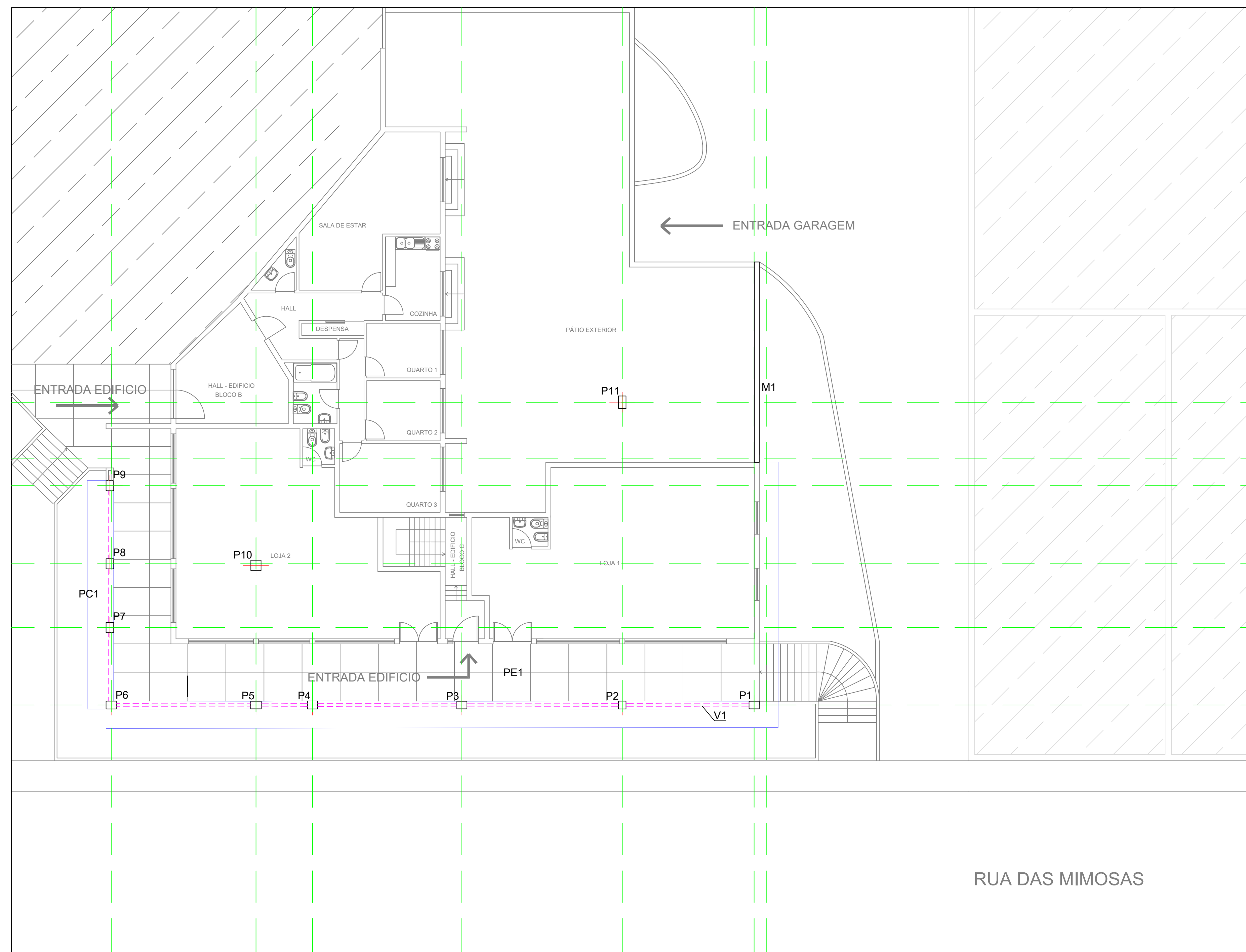
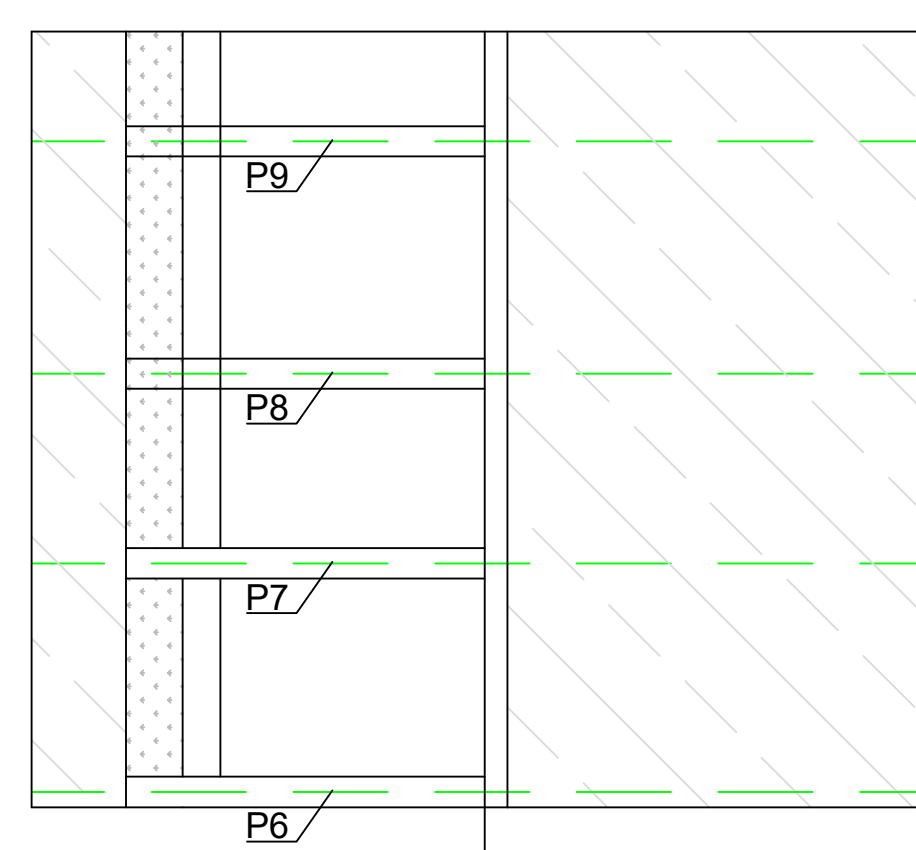
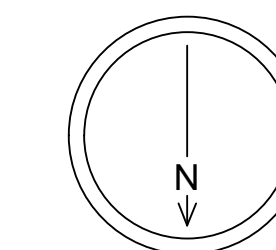
www.stap.pt [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.stap.pt.

www.jettyrepairs.blogspot.pt [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.jettyrepairs.blogspot.pt.

www.jpbroomfield.co.uk [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.jpbroomfield.co.uk.

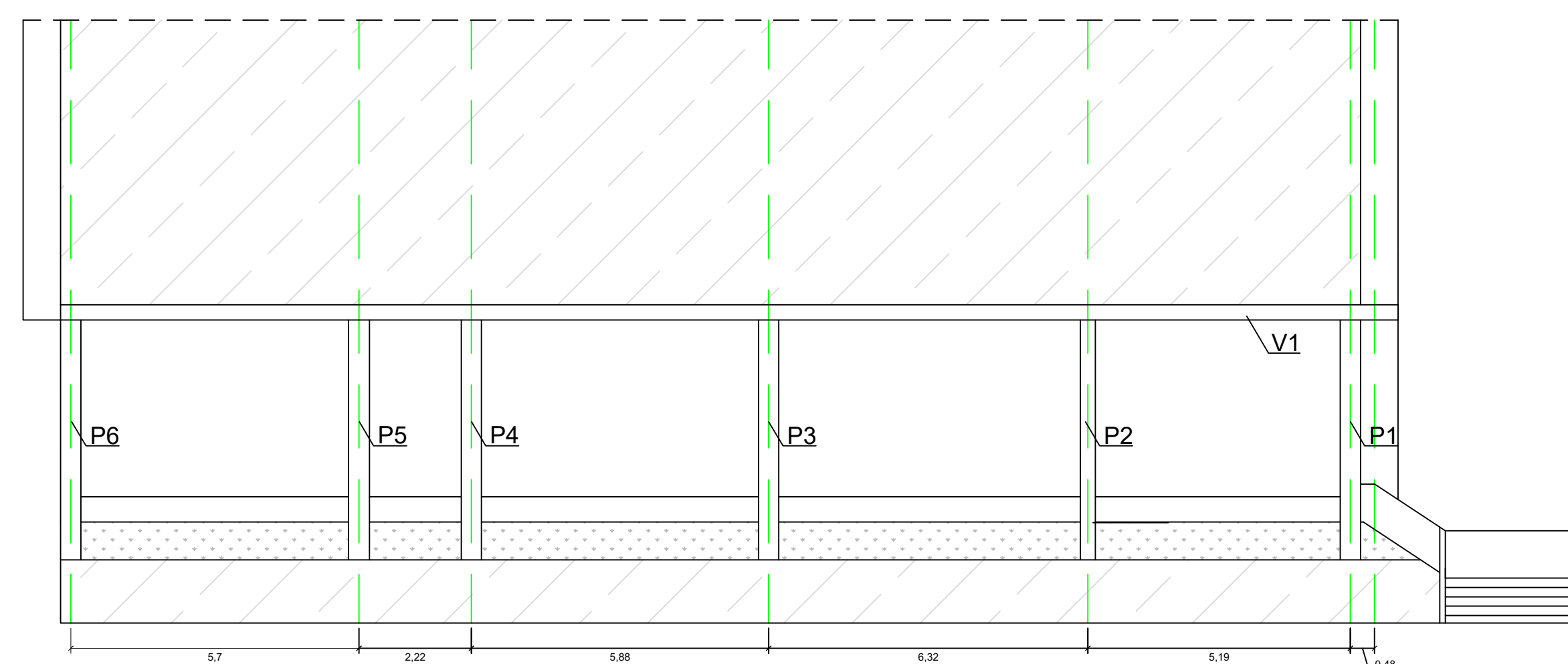
www.weber-belgium.be [Consult. Outubro 2016]. Disponível na internet: URL: www.weber-belgium.be.

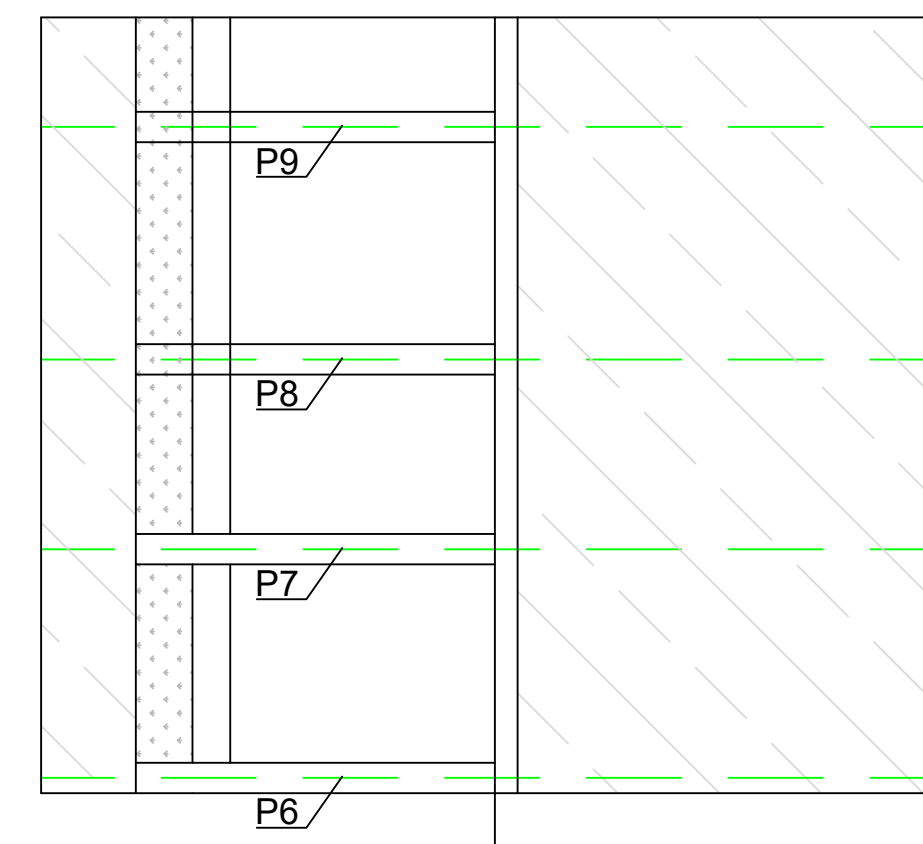
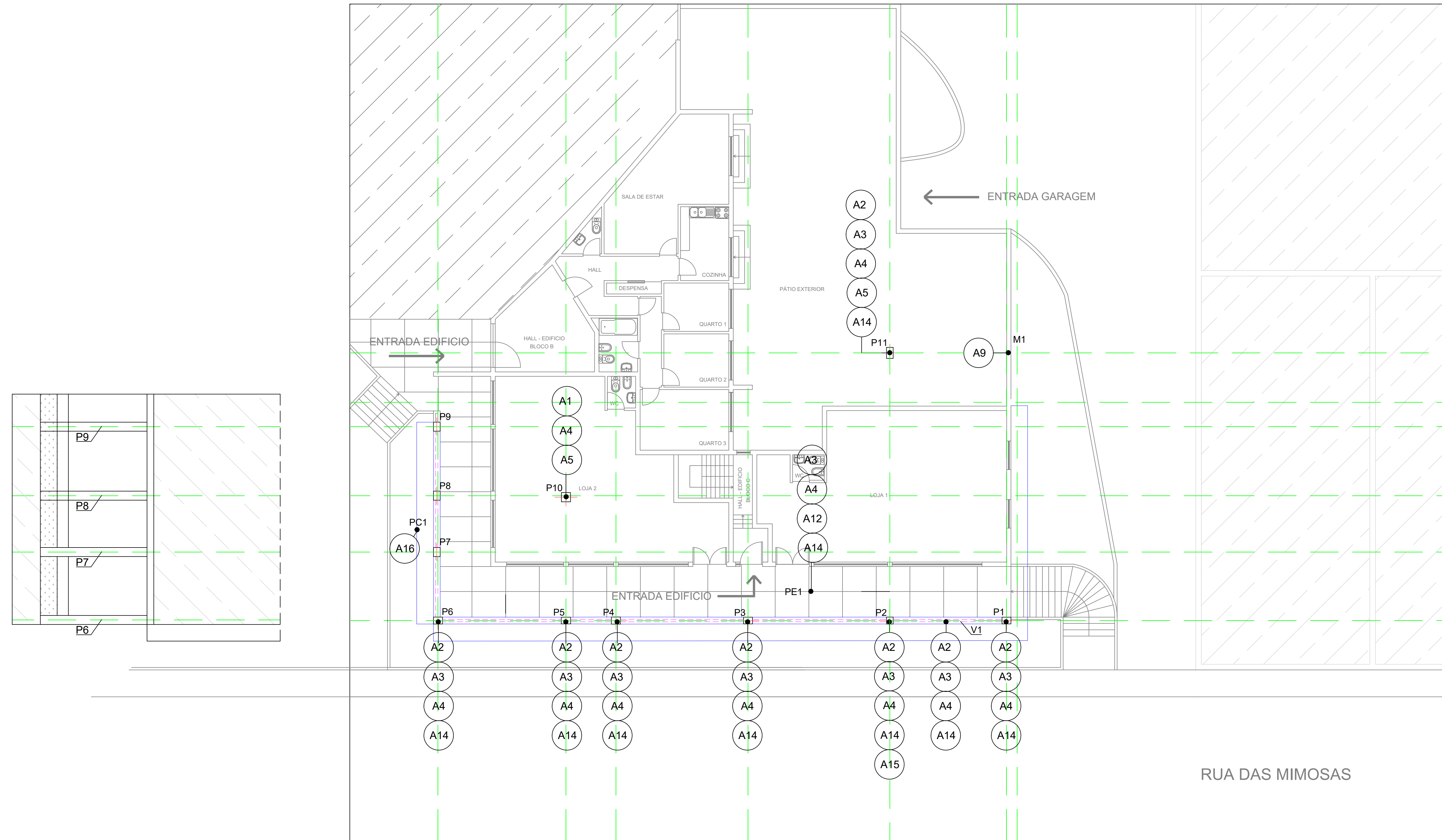
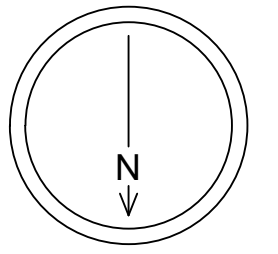
ANEXO I – PEÇAS DESENHADAS



RUA DAS MIMOSAS

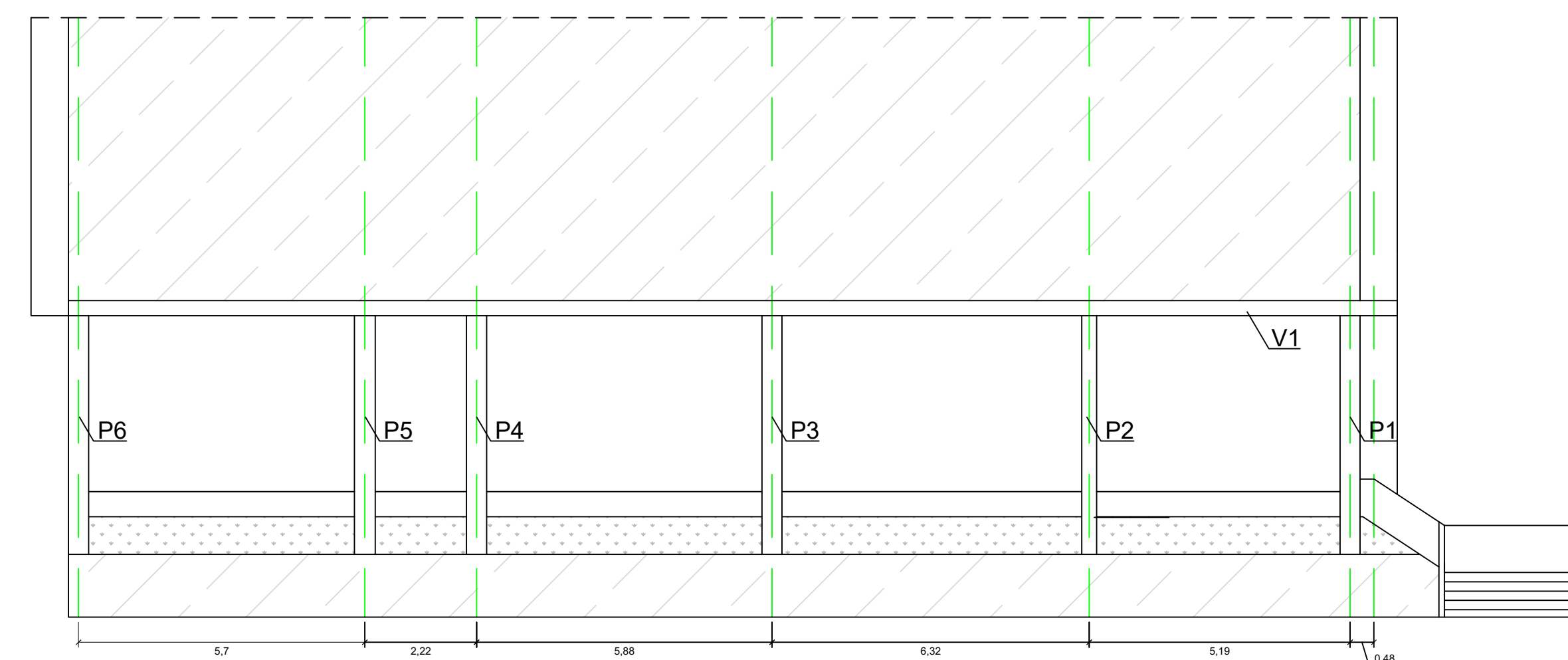
Quadro de Pilares		
P1		0,405 x 0,303
P2		0,310 x 0,300
P3		0,400 x 0,300
P4		0,400 x 0,315
P5		0,415 x 0,305
P6		0,405 x 0,310
P7		0,403 x 0,299
P8		0,405 x 0,305
P9		0,407 x 0,304
P10		0,410 x 0,403
P11		0,490 x 0,296
(m)		



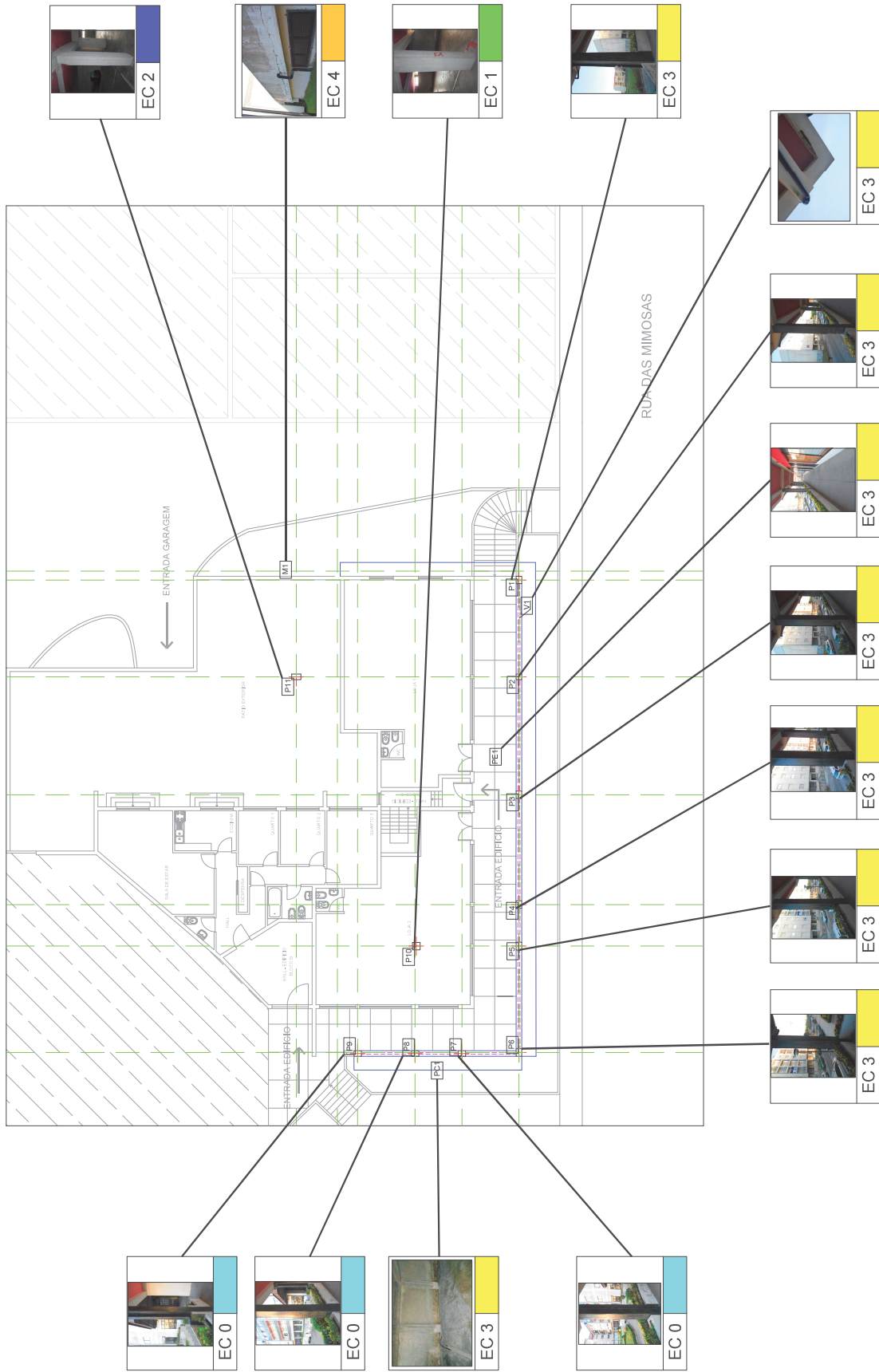


Quadro de Pilares		
P1		0,405 x 0,303
P2		0,310 x 0,300
P3		0,400 x 0,300
P4		0,400 x 0,315
P5		0,415 x 0,305
P6		0,405 x 0,310
P7		0,403 x 0,299
P8		0,405 x 0,305
P9		0,407 x 0,304
P10		0,410 x 0,403
P11		0,490 x 0,296

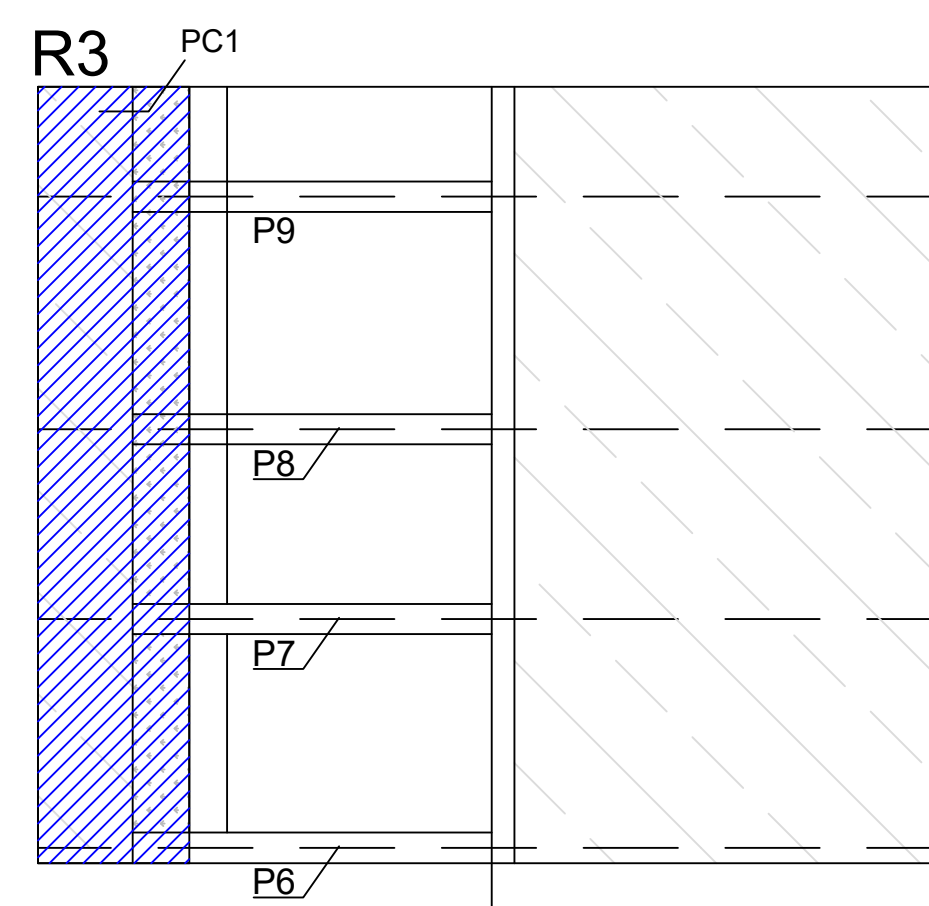
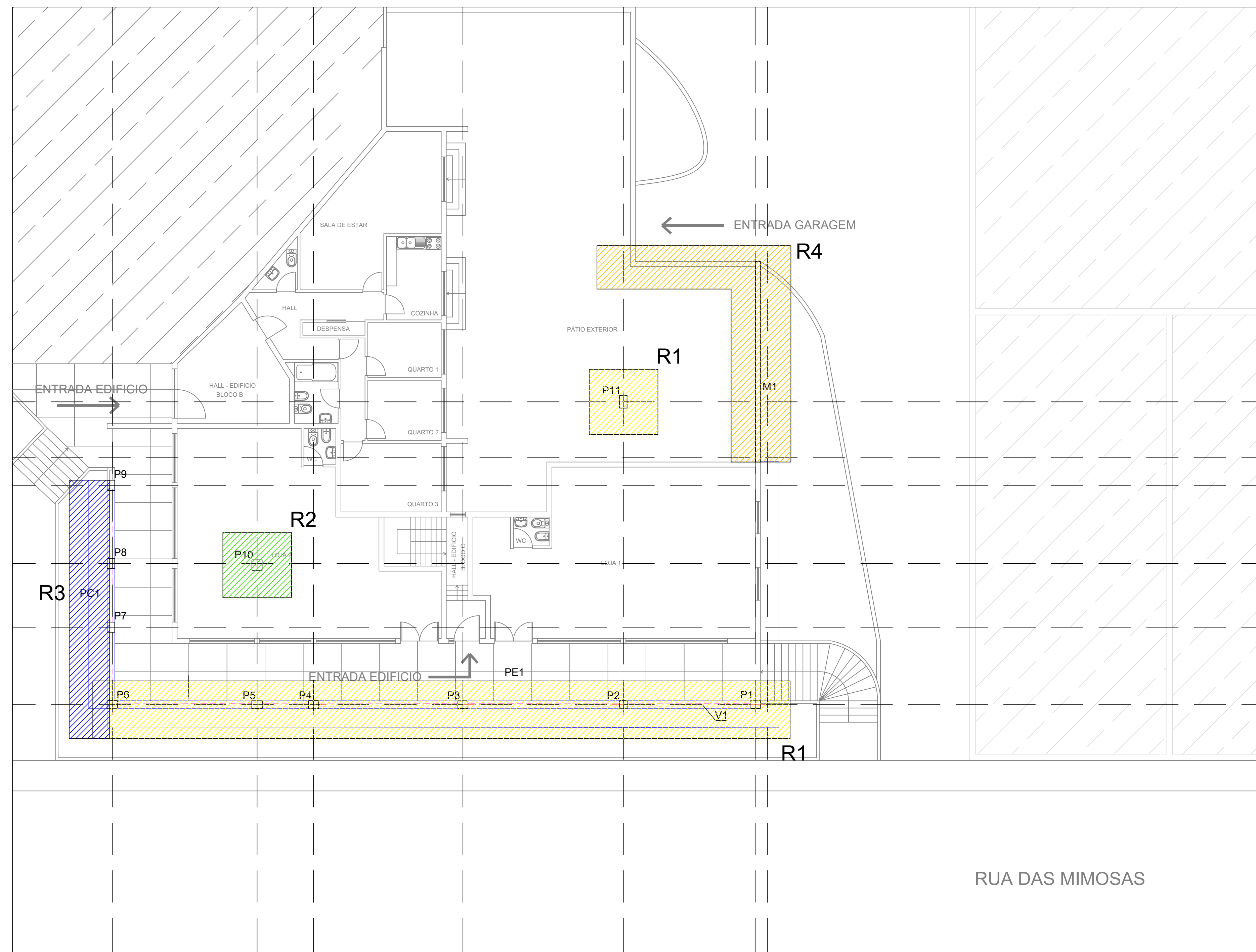
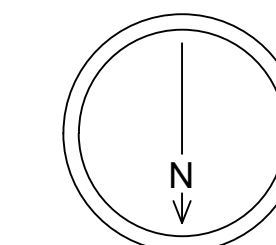
(m)



Códigos de Anomalias			
A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade



EC 0	E.C. Ótimo
Sem qualificação do material. Sem prática de recuperação.	
EC 1	E.C. Bom
Requisitos atendidos sem importância. Não há prática de recuperação.	
EC 2	E.C. Regular
Atende aos requisitos mínimos. Deve ser reparado com alguma importância. Intervenção a longo prazo.	
EC 3	E.C. Mau
Reparação com implicações de nível de durabilidade. Intervenção a médio prazo.	
EC 4	E.C. Muito Mau
Reparação prioritária com reflexão na segurança da estrutura. Intervenção a curto prazo.	
EC 5	E.C. Extremamente Mau
Reparação urgente. Projeto de reparação ou substituição.	



- Reparação nº1**
1. Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destacamento;
 2. Escarificação da superfície em torno das armaduras, deixando à vista betão "limpo";
 3. Limpeza da corrosão presente nas armaduras com recurso a uma escova de aço ou jatos sobre pressão;
 4. Reforço de armaduras nas zonas onde for perceptível a visualização de perda de secção de armadura;
 5. Aplicação de *weber.rep fer* nas armaduras para proteção contra agentes exteriores agressores, conforme fichas técnicas;
 6. Após secagem do revestimento anticorrosivo, o elemento estrutural deverá ser reperfido com recurso à argamassa de reparação estrutural *weber.rep rápida*;
 7. Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.

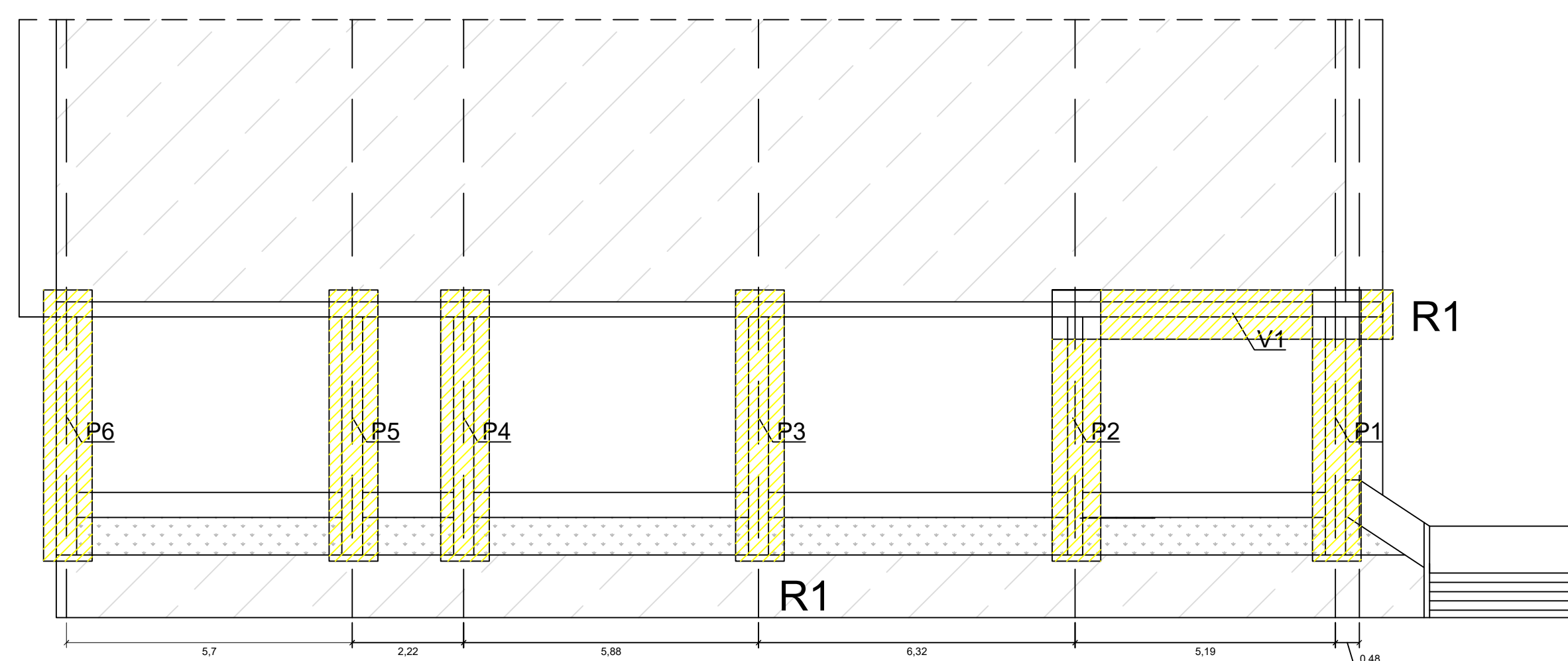
- Reparação nº2**
1. Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destacamento;
 2. Revestimento das superfícies que apresentem vazios ou ninhos de brita com a aplicação de argamassa de reparação *weber.rep express*.

- Reparação nº3**
1. Remoção de reboco que apresente destacamento e mau estado de conservação;
 2. Revestimento da parede pelo interior com argamassa impermeabilizante *weber.dry KG*.

- Reparação nº4**
1. Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destacamento;
 2. Escarificação da superfície em torno das armaduras, deixando à vista betão "limpo";
 3. Limpeza da corrosão presente nas armaduras com recurso a uma escova de aço ou jatos sobre pressão;
 4. Reforço de armaduras nas zonas onde for perceptível a visualização de perda de secção de armadura;
 5. Aplicação de *weber.rep fer* nas armaduras para proteção contra agentes exteriores agressores, conforme fichas técnicas;
 6. Após secagem do revestimento anticorrosivo, o elemento estrutural deverá ser reperfido com recurso à argamassa de reparação estrutural *weber.rep rápida*;
 7. Na ligação entre alvenaria e betão deverá ser realizada uma abertura em "V" com uma profundidade e largura de aproximadamente 10 mm;
 8. Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.

Quadro de Pilares		
P1		0,405 x 0,303
P2		0,310 x 0,300
P3		0,400 x 0,300
P4		0,400 x 0,315
P5		0,415 x 0,305
P6		0,405 x 0,310
P7		0,403 x 0,299
P8		0,405 x 0,305
P9		0,407 x 0,304
P10		0,410 x 0,403
P11		0,490 x 0,296

(m)



RUA DAS MIMOSAS

ANEXO II – FICHAS DE INSPEÇÃO VISUAL

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,303 x 0,405 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado apresenta uma grande área de destacamento (A3) que é significativa em todo o desenvolvimento do pilar. Observa-se armadura exposta com sinais de corrosão evidente (A14) com o aumento do volume da secção de aço. Na face oeste do pilar denota-se através da deteção de ocas zonas delaminadas (A2).

Registo Fotográfico



Face Norte
A2; A3



Face Norte/Oeste
A4; A14



Face Norte/Oeste
A2

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão da armadura
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P2**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x 0,310 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado apresenta uma grande área de destacamento (A3) que é significativa em todo o desenvolvimento do pilar. Observa-se armadura exposta com sinais de corrosão evidente (A14) com o aumento do volume da secção de aço, acontecendo em alguns casos a perda de secção de armadura (A15), nomeadamente nas cintas do pilar. Na face oeste do pilar denota-se através da deteção de ocos zonas delaminadas (A2).

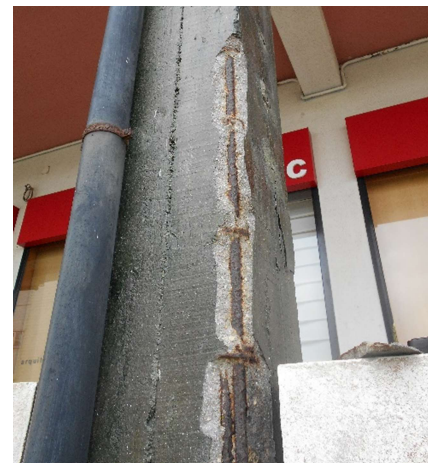
Registo Fotográfico



Face Norte
A2; A3; A4



Face Norte/Oeste
A4; A14, A15



Face Norte/Oeste
A2; A4; A14; A15

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão da armadura
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P3**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x 0,400 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado apresenta uma área de destacamento (A3) que é significativa em toda a face este. Observa-se armadura exposta com sinais de corrosão evidente (A14).

Registo Fotográfico



Face Este
A2; A3; A4



Face Este
A2; A3; A4



Face Sul
A2; A3; A4

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão da armadura
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

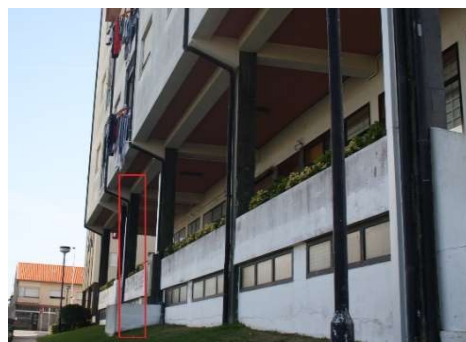
Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P4**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,315 x 0,400 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado apresenta uma grande área de destacamento (A3) que é significativa em todo o desenvolvimento do pilar. Observa-se armadura exposta com sinais de corrosão evidente (A4) (A14) com o aumento do volume da secção de aço e com uma grande área de destacamento.

Registo Fotográfico



Face Norte
A2; A3; A4; A14



Face Este
A4; A14



Face Este
A4; A14

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão da armadura
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P5**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,305 x 0,415 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado apresenta uma área de destacamento (A3) que é significativa na base do pilar, na ligação com o pavimento exterior. Observa-se armadura exposta com sinais de corrosão evidente (A4) (A14) com o aumento do volume da secção de aço e com uma grande área de destacamento.

Registo Fotográfico



Face Sul
A2; A3; A4; A14



Face Sul
A2; A3; A4; A14

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P6**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,310 x 0,405 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado apresenta uma área de destacamento (A3) que é significativa na base do pilar, na ligação com o pavimento exterior. Observa-se armadura exposta com sinais de corrosão evidente (A4) (A14) com o aumento do volume da secção de aço e com uma grande área de destacamento.

Registo Fotográfico



Face Sul
A2; A3; A4; A14

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P7**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,299 x 0,403 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado não apresenta anomalias significativas para registo. A mancha branca que é possível identificar, trata-se uma anomalia associada ao desgaste do verniz de proteção superficial.

Registo Fotográfico



Face Norte/Oeste



Face Oeste

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P8**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,305 x 0,405 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado não apresenta anomalias significativas para registo.

Registo Fotográfico



Face Norte/Oeste



Face Oeste

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P9**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,304 x 0,407 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado não apresenta anomalias significativas para registo. Apresenta apenas algumas pinturas indesejadas que facilmente são removidas.

Registo Fotográfico



Face Norte/Oeste



Face Norte/Oeste



Face Norte/Oeste

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P10**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Pilar Interior - Cave**

Dimensões: **0,403 x 0,410 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado não apresenta nenhuma anomalia relativamente grave, contudo apresenta sinais que devem ser controlados e corrigidos. É possível verificar algumas manchas de ferrugem (A1), preneças de vazios ou ninhos de brita (A5) e o destacamento com exposição de armaduras pouco significativa (A4).

Registo Fotográfico



Face Sul/Este
A1; A4; A5



Face Oeste
A1; A4; A5



Face Norte
A1; A4; A5

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pilar P11**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Pilar Interior - Cave**

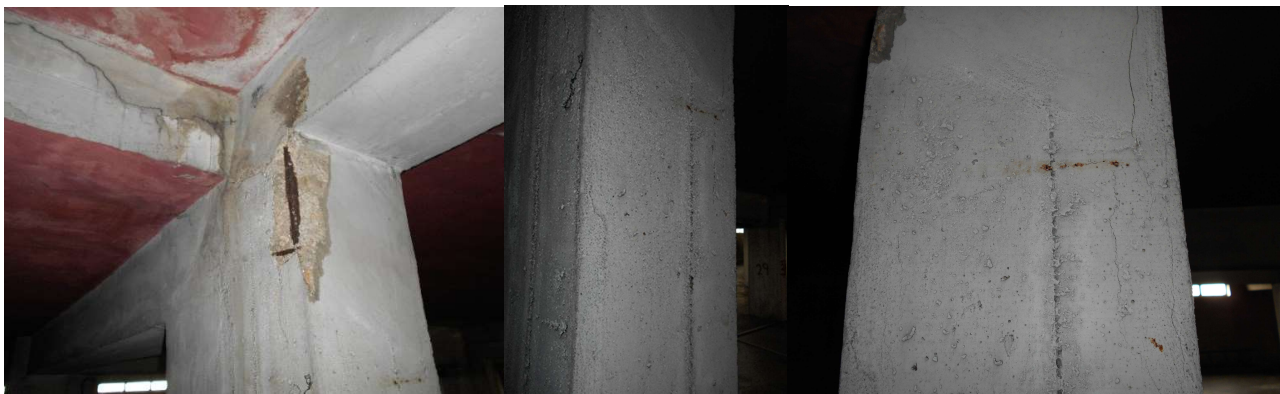
Dimensões: **0,296 x 0,490 (m)**



Caracterização das Anomalias

O pilar inspecionado apresenta uma zona destacada com exposição de armaduras com sinais de corrosão evidente (A4)(A14). É possível identificar zonas delaminadas (A2), vazios ou ninhos de brita (A5) e manchas de ferrugem (A1).

Registo Fotográfico



Face Oeste/Sul
A2; A3; A4

Face Oeste/Sul
A1;A5

Face Sul
A1;A5

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Pavimento exterior: PE1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: ---



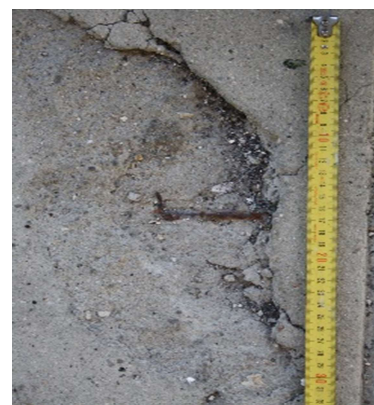
Caracterização das Anomalias

O pavimento inspecionado apresenta uma grande área de destacamento (A3) que é significativa em todo o seu desenvolvimento. Observa-se armadura exposta com sinais de corrosão evidente (A14)(A4). Identifica-se a superfície com erosão (A12).

Registo Fotográfico



Face Norte
A3; A4; A14; A12



Face Norte
A3; A4; A14; A12

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão da armadura
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Viga exterior V11**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x h (m)**



Caracterização das Anomalias

A viga inspecionada apresenta uma zona destacada com exposição de armaduras com sinais de corrosão evidente (A4)(A14), com uma área significativa em relação à sua base. É possível identificar zonas delaminadas (A2).

Registo Fotográfico



A4; A14; A2

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão das armaduras
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Viga sobre muro: M1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Sul**

Dimensões: ---



Caracterização das Anomalias

O elemento inspecionado refere-se a um corpo em alvenaria sobre um elemento em betão armado. Nota-se e identifica-se uma fenda horizontal passiva com atravessamento do elemento (A9). Esta fenda tem uma largura aproximada de 5 mm e é generalizada em todo o desenvolvimento do muro.

Registo Fotográfico



Fachada Sul
A9



Fachada Sul
A9

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão da armadura
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

Ficha de Inspeção Visual

Elemento Estrutural: **Parede de Cave PC1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: ---



Caracterização das Anomalias

As paredes de cave inspecionadas apresentam em todo o seu desenvolvimento grandes áreas de presença de humidade. A degradação da parede é visível, estando o reboco interior a destacar, apresentando sinais de fungos e presença de sais (A16).

Registo Fotográfico



Face Norte/Oeste

A16

Códigos de Anomalias

A1	Manchas de ferrugem	A9	Fissuras passivas c/ atravessamento do elemento
A2	Delaminação	A10	Fissuras superficiais passivas
A3	Destacamento superficial	A11	Inchamento da superfície do betão
A4	Destacamento c/ exposição de armaduras	A12	Erosão da superfície
A5	Ninhos de brita	A13	Cedência de armaduras
A6	Fissuras ativas verticais	A14	Corrosão da armadura
A7	Fissuras ativas horizontais	A15	Perda de secção de armadura
A8	Fissuras passivas verticais	A16	Humidade

ANEXO III – FICHAS DE DIAGNÓSTICO

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,303 x 0,405 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P2**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x 0,310 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P3**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x 0,400 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterizaçã o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

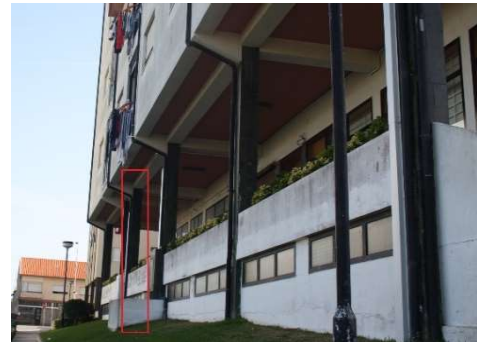
Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P4**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,315 x 0,400 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P5**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,305 x 0,415 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P6**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,310 x 0,405 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P7**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,299 x 0,403 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento	x	
	Extensão Atual da Anomalia	x	
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia		x	
		Σ	0

EC 0	Estado de Conservação Ótimo
Boa qualidade do material e boa prática de execução.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P8**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,305 x 0,405 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento	x	
	Extensão Atual da Anomalia	x	
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia		x	
		Σ	0

EC 0	Estado de Conservação Ótimo
Boa qualidade do material e boa prática de execução.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P9**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,304 x 0,407 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento	x	
	Extensão Atual da Anomalia	x	
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia		x	
		Σ	0

EC 0	Estado de Conservação Ótimo
Boa qualidade do material e boa prática de execução.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P10**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Interior - Cave**

Dimensões: **0,403 x 0,410 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia	x	
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia		x	
		Σ	1

EC 1	Estado de Conservação Bom
Pequenos defeitos sem importância na durabilidade da obra. Não justifica qualquer intervenção.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pilar P11**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Pilar Interior - Cave**

Dimensões: **0,296 x 0,490 (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterizaçã o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia		x	
		Σ	2

EC 2	Estado de Conservação Razoável
Reparações não prioritárias. Defeitos com algumas importâncias mas não justificam intervenções a curto e médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Pavimento exterior: PE1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: ---



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	4

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Viga sobre muro: M1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Sul**

Dimensões: ---



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia		x
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	4

EC 4	Estado de Conservação Muito Mau
Reparações prioritárias com influência na durabilidade e comportamento da estrutura. Intervir a curto prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Viga exterior V11**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x h (m)**



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

Ficha de Diagnóstico

Elemento Estrutural: **Parede de Cave PC1**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: ---



Valores de Atribuição		0	1
Caraterização o da Anomalia	Natureza da Anomalia	x	
	Estado de Desenvolvimento		x
	Extensão Atual da Anomalia		x
Função do Componente		x	
Consequência da Anomalia			x
		Σ	3

EC 3	Estado de Conservação Mau
Reparações com implicações ao nível da durabilidade dos componentes. Intervir a médio prazo.	

ANEXO IV – FICHAS DE ENSAIO: ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO

Determinação do Índice Esclerométrico

Elemento Estrutural: **Pilar P2**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x 0,310 (m)**

Data/Hora: **29/05/2016 - 18:30**

Esclerómetro: **DIGI-SCHMIDT**



Preparação da superfície de ensaio:

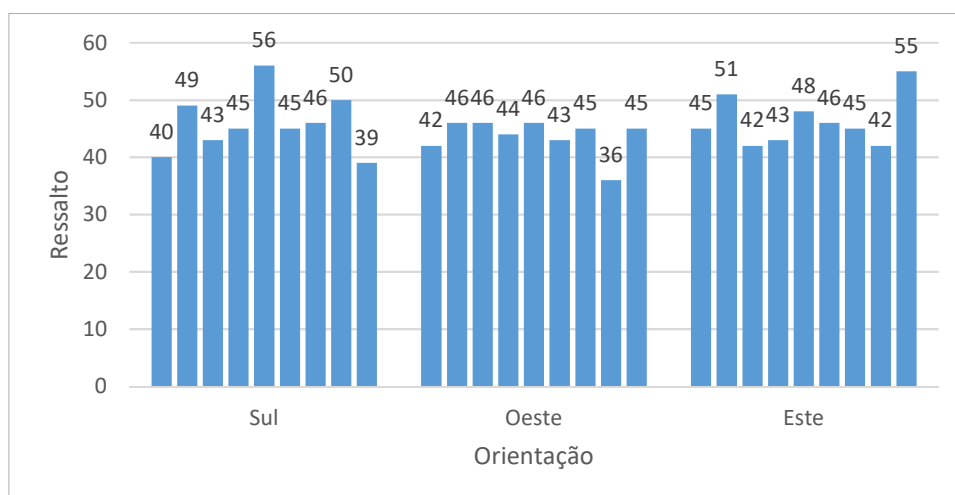
A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta já se encontrava em mau estado de conservação. A zona do ensaio correspondeu a uma altura de 1,50 até 2,00 metros garantido os espaçamentos mínimos e máximos descritos na **NP EN 12504-2 (2003)**.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, com zonas delaminadas e destacas devido à corrosão das armaduras. Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que os fenómenos de ocos não tivessem interferência direta nos resultados obtidos.

Registo de Resultados

ENSAIO	ORIENTAÇÃO	Ressalto (R)											<i>f_{ck}</i>
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIANA	DESVIO	MPa
1	Sul	40	49	43	45	56	45	46	50	39	45	5,3	52,00
2	Oeste	42	46	46	44	46	43	45	36	45	45	3,2	52,00
3	Este	45	51	42	43	48	46	45	42	55	45	4,4	52,00



- Procedimento de ensaio conforme a norma NP EN 12504-2
- Resultado do ensaio correspondente à mediana de 9 leituras em área de ensaio de 300x300 mm²
- Índice esclerométrico corrigido tendo em conta a orientação do equipamento
- Correlação entre o índice esclerométrico e a resistência do betão de acordo com a curva B-PROCEQ

Determinação do Índice Esclerométrico

Elemento Estrutural: **Pilar P4**

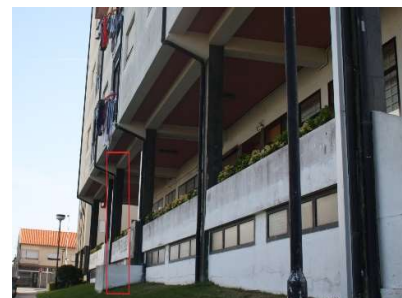
Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,315 x 0,400 (m)**

Data/Hora: **26/05/2016 - 18:30**

Esclerómetro: **DIGI-SCHMIDT**



Preparação da superfície de ensaio:

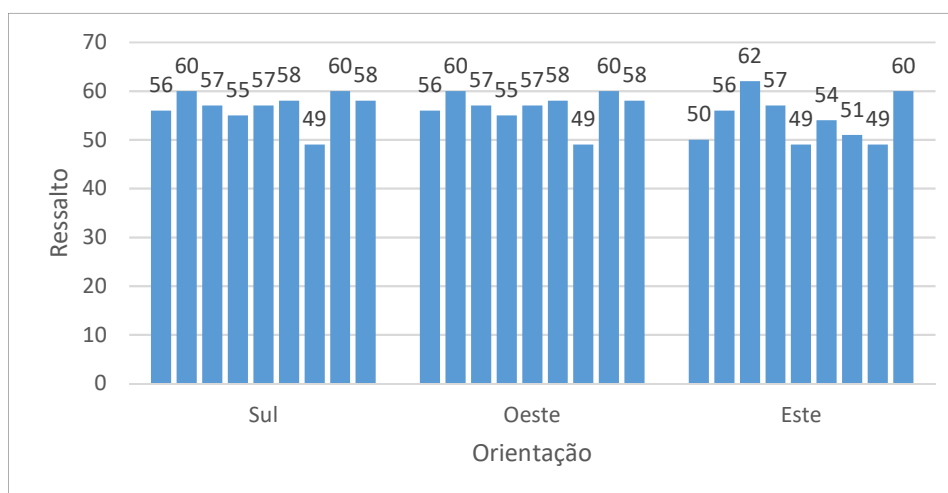
A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta já se encontrava em mau estado de conservação. A zona do ensaio correspondeu a uma altura de 1,50 até 2,00 metros garantido os espaçamentos mínimos e máximos descritos na **NP EN 12504-2 (2003)**.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, com zonas delaminadas e destacas devido à corrosão das armaduras. Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que os fenómenos de ocos não tivessem interferência direta nos resultados obtidos.

Registo de Resultados

ENSAIO	ORIENTAÇÃO	Ressalto (R)											<i>fck</i>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIANA	DESVIO	MPa	
1	Sul	56	60	57	55	57	58	49	60	58	57	3,3	77,20	
2	Oeste	56	60	57	55	57	58	49	60	58	57	3,3	79,50	
3	Este	50	56	62	57	49	54	51	49	60	54	4,8	70,60	



- Procedimento de ensaio conforme a norma NP EN 12504-2
- Resultado do ensaio correspondente à mediana de 9 leituras em área de ensaio de 300x300 mm²
- Índice esclerométrico corrigido tendo em conta a orientação do equipamento
- Correlação entre o índice esclerométrico e a resistência do betão de acordo com a curva B-PROCEQ

Determinação do Índice Esclerométrico

Elemento Estrutural: **Pilar P8**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,305 x 0,405 (m)**

Data/Hora: **26/05/2016 - 18:30**

Esclerómetro: **DIGI-SCHMIDT**



Preparação da superfície de ensaio:

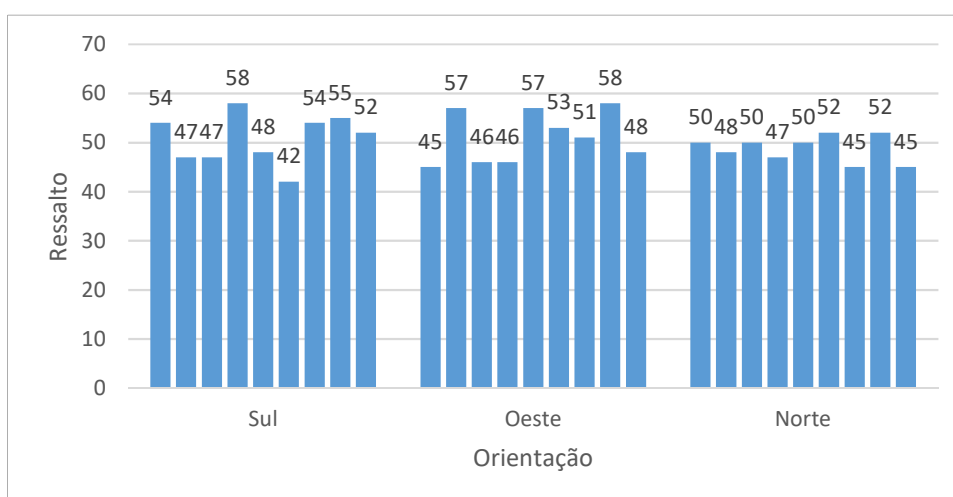
A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta se encontrava em bom estado de conservação. A zona do ensaio correspondeu a uma altura de 1,50 até 2,00 metros garantido os espaçamentos mínimos e máximos descritos na **NP EN 12504-2 (2003)**.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, sem zonas delaminadas e destacas . Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que os fenómenos de ocoss não tivessem interferência direta nos resultados obtidos.

Registo de Resultados

ENSAIO	ORIENTAÇÃO	Ressalto (R)											<i>fck</i>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIANA	DESVIO	MPa	
1	Sul	54	47	47	58	48	42	54	55	52	52	5,1	66,30	
2	Oeste	45	57	46	46	57	53	51	58	48	51	5,2	64,20	
3	Norte	50	48	50	47	50	52	45	52	45	50	2,7	62,10	



- Procedimento de ensaio conforme a norma NP EN 12504-2
- Resultado do ensaio correspondente à mediana de 9 leituras em área de ensaio de 300x300 mm²
- Índice esclerométrico corrigido tendo em conta a orientação do equipamento
- Correlação entre o índice esclerométrico e a resistência do betão de acordo com a curva B-PROCEQ

Determinação do Índice Esclerométrico

Elemento Estrutural: **Pilar P10**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,403 x 0,410 (m)**

Data/Hora: **30/05/2016 - 18:30**

Esclerómetro: **DIGI-SCHMIDT**



Preparação da superfície de ensaio:

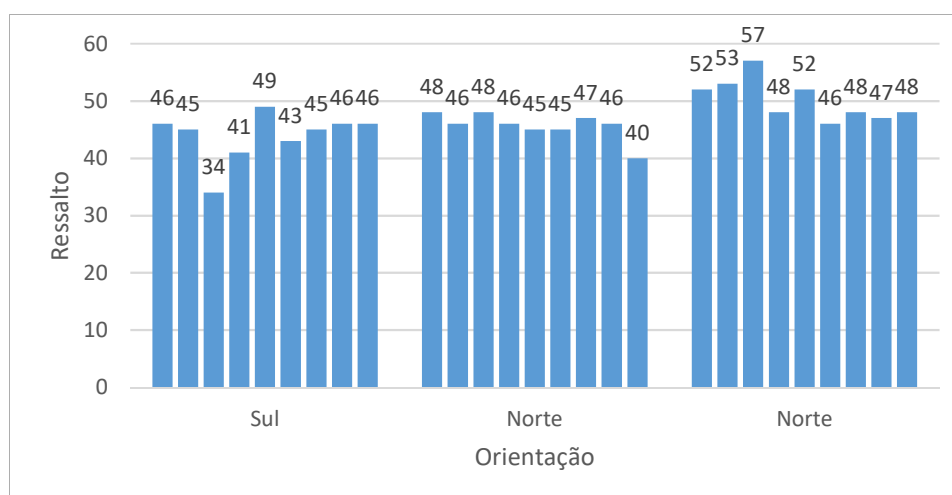
A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta se encontrava em bom estado de conservação. A zona do ensaio correspondeu a uma altura de 1,50 até 2,00 metros garantido os espaçamentos mínimos e máximos descritos na **NP EN 12504-2 (2003)**.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, sem zonas delaminadas e destacas . Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que os fenómenos de ocoss não tivessem interferência direta nos resultados obtidos.

Registo de Resultados

ENSAIO	ORIENTAÇÃO	Ressalto (R)											<i>fck</i>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	MEDIANA	DESVIO	MPa	
1	Sul	46	45	34	41	49	43	45	46	46	45	4,3	52,00	
2	Norte	48	46	48	46	45	45	47	46	40	46	2,4	54,00	
3	Norte	52	53	57	48	52	46	48	47	48	48	3,6	58,00	



- Procedimento de ensaio conforme a norma NP EN 12504-2
- Resultado do ensaio correspondente à mediana de 9 leituras em área de ensaio de 300x300 mm²
- Índice esclerométrico corrigido tendo em conta a orientação do equipamento
- Correlação entre o índice esclerométrico e a resistência do betão de acordo com a curva B-PROCEQ

ANEXO V – FICHAS DE ENSAIO: PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO

Determinação da Profundidade de Carbonatação

Elemento Estrutural: **Pilar P2**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,300 x 0,310 (m)**

Data/Hora: **21/06/2016 - 18:20**

Face: **Sul**



Preparação da superfície de ensaio:

A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta já se encontrava em mau estado de conservação. Foram extraídas amostras de pó resultante da perfuração do betão com o objetivo de serem pulverizadas com a solução alcoólica de fenolftaleína.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, com zonas delaminadas e destacas devido à corrosão das armaduras. Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que o betão carbonatado superficialmente não contaminasse as amostras recolhidas.

Profundidades		
0 - 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm
<p>Amostra com princípios de carbonatação, uma vez que a cor rosada não é uniforme nem dominante.</p>	<p>Não Apresenta sinais de carbonatação.</p>	<p>Não Apresenta sinais de carbonatação.</p>

Determinação da Profundidade de Carbonatação

Elemento Estrutural: **Pilar P4**

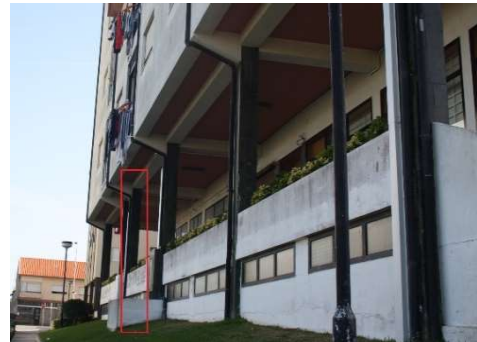
Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Norte**

Dimensões: **0,315 x 0,400 (m)**

Data/Hora: **21/06/2016 - 18:30**

Face: **Sul**






Preparação da superfície de ensaio:

A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta já se encontrava em mau estado de conservação. Foram extraídas amostras de pó resultante da perfuração do betão com o objetivo de serem pulverizadas com a solução alcoólica de fenolftaleína.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, com zonas delaminadas e destacas devido à corrosão das armaduras. Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que o betão carbonatado superficialmente não contaminasse as amostras recolhidas.

Profundidades		
0 - 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm
 <p>Pilar Ext. P4 1cm</p>	 <p>Pilar Ext. P4 2cm</p>	 <p>Pilar Ext. P4 3cm</p>
Amostra com princípios de carbonatação, uma vez que a cor rosada não é uniforme nem dominante.	Não Apresenta sinais de carbonatação.	Não Apresenta sinais de carbonatação.

Determinação da Profundidade de Carbonatação

Elemento Estrutural: **Pilar P7**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Fachada Este**

Dimensões: **0,299 x 0,403 (m)**

Data/Hora: **21/06/2016 - 18:40**

Face: **Sul**






Preparação da superfície de ensaio:

A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta já se encontrava em mau estado de conservação. Foram extraídas amostras de pó resultante da perfuração do betão com o objetivo de serem pulverizadas com a solução alcoólica de fenolftaleína.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, com zonas delaminadas e destacas devido à corrosão das armaduras. Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que o betão carbonatado superficialmente não contaminasse as amostras recolhidas.

Profundidades		
0 - 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm
		
<p>Amostra com princípios de carbonatação, uma vez que a cor rosada não é uniforme nem dominante.</p>	<p>Não Apresenta sinais de carbonatação.</p>	<p>Não Apresenta sinais de carbonatação.</p>

Determinação da Profundidade de Carbonatação

Elemento Estrutural: **Pilar P10**

Material: **Betão Armado**

Localização: **Pilar Interior - Cave**

Dimensões: **0,403 x 0,410 (m)**

Data/Hora: **21/06/2016 - 18:50**

Face: **Este**






Preparação da superfície de ensaio:

A zona do ensaio foi grozada para remoção da tinta do pilar. De salientar que a tinta já se encontrava em mau estado de conservação. Foram extraídas amostras de pó resultante da perfuração do betão com o objetivo de serem pulverizadas com a solução alcoólica de fenolftaleína.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, com zonas delaminadas e destacas devido à corrosão das armaduras. Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que o betão carbonatado superficialmente não contaminasse as amostras recolhidas.

Profundidades		
0 - 1 cm	1 - 2 cm	2 - 3 cm
		
<p>Amostra com princípios de carbonatação, uma vez que a cor rosada não é uniforme nem dominante.</p>	<p>Não Apresenta sinais de carbonatação.</p>	<p>Não Apresenta sinais de carbonatação.</p>

ANEXO VI – FICHAS DE ENSAIO: TEOR DE CLORETOS

Determinação do Teor de Cloretos

Elemento Estrutural: **Pilar P2, P4, P7, P10**

Material: **Betão Armado**

Data/Hora: **21/06/2016 - 18:20**

Preparação da superfície de ensaio:

Para a determinação do teor de cloretos, foram selecionados pilares exteriores e pilares interiores, tal como realizado no ensaio anterior, foram selecionados para ensaio os pilares exteriores P2 e P4, que apresentam um estado de conservação mau, o pilar P7 que representa o exemplo de um pilar em ótimo estado, e o pilar P10, um pilar situado em ambiente anterior, cujo estado de conservação é bom.

Descrição do betão e a sua condição:

O betão apresenta-se em bom estado, com zonas delaminadas e destacas devido à corrosão das armaduras. Foi garantido que o ensaio se realizasse em zonas compactas para que o betão carbonatado superficialmente não contaminasse as amostras recolhidas.

Referência das amostras	Profundidade (mm)	% Cl (em massa de cimento)
Pilar Exterior - P2	10	0,222
	20	0,194
	30	0,170
Pilar Exterior - P4	10	0,161
	20	0,124
	30	0,082
Pilar Exterior - P7	10	0,122
	20	0,114
	30	n.d.
Pilar Interior – P10	10	0,077
	20	0,084
	30	0,070



ANEXO VII – FICHAS TÉCNICAS DE PRODUTOS

FICHA TÉCNICA

weber.dry KG

Reboco de impermeabilização.
Aplicado como reboco tradicional.
Mantém a potabilidade da água.
Resiste à pressão positiva e negativa.

UTILIZAÇÕES

Reboco de impermeabilização e regularização de:

- paredes sujeitas a pressão directa e contra-pressão de água;
- pavimentos, paredes e tectos
- caves, caixas de elevador, parques subterrâneos, túneis
- depósitos de água potável, piscinas, tanques, fontes

LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- Não utilizar em suportes fissurados ou em risco de fissuração
- Não utilizar em meio ácido, com pH inferior a 5

COMPOSIÇÃO

- Cimentos especiais, areias siliciosas e calcárias, fumo de sílica, sais activos e outros aditivos

CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Tempo de repouso depois de amassado: 2 minutos
- Vida do amassado: 45 minutos
- Tempo para revestir: 4 dias
- Espessura de aplicação: mínimo 10mm, entre camada de 5mm a 10mm
- Início de presa: 3 horas
- Tempo de espera para enchimento do depósito de água: 14 dias

Os tempos indicados, obtidos em condições ambientais normalizadas, poderão ser alongados a baixas temperaturas e encurtados a temperaturas mais elevadas.

PRESTAÇÕES

- Granulometria: max. 1,25mm
- Densidade do amassado: 1,9 g/cm³
- Densidade do produto endurecido: 1,9 g/cm³
- Retracção: <1mm/m
- Aderência sobre betão: 1,4 MPa (14kg/cm²)
- Resistência à flexotraccção: 5 MPa (50 kg/cm²)
- Resistência à compressão: 20 MPa (200kg/cm²)
- Resistência à traccção: 1 MPa (10kg/cm²)
- Resistência à pressão de água (NF 18-855): perda <125cm³/ m².24h
- Resistência à contra pressão de água (NF 18-855)<: perda 125cm³/ m².24h

MOD.FT.005 /02

21-12-2012

- Reacção ao fogo: Classe A1
Absorção de água por capilaridade: W2
Permeabilidade ao vapor de água: μ (15/35)
Aderência: $\geq 0,3$ N/mm² – PF: A
Condutividade térmica: 0.93 W/mr
Durabilidade (ciclos gelo-degelo): Avaliação baseada em disposições validadas no local de uso da argamassa
- Alteração da potabilidade da água: nula (***)

Os resultados foram obtidos em ensaios realizados em condições normalizadas, e podem variar em função das condições de aplicação.

(***) Atestado de compatibilidade com água potável emitido pela EPAL.

PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- Comprovar que o suporte está consistente, limpo e seco, sem restos de óleos descofrantes
- Remover as partes não resistentes como cal ou gessos
- O betão novo deve estar estabilizado (28 dias)
- Corrigir defeitos de planeidade superiores a 2 cm com camadas sucessivas de weber.dry KG
- Encher os buracos e irregularidades com weber.rep express
- Humedecer sempre o suporte, pelo menos 3 horas antes da aplicação, bem como na altura da mesma.

APLICAÇÃO

- Amassar weber.dry KG manualmente ou com misturador eléctrico lento (500rpm), em recipiente próprio, com 3,5 a 4 litros de água limpa até obter uma massa homogénea
- Humedecer o suporte
- Realizar uma primeira camada com 2 a 5mm de espessura, passando uma talocha dentada sobre a superfície
- Deixar secar, humedecer a superfície e voltar a aplicar a restante espessura de reboco, em camadas sucessivas de 5 a 10mm com uma espessura final mínima de 10mm
- O produto pode ser reforçado com utilização de malha de fibra de vidro anti-alkalina (4x4mm) incorporada entre duas camadas
- Realizar o acabamento com uma talocha ou esponja, segundo a textura desejada, depois de aguardado o tempo de maturação adequado.
- Molhar a superfície acabada, 6 horas após a aplicação e durante 4 dias

RECOMENDAÇÕES

- Temperaturas de aplicação: 5 a 30 °C.
- Não aplicar sobre superfícies geladas ou em risco de gelar nas 24 horas seguintes
- Em caves, assegurar a ventilação, para evitar condensações
- Não aplicar sobre suportes encharcados
- Para assegurar a impermeabilização, aplicar com uma espessura mínima de 15mm em qualquer ponto.

APRESENTAÇÃO

Unidades de venda: sacos de 25kg

Paletes: 56 sacos, 1400kg

COR

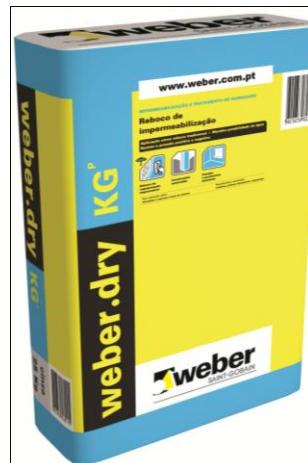
Cinza

CONSUMO

20kg/m² (para 10mm de espessura)

CONSERVAÇÃO

12 Meses a partir da data de fabrico,
em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade



RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

Pela presença de cimento e cal hidratada na composição, o produto é considerado irritante para os olhos, vias respiratórias e mucosas.

Como medida de protecção individual devem usar-se luvas não absorventes e vestuário de trabalho que evite o contacto do produto com o utilizador.

O uso de máscara de protecção de poeiras será necessário caso se formem nuvens de poeira significativas.

Para mais informação consultar ficha de dados de segurança.

As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

FICHA TÉCNICA

weber.dry KF

Argamassa fina de impermeabilização.
Aplicação à trincha. Mantém a potabilidade da água.
Resiste à pressão positiva e negativa.

UTILIZAÇÕES

- Impermeabilização em pressão e contra-pressão de água.
- Depósitos de água potável, tanques, piscinas,...
- Construções enterradas como: caves, parques subterrâneos, caixas de elevador, galerias, túneis,...
- Em fundações e muros de contenção de terras.
- Resiste ao contacto de águas agressivas e águas do mar.

LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- Não resiste à fissuração do suporte
- Não utilizar em meio ácido, com pH inferior a 5
- Em pavimentos e em caso de tráfego intenso, deve ser revestido

COMPOSIÇÃO

- Cimentos, areias, resinas, sais activos e aditivos

CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Tempo de repouso depois de amassado: 2 minutos
- Tempo de vida da massa: 30 minutos
- Tempo de secagem: 4 horas
- Tempo de espera para revestir: 4 dias
- Espessura total: 2 a 5mm
- Tempo de espera para enchimento do depósito de água: 14 dias

Os tempos indicados, obtidos em condições ambientais normalizadas, poderão ser alongados a baixas temperaturas e encurtados a temperaturas mais elevadas.

PRESTAÇÕES

- Granulometria: < 0,63mm
- Densidade do produto amassado: 1,9
- Densidade do produto endurecido: 1,7
- Retracção: <1,4mm/m
- Aderência sobre betão: 1,5 MPa (15kg/cm²)
- Resistência à flexotraccção: 6 MPa (60 kg/cm²)
- Resistência à compressão: 20 MPa (200kg/cm²)
- Resistência à traccção: 1,5 MPa (15kg/cm²)
- Reacção ao fogo: Classe F

MOD.FT. 004/02

21-12-2012

- Absorção de água por capilaridade: W2
Permeabilidade ao vapor de água: μ (15/35)
Aderência: $\geq 0,3$ N/mm² – PF: B
Condutividade térmica: 0.93 W/mr
Durabilidade (ciclos gelo-degelo): Avaliação baseada em disposições validadas no local de uso da argamassa
- Alteração da potabilidade da água: nula (***)

Os resultados foram obtidos em ensaios realizados em condições normalizadas, e podem variar em função das condições de aplicação.

(***) Atestado de compatibilidade com água potável emitido pela EPAL.

PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- Os suportes devem estar sãos, limpos, resistentes, sem leitadas nem descofrantes (recomenda-se lavagem a alta pressão, ou com jacto de areia),
- O betão novo deve estar estabilizado (28 dias),
- Encher todos os buracos e irregularidades do betão com weber.rep express,
- Preencher as juntas entre blocos de betão com weber.rep express,
- Tratar sempre os pontos singulares,
- Molhar bem o suporte antes da aplicação.

APLICAÇÃO

- Amassar weber.dry KF com a ajuda de um misturador eléctrico lento (500rpm), em recipiente próprio, com 6 a 7 litros de água limpa até obter uma pasta homogénea e fluida com a consistência de uma tinta grossa
- Humedecer o suporte
- Aplicar uma primeira camada com uma trincha, no mínimo com 2kg/m².
- Deixar secar no mínimo 4 horas
- O produto pode ser reforçado com utilização de malha de fibra de vidro Weber.dry rede 90, bem esticada e com sobreposições adequadas, enquanto o weber.dry KF está fresco
- Humedecer a primeira camada e aplicar uma segunda, perpendicularmente à primeira.
- Com projecção mecânica: realizar o acabamento com uma trincha, palustra ou com uma esponja.

RECOMENDAÇÕES

- Temperaturas de aplicação: 5 a 30 °C.
- Não aplicar com gelo sobre superfícies geladas ou em risco de gelar nas 24 horas seguintes.
- Não se deve aplicar em pleno sol ou com o suporte quente.
- Em locais subterrâneos, assegurar a ventilação, para evitar condensações.
- Para assegurar a impermeabilização, a espessura final deve ser de 2mm em qualquer ponto.
- Limpar a ferramenta com água.

APRESENTAÇÃO

Unidades de venda: sacos de 25kg
Paletes: 56 sacos, 1400kg
Unidades de venda: Caixa de 4x5kg
Palete de 720kg (36 caixas)

COR

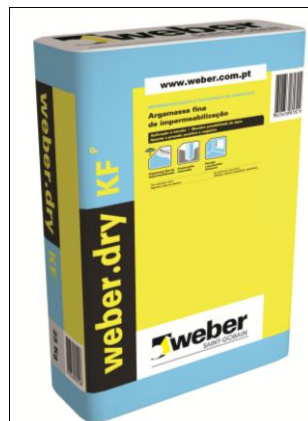
Cinza e Branco

CONSUMO

3 a 4kg/m² (para 2mm de espessura)

CONSERVAÇÃO

12 Meses a partir da data de fabrico, em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade



RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

Pela presença de cimento e cal hidratada na composição, o produto é considerado irritante para os olhos, vias respiratórias e mucosas.

Como medida de protecção individual devem usar-se luvas não absorventes e vestuário de trabalho que evite o contacto do produto com o utilizador.

O uso de máscara de protecção de poeiras será necessário caso se formem nuvens de poeira significativas.

Para mais informação consultar ficha de dados de segurança.

As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

Membrana líquida de impermeabilização de coberturas

Elástico. Aplicação como pintura. Revestível (base para colagem de cerâmica) .



Membrana líquida de impermeabilização



Pavimentos exteriores



Flexibilidade



Especial para obras de RENOVAÇÃO

Cor:

- Branco
- Telha

Para aplicação sobre:

Betonilhas e cerâmica

Revestimentos associados:

Cerâmica, pedra natural.

apresentação

- Balde de 8 kg - Palete de 480 Kg (60 baldes)
- Balde de 20 kg - Palete de 660 Kg (16 baldes)

consumo

- 1,5 - 2 kg/m², dependendo da rugosidade do suporte

conservação

12 meses a partir da data de fabrico, em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade



weber.dry lastic

UTILIZAÇÕES

- Impermeabilização de terraços ou varandas.
- Impermeabilização de superfícies inclinadas não pedonais.
- Impermeabilização de lajes de cobertura inclinadas, antes da colocação de telha.
- Renovação e impermeabilização de terraços ou varandas, com revestimento em cerâmica.

LIMITES DE UTILIZAÇÃO

Não apto:

- Para ser directamente pedonável a não ser em situações ocasionais de manutenção ou serviços, tomando, de qualquer maneira, todos os cuidados para não ferir a membrana.
- Para impermeabilização de coberturas planas com áreas elevadas.
- Para aplicação em fachadas.
- Para aplicação em situações de contacto com os terrenos, sujeitas a humidade por ascensão capilar.
- Para aplicação sobre suportes húmidos.

COMPOSIÇÃO

- Dispersão aquosa de copolímeros estireno-acrílicos e cargas.

MOD.FT.006 / 01

(data actualização) 05-03-2009

CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Produto pronto a utilizar, para aplicar puro, sem diluições.
- Secagem ao tacto: cerca de 12 horas
- Secagem total: 24 a 36 horas
- Intervalo entre as 2 demãos: aprox. 12 horas
- Insensibilidade à chuva ou geada: aprox. 12 horas
- Tempo de espera até colagem de cerâmica: 72 horas

Os tempos referidos podem ser influenciados pelas condições atmosféricas do local.

PRESTAÇÕES

- Massa volúmica: 1,30 kg / l
- Viscosidade aparente: 70000 cP (Brookfield DV2+; S5; 5RPM)
- Alongamento (até ruptura): 500%
- Permeabilidade à água líquida: nula
- Temperatura de funcionamento: -15°C a + 70°C
- Aderência sobre: Betão:>5,0 N/mm²; PVC: 1,0N/mm²; Cerâmico poroso:> 1,0N/mm².; Grés porcelânico:> 1,0N/mm²; Metal:> 1,0N/mm²

Estes resultados foram obtidos em ensaios de laboratório e podem variar em função das condições de aplicação.

PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- Verificar a planeidade e a inclinação do suporte, que deverá ser de pelo menos 1,5% (para que não haja zonas com possibilidade de estagnação de água).
- O suporte deve apresentar-se limpo e seco, devendo ser removidas todas as zonas soltas ou pouco firmes e preenchidos os buracos resultantes com **motex dur basic**.
- Sobre suportes muito porosos, aplicar como primário uma camada extra de **weber.dry lastic** diluído com o máximo de 15% de água e deixar secar pelo menos 72 horas.
- Em caso de aplicação sobre cerâmica antiga, efectuar uma limpeza do material cerâmico com detergentes adequados, eliminando sujidades e materiais orgânicos, e aplicar um barramento de 2 a 3 mm de espessura de **weber.col fluid**, como camada de aderência e regularização.
- Tratar previamente com duas camadas de **weber.dry lastic** os pontos singulares, como fissuras, chaminés ou outros elementos salientes da cobertura, reforçando com tiras de armadura de fibra de vidro entre as duas camadas.
- A transição com as paredes envolventes deverá ser tratada aplicando duas camadas de **weber.dry lastic** reforçadas com uma tira de armadura de fibra de vidro (malha quadrada de 2x2mm), ou usando a banda especial **weber.dry banda**.
- Em terraços, tratar as juntas de dilatação usando a banda especial para juntas **weber.dry banda**.

APLICAÇÃO

- Misturar bem o produto dentro do balde, para homogeneizar os seus constituintes.
- Estender uniformemente **weber.dry lastic** com pincel, trincha ou rolo, preferencialmente em camadas de cores alternadas, com um intervalo de pelo menos 6 horas entre si. Em todo o caso, a espessura final de aplicação deverá ser de pelo menos 1 mm.
- Aplicar directamente o revestimento com peças cerâmicas, se for o caso, após pelo menos 72 horas, utilizando a cola e a argamassa de juntas adequadas das gamas **weber.col** e **weber.color**.

RECOMENDAÇÕES

- Aplicar sobre suporte seco.
- Temperatura de aplicação: + 10 C a + 35 C.
- Em varandas ou pequenos terraços com áreas até cerca de 30 m², aplicar duas camadas cruzadas de **weber.dry lastic**.
- Em terraços com áreas superiores, aplicar três camadas cruzadas de **weber.dry lastic**, incorporando uma armadura de fibra de vidro (malha de 2x2 mm, aproximadamente) entre as duas primeiras, respeitando sobreposições de pelo menos 5 cm no encontro entre rolos.
- Em caso de previsão de chuva, proteger **weber.dry lastic** durante pelo menos as primeiras 6 horas.
- Não aplicar com risco de gelo nocturno, exposto a sol intenso ou com suporte quente.
- Lavar as ferramentas com água, enquanto o produto ainda estiver fresco.

MOD.FT.006 / 01

(data actualização) 05-03-2009

RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

- O produto não é considerado perigoso segundo critérios da CE. Contudo, as boas práticas recomendam o uso de equipamentos de protecção individual, nomeadamente luvas não absorventes e vestuário de trabalho que evite o contacto do produto com o utilizador.

Para mais informação consultar ficha de dados de segurança.

As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

MOD.FT.006 / 01

(data actualização) 05-03-2009

Argamassa de selagem de fugas de água

**Endurecimento extra rápido mesmo na presença de água.
Aplicação directa em fissuras e rupturas.**



Selagem de impermeabilização



Paredes e pavimentos exteriores



Paredes e pavimentos interiores



Presença extra rápida

Cor:

- Cinza

Para aplicação sobre:

Betão, alvenarias de tijolo, de blocos de betão e rebocos à base de cimento.

Suportes associados:

Rebocos minerais, cerâmica, pinturas transpiráveis e revestimentos orgânicos espessos.

apresentação

- Balde de 5 kg

consumo

- 2 Kg / litro a encher.

conservação

6 meses a partir da data de fabrico, em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade



weber.dry stop

UTILIZAÇÕES

- Tapa instantaneamente infiltrações de águas através de fissuras ou rupturas.
- Obras hidráulicas, galerias, túneis, parques de estacionamento.
- Obras enterradas ou elevadas. Em pressão e contra-pressão de água.

LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- Não resiste à fissuração do suporte.
- Devido à sua presa instantânea, não está destinado a tapar nem encher grandes superfícies.
- Não utilizar em reparações de betão (usar **weber.tec basic** ou **weber.tec plus**).

COMPOSIÇÃO

- Ligantes hidráulicos, inertes de granulometria compensada e aditivos específicos.

CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Tempo de amassadura: < 1 minuto
- Tempo de endurecimento: de 1 a 3 minutos
- Tempo de espera para revestir: 24 horas
- Espessuras de aplicação: de 2 a 8 cm

Estes tempos estão determinados a 20°C e podem aumentar a baixas temperaturas, ou diminuir a temperaturas elevadas

MOD.FT.007 / 01

(data actualização) 05-03-2009

PRESTAÇÕES

- Densidade aparente em pó: 1,3 g/cm³
- Densidade aparente da massa: 2,0g/cm³
- pH da massa: 13

Estes resultados foram obtidos em ensaios de laboratório e podem variar em função das condições de aplicação.

PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- O suporte deve estar firme, limpo e rugoso.
- As fissuras e passagens de água devem abrir-se numa largura e profundidade mínima de 2cm, formando arestas rectas.
- Eliminar zonas débeis e desagregadas.
- Eliminar as poeiras e outros detritos através de escovagem e lavagem.

APLICAÇÃO

- Amassar, com as mãos protegidas por luvas de borracha, formando uma espécie de bola, uma pequena quantidade do produto que possa ser utilizada num minuto. Usar 0,3 litros de água/Kg.
- Logo que amassado, pressionar a massa contra a fissura ou passagem de água durante algum tempo (1 a 2 minutos).
- Alisar a superfície com a colher.

RECOMENDAÇÕES

- Temperaturas de aplicação: 5 a 35 °C
- Não aplicar quando haja risco de gelo
- Proteger as mãos com luvas de borracha
- Em casos de fugas importantes, com forte pressão, tapar em fases sucessivas
- Quando o **weber.dry stop** aquece, começa o seu endurecimento; é nesse instante que se deve proceder ao tapamento
- Limpar as ferramentas com água

As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

FICHA TÉCNICA

weber.rep 750

Argamassa protectora anticorrosiva para armaduras de betão.
Excelente aderência.
Fácil de aplicar.

UTILIZAÇÕES

Protecção contra a corrosão da armadura do betão

SUORTES

Armaduras de Betão.

LIMITES DE UTILIZAÇÃO

Temperatura de aplicação +5°C a 35°C;
Não aplicar sobre suportes gelados ou em risco de gelar nas 24 horas seguintes

COMPOSIÇÃO

Cimentos especiais, cargas minerais e resinas.

CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

Espessura aplicação: 1,1mm em duas camadas
Tempo de espera entre camadas: 2 a 4 horas
Tempo de vida do amassado: 60 minutos
Tempo de espera para revestir: 5 horas (+20°)

PRESTAÇÕES

Densidade do pó: 1,3 kg/dm³
Densidade em pasta: 2 kg dm³

PREPARAÇÃO DO SUPORTE

Extrair partes corroídas e limpar a armadura. Efectuar reforço de armadura se necessário.

APLICAÇÃO

Juntar 1litro de água em cada balde 5kg. Caso não seja usado todo o conteúdo do balde, juntar 1 parte de água para 5 de pó.

Misturar com misturador lento até o produto ficar homogéneo, aproximadamente 4 minutos.

Com um pincel ou brocha pintar pelo menos 2 vezes com 3 horas de intervalo.

A espessura deve ter no mínimo 1,1mm.

RECOMENDAÇÕES

Proteger do Sol, para evitar secagens demasiado rápidas.

No processo de secagem não permitir o contacto com água.

Lavar as ferramentas com água, enquanto o produto estiver fresco.

MOD.FT.124 /00

15-11-2012

APRESENTAÇÃO

Unidades de venda: balde de 5kg
Paletes:90 baldes, 450kg Formato de 107*107cm

COR

Cinza

CONSUMO

190g/m para varões de \varnothing 14mm

CONSERVAÇÃO

9 Meses a partir da data de fabrico, em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade



As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

MOD.FT.124 /00

15-11-2012

weber.rep fer

Revestimento de proteção anticorrosiva.
Pronto a aplicar.

1. UTILIZAÇÕES

- Proteção contra a corrosão das armaduras em betão armado.
- Primário anticorrosivo em dispersão aquosa para pequenas superfícies antes da aplicação de tinta.
- **Suportes admissíveis:**
 - ~~Alças~~

2. LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- Temperatura de utilização: +5°C a 30°C.
- Não aplicar como revestimento de acabamento.
- Não aplicar sobre o betão ou argamassa existente.

3. COMPOSIÇÃO

- Resina sintética em dispersão em água, pigmentos inibidores de corrosão e cargas minerais.

4. CONSUMO

- Aprox. 0,3 kg/m² por camada.

5. RECOMENDAÇÕES

- Não aplicar sobre suportes molhados, gelados ou em risco de gelar nas 24 horas seguintes.
- Lavar as ferramentas com água, enquanto o produto estiver fresco.

6. CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Tempo de espera para revestir com argamassa: 1 hora (produto da gama **weber.rep**)
- Tempo de espera para repintura: 4 horas (aplicação de um revestimento tipo pintura)
- Espessura média: 0,2 mm

Os tempos indicados, obtidos em condições ambientais normalizadas (+20°C), poderão ser alongados a baixas temperaturas e encurtados a temperaturas mais elevadas.

7. PRESTAÇÕES (*)

- Densidade: 1,1 kg/dm³
- Aderência sobre ferro: > 0,5 Mpa
- Resistência aos alcális: até pH=12

(*) Os resultados foram obtidos em ensaios realizados em condições normalizadas, e podem variar em função das condições de aplicação.

MOD.FT.047 /03

05-05-2014

8. PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- O betão deve estar consistente, limpo e seco. Eliminar todos os elementos friáveis ou não aderentes do betão e libertar completamente as armaduras.
- As armaduras devem ser limpas com uma lixa, escova metálica ou com jato de areia de forma a não terem qualquer ferrugem, bem como gorduras ou poeiras.

9. APLICAÇÃO

- O **weber.rep fer** está pronto aplicar. Mexer ligeiramente antes da aplicação.
- Aplicar sobre as armaduras com pincel ou trincha em duas camadas (intervalo entre camadas de 1 hora).

10. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

- A utilização do produto não implica precauções especiais, já que não é considerado perigoso.

Para mais informação consultar Ficha de Dados de Segurança.

APRESENTAÇÃO

Balde de 2 kg

COR

Vermelho

CONSERVAÇÃO

12 meses a partir da data de fabrico em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade




As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa-fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

weber.rep express

Argamassa com fibras para reparação estrutural de betão, Classe R3 (EN 1504-03).
Presa rápida. Sem libertação de pó.

1. UTILIZAÇÕES

- Reparações pontuais de betão.
- Interiores e exteriores, na horizontal e vertical.
- Reparações ou reforço de betão com danos estruturais, onde sejam necessárias boas prestações mecânicas.
- **Suportes admissíveis:**
 - 

2. LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- Não aplicar sobre:
 - Suportes de Gesso;
 - Zonas pintadas ou com revestimentos orgânicos;
 - Suportes frágeis de rebocos antigos ou pedra.
- Na reparação de pavimentos industriais ou de forte circulação, **weber.rep express** deve ser revestido de acordo com as utilizações previstas.
- Não resiste a contactos com soluções ácidas(pH <6).
- Não resiste a eventuais movimentos estruturais do suporte; nestes casos a fissuração é inevitável.

3. COMPOSIÇÃO

- Cimentos especiais, areias siliciosas, fibras, adjuvantes isentos de cloro e resinas sintéticas.
- Granulometria máxima: 1,25mm.

4. CONSUMO

- Aprox. 19 kg/m² por cm de espessura

5. RECOMENDAÇÕES

- Temperatura de utilização: +5°C a 35°C.
- Não aplicar sobre suportes gelados ou em risco de gelar nas 24 horas seguintes.
- Não aplicar com incidência direta de sol intenso ou suportes muito quentes.
- Realizar cura húmida da superfície por pulverização de água ou agente de cura (neste caso deverá garantir-se a sua completa remoção antes da eventual aplicação de um revestimento).
- Respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada, para que seja conseguida homogeneidade na consistência do produto depois de endurecido.
- Lavar as ferramentas com água, enquanto o produto estiver fresco.

6. CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Espessura de aplicação: entre 5 e 50mm por camada
- Espessura mínima sobre a armadura: 10mm
- Tempo de vida do amassado: aprox. 15 minutos
- Tempo aberto para acabamento: aprox. 30 minutos
- Tempo para descofragem: 1 a 2 horas
- Tempo para circulação pedonal: 24 horas
- Espera para revestir:
 - Argamassas de cimento: 24 horas
 - Pinturas de fachada e proteção de betão: 24 horas
 - Outros revestimentos orgânicos, pedra ou cerâmica: 72 horas

Os tempos indicados, obtidos em condições ambientais normalizadas (+20°C), poderão ser alongados a baixas temperaturas e encurtados a temperaturas mais elevadas.

7. PRESTAÇÕES (*)

- Densidade endurecido: 1,9
- Marcação CE EN1504-3:
 - Resistência à compressão: $\geq 25\text{MPa}$ - Classe R3
 - Aderência $\geq 1,5\text{MPa}$
 - Retração/expansão impedida: $\geq 1,5\text{Mpa}$
 - Resistência a carbonatação: satisfaz requisitos
 - Módulo de Elasticidade: $\geq 15\text{GPa}$
 - Teor de cloretos: $\leq 0,01\%$
 - Absorção capilar: $\leq 0,5\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$
 - Reação ao fogo: Classe A1
- Resistência mecânica ao longo do tempo:

	Compressão (MPa)	Flexão (MPa)
24 horas	5	2
7 dias	20	4
28 dias	30	7

(*) Os resultados foram obtidos em ensaios realizados em condições normalizadas, e podem variar em função das condições de aplicação.

8. PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- O suporte deve ser duro e estar limpo, consistente e rugoso.
- Sondar a superfície para detetar zonas débeis a eliminar.
- Deixar contornos em aresta viva nas zonas demolidas a reparar.
- Eliminar todo o pó e outras sujidades produzidas, bem como vestígios de gordura, óleo descofrante ou outro material orgânico.
- Tratar as armaduras oxidadas:
 - Limpar cuidadosamente as armaduras oxidadas, eliminando a ferrugem através de escova metálica ou jato de areia.
 - Aplicar, após despoejamento cuidadoso, o produto anticorrosão **weber.rep fer** ou **weber.rep 750** na superfície das armaduras.

9. APLICAÇÃO

- Humedecer abundantemente o suporte a revestir. Este deve ficar húmido, mas não saturado de água.
- Adicionar cerca de 4 litros de água em cada saco de 25 kg, operando com misturador lento até obter uma pasta homogénea, deixar repousar 1 a 2 minutos e voltar a misturar brevemente.

- Aplicar **weber.rep express**, em espessura de 5 a 50 mm por camada, não ultrapassando os 100 mm de espessura total. Apertar bem o material contra o seu suporte.
- Dar acabamento com uma talocha de plástico ou poliestireno rijo. Não juntar água na superfície.

10. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

- Pela presença de cimento na composição, o produto é considerado irritante para os olhos, vias respiratórias e mucosas.
- Como medida de proteção individual devem usar-se luvas não absorventes e vestuário de trabalho que evite o contacto do produto com o utilizador.
- O uso de máscara de proteção de poeiras será necessário caso se formem nuvens de poeira significativas.

Para mais informação consultar Ficha de Dados de Segurança.

APRESENTAÇÃO

Saco de 25 kg

COR

Cinza claro

CONSERVAÇÃO

6 meses a partir da data de fabrico em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade




As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa-fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

weber.rep rapide

Argamassa com fibras para reparação estrutural de betão, Classe R4 (EN 1504-03).
Presa rápida. Espessuras elevadas. Sem libertação de pó.

1. UTILIZAÇÕES

- Reparações pontuais de betão.
- Interiores e exteriores, na horizontal e vertical.
- Reparações ou reforço de betão com danos estruturais, onde sejam necessárias elevadas prestações mecânicas.
- **Suportes admissíveis:**
 - 

2. LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- Não aplicar sobre:
 - Suportes de Gesso;
 - Zonas pintadas ou com revestimentos orgânicos;
 - Suportes frágeis de rebocos antigos ou pedra.
- Na reparação de pavimentos industriais ou de forte circulação, **weber.rep rapide** deve ser revestido de acordo com as utilizações previstas.
- Não resiste a contactos com soluções ácidas(pH <6).
- Não resiste a eventuais movimentos estruturais do suporte; nestes casos a fissuração é inevitável.

3. COMPOSIÇÃO

- Cimentos especiais, areias siliciosas, fibras, adjuvantes isentos de cloro e resinas sintéticas.
- Granulometria máxima: 1,25mm.

4. CONSUMO

- Aprox. 19 kg/m² por cm de espessura

5. RECOMENDAÇÕES

- Temperatura de utilização: +5°C a 35°C.
- Não aplicar sobre suportes gelados ou em risco de gelar nas 24 horas seguintes.
- Não aplicar com incidência direta de sol intenso ou suportes muito quentes.
- Realizar cura húmida da superfície por pulverização de água ou agente de cura (neste caso deverá garantir-se a sua completa remoção antes da eventual aplicação de um revestimento).
- Respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada, para que seja conseguida homogeneidade na consistência do produto depois de endurecido.
- Lavar as ferramentas com água, enquanto o produto estiver fresco.

6. CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Espessura de aplicação: entre 5 e 100mm por camada
- Espessura mínima sobre a armadura: 10mm
- Tempo de vida do amassado: aprox. 15 minutos
- Tempo aberto para acabamento: máximo 30 minutos
- Tempo para descofragem: 1 a 2 horas
- Tempo para circulação pedonal: 24 horas
- Espera para revestir:
 - Argamassas de cimento: 24 horas
 - Pinturas de fachada e proteção de betão: 24 horas
 - Outros revestimentos orgânicos, pedra ou cerâmica: 72 horas

Os tempos indicados, obtidos em condições ambientais normalizadas (+20°C), poderão ser alongados a baixas temperaturas e encurtados a temperaturas mais elevadas.

7. PRESTAÇÕES (*)

- Densidade endurecido: aprox. 1,9
- Marcação CE EN1504-3:
 - Resistência à compressão: $\geq 45\text{MPa}$ - Classe R4
 - Aderência $\geq 2,0\text{MPa}$
 - Retração/expansão impedida: $\geq 2,0\text{Mpa}$
 - Compatibilidade térmica (partes 1,2 e 4): $\geq 2,0\text{MPa}$
 - Resistência a carbonatação: satisfaz requisitos
 - Módulo de Elasticidade: $\geq 20\text{GPa}$
 - Teor de cloretos: $\leq 0,01\%$
 - Absorção capilar: $\leq 0,5\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$
 - Reação ao fogo: Classe A2
- Resistência mecânica ao longo do tempo:

	Compressão (MPa)	Flexão (MPa)
24 horas	5	3
7 dias	30	5
28 dias	45	8

(*) Os resultados foram obtidos em ensaios realizados em condições normalizadas, e podem variar em função das condições de aplicação.

8. PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- O suporte deve ser duro e estar limpo, consistente e rugoso.
- Sondar a superfície para detetar zonas débeis a eliminar.
- Deixar contornos em aresta viva nas zonas demolidas a reparar.
- Eliminar todo o pó e outras sujidades produzidas, bem como vestígios de gordura, óleo descofrante ou outro material orgânico.
- Tratar as armaduras oxidadas:
 - Limpar cuidadosamente as armaduras oxidadas, eliminando a ferrugem através de escova metálica ou jato de areia.
 - Aplicar, após despoeiramento cuidadoso, o produto anticorrosão **weber.rep fer** ou **weber.rep 750** na superfície das armaduras.

9. APLICAÇÃO

- Humedecer abundantemente o suporte a revestir. Este deve ficar húmido, mas não saturado de água.
- Adicionar cerca de 3,5 litros de água em cada saco de 25 kg, operando com misturador lento até obter uma pasta homogénea, deixar repousar 1 a 2 minutos e voltar a misturar brevemente.

- Aplicar **weber.rep rapide**, em espessura de 5 a 100 mm por camada, aguardando o endurecimento da anterior para aplicar a seguinte. Apertar bem o material contra o seu suporte. Se adequado, utilizar cofragens com meio auxiliar.
- Dar acabamento com uma talocha de plástico ou poliestireno rijo. Não juntar água na superfície.

10. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

- Pela presença de cimento na composição, o produto é considerado irritante para os olhos, vias respiratórias e mucosas.
- Como medida de proteção individual devem usar-se luvas não absorventes e vestuário de trabalho que evite o contacto do produto com o utilizador.
- O uso de máscara de proteção de poeiras será necessário caso se formem nuvens de poeira significativas.

Para mais informação consultar Ficha de Dados de Segurança.

APRESENTAÇÃO

Saco de 25 kg

COR

Cinza claro

CONSERVAÇÃO

6 meses a partir da data de fabrico em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade



As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa-fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

ANEXO VIII – ESTIMATIVA DE CUSTOS DE REPARAÇÃO

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE REPARAÇÃO

REPARAÇÃO Nº1

Artº	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quantidades	Quantias		
				Unitárias	Parciais	Totais
1 RERPERFILAMENTO DE PILARES						
1.1	Remoção de todas as áreas que apresem delaminação, ocos e destamento.	m2	1,00	2,25 €	2,25 €	
1.2	Escarificação da superfície em torno das armaduras, deixando à vista betão "limpo".	m2	1,00	2,75 €	2,75 €	
1.3	Limpeza da corrosão presente nas armaduras com recurso a uma escova de aço ou jatos sobre pressão.	m2	1,00	2,25 €	2,25 €	
1.4	Reforço de armaduras nas zonas onde for perceptível a visualização de perda de secção de armadura.	m2	1,00	8,50 €	8,50 €	
1.5	Aplicação de <i>weber.rep fer</i> nas armaduras para proteção contra agentes exteriores agressores, conforme fichas técnicas.	m2	1,00	17,92 €	17,92 €	
1.6	Após a secagem do revestimento anticorrosivo, o elemento estrutural deverá ser reperfilado com recurso à argamassa de reparação estrutural <i>weber.rep rapide</i> .	m2	1,00	50,00 €	50,00 €	
1.7	Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.	m2	1,00	7,50 €	7,50 €	
TOTAL DA OBRA (SEM IVA):					91,17 €	

OBSERVAÇÕES:

O valor apresentado corresponde ao fornecimento de material e mão-de-obra;

Preço compostos com recurso às tabelas de preços de 2016, usando valores PVP.

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE REPARAÇÃO

REPARAÇÃO Nº2

Artº	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quantidades	Quantias		
				Unitárias	Parciais	Totais
1 REVESTIMENTO DE PROTEÇÃO SUPERFICIAL DE ELEMENTOS DE BETÃO ARMADO						
1.1	Remoção de todas as áreas que apresentem delaminação, ocos e destamento.	m2	1,00	2,25 €	2,25 €	
1.2	Revestimento das superfícies que apresentem vazios ou ninhos de brita com a aplicação de argamassa de reparação <i>weber.rep expres</i> , em duas camadas com a espessura final de 2 cm.	m2	1,00	48,74 €	48,74 €	
1.3	Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.	m2	1,00	7,50 €	7,50 €	
TOTAL DA OBRA (SEM IVA):					58,49 €	

OBSERVAÇÕES:

O valor apresentado corresponde ao fornecimento de material e mão-de-obra;

Preço compostos com recurso às tabelas de preços de 2016, usando valores PVP.

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE REPARAÇÃO

REPARAÇÃO Nº3

Artº	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quantidades	Quantias		
				Unitárias	Parciais	Totais
1 IMPREGNAÇÃO HIDROFÓBICA						
1.1	Remoção do reboco que apresente destacamento e mau estado de conservação.	m2	1,00	2,25 €	2,25 €	
1.2	Revestimento da parede pelo interior com argamassa impermeabilizante <i>weber.dry KG</i> , em duas camadas com a espessura final de 2 cm.	m2	1,00	48,00 €	48,00 €	
TOTAL DA OBRA (SEM IVA):					50,25 €	

OBSERVAÇÕES:

O valor apresentado corresponde ao fornecimento de material e mão-de-obra;

Preço compostos com recurso às tabelas de preços de 2016, usando valores PVP.

ESTIMATIVA DE CUSTOS DE REPARAÇÃO

REPARAÇÃO Nº4

Artº	Designação dos Trabalhos	Unid.	Quantidades	Quantias		
				Unitárias	Parciais	Totais
1 CORREÇÃO DE FISSURA ENTRE VIGA/MURO						
1.1	Remoção de todas as áreas que apresem delaminação, ocós e destamento.	m2	1,00	2,25 €	2,25 €	
1.2	Escarificação da superfície em torno das armaduras, deixando à vista betão "limpo".	m2	1,00	2,75 €	2,75 €	
1.3	Limpeza da corrosão presente nas armaduras com recurso a uma escova de aço ou jatos sobre pressão.	m2	1,00	2,25 €	2,25 €	
1.4	Reforço de armaduras nas zonas onde for perceptível a visualização de perda de secção de armadura.	m2	1,00	8,50 €	8,50 €	
1.5	Aplicação de <i>weber.rep fer</i> nas armaduras para proteção contra agentes exteriores agressores, conforme fichas técnicas.	m2	1,00	17,92 €	17,92 €	
1.6	Após a secagem do revestimento anticorrosivo, o elemento estrutural deverá ser reperfido com recurso à argamassa de reparação estrutural <i>weber.rep rapide</i> .	m2	1,00	54,00 €	54,00 €	
1.7	Na ligação entre alvenaria e betão deverá ser realizada uma abertura em "V" com uma profundidade e largura de aproximadamente 10mm. Deve ser aplicado um produto elástico entre fendas assegurando uma selagem perfeita.	m2	1,00	12,50 €	12,50 €	
1.8	Depois da cura da argamassa de reparação, deverá ser aplicada uma pintura para proteção da superfície do elemento estrutural.	m2	1,00	7,50 €	7,50 €	
TOTAL DA OBRA (SEM IVA):						107,67 €

OBSERVAÇÕES:

O valor apresentado corresponde ao fornecimento de material e mão-de-obra;

Preço compostos com recurso às tabelas de preços de 2016, usando valores PVP.