



NOVA

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

EUGÉNIO MANUEL SANTOS NUNES
Licenciado em Engenharia Civil

**SISTEMA DE DIAGNÓSTICO, ANÁLISE E REPARAÇÃO DE
PAVIMENTOS EXTERIORES PEDONAIS EM BETÃO**



SISTEMA DE DIAGNÓSTICO, ANÁLISE E REPARAÇÃO DE PAVIMENTOS EXTERIORES PEDONAIS EM BETÃO

EUGÉNIO MANUEL SANTOS NUNES

Licenciado em Engenharia Civil

Orientador: Doutor Rui A. L. B. Micaelo, Professor Associado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Coorientador: Doutor Carlos Manuel Chastre Rodrigues, Professor Associado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutora Ana Catarina P. S. C. Lopes, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Vogais: Doutor Eduardo S. R. G. Cavaco, Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Doutor Rui A. L. B. Micaelo, Professor Associado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

SISTEMA DE DIAGNÓSTICO, ANÁLISE E REPARAÇÃO DE PAVIMENTOS EXTERIORES PEDONAIS EM BETÃO

Copyright © Eugénio Manuel Santos Nunes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Apresento o meu sincero agradecimento a todos os que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

Em individual:

- aos Professor Rui Micaelo e Professor Carlos Chastre, pelo seu apoio e supervisão na realização desta dissertação.

- à Camara Municipal de Loures, pelo apoio prestado;

- à minha família, pelo apoio que me deu durante toda a minha vida.

A todos, um muito obrigado.

“Mesmo que já tenhas feito uma longa caminhada, há sempre um novo caminho a fazer”
(Santo Agostinho).

RESUMO

Os pavimentos em betão são comuns em caminhos pedonais e ciclovias, os quais requerem um grande investimento inicial na construção e assim como uma manutenção regular e sistematizada.

Pretendeu-se com este trabalho desenvolver um sistema para a análise e diagnóstico de anomalias e reparações de pavimentos em betão. O sistema permite observar relações entre anomalias, causas, diagnósticos e reparações e enquadrar os dados recolhidos em uma matriz. A base do sistema são as fichas de anomalias, diagnóstico e reparação que fornecem uma informação sistematizada. O resultado final é um relatório tipo preliminar com a informação organizada para o dono de obra.

Foram realizadas inspeções a um conjunto de 20 obras em 2021, construídas entre os anos de 1998 a 2019. Nestas inspeções identificou-se as anomalias e as causas prováveis assim como os diagnósticos e os métodos de reparações.

No processo de validação dos dados adquiridos foi produzida uma matriz prática, que comparada com a matriz teórica deu origem à matriz de validação para utilizar como base em futuras inspeções.

A utilização deste sistema permite ao inspetor analisar um pavimento em betão com utilização pedonal ou ciclovia e obter um relatório preliminar

Palavras chave: Betão, pavimento, pedonal

ABSTRACT

Concrete pavements are common on footpaths and cycle paths, which require a large initial investment in construction as well as regular and systematic maintenance.

The aim of this work was to develop a system for the analysis and diagnosis of anomalies and repair of concrete pavements. The system shows the relations between anomalies, causes, diagnoses and repairs in a matrix. The basis of the system are the anomalies, diagnosis and repair sheets that provide systematic information. The final result is a preliminary type report with organized information for the owner.

Inspections were carried out on a set of 20 works in 2021, built between 1998 and 2019. In these inspections, all anomalies and probable causes were identified, as well as diagnoses and repair methods.

In the process of validating the acquired data, a practical matrix was produced, which, compared with the theoretical matrix, gave rise to the validation matrix to be used as a basis for future inspections, validating the initially proposed forms.

The use of this system allows the inspector to analyse a concrete pavement with pedestrian or cycle lane use and obtain a preliminary report.

Keywords: Concrete, pavement, pedestrian

ÍNDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 | Objetivos e metodologia da dissertação..... | 1 |
| 1.2 | Sistema de diagnóstico, análise e reparação de pavimentos exteriores pedonais em betão | 2 |
| 2 | ESTADO DA ARTE DE PAVIMENTOS EM BETÃO | 3 |
| 2.1 | Introdução | 3 |
| 2.2 | Exigências aos pavimentos..... | 4 |
| 2.3 | Tipos de pavimentos em betão..... | 6 |
| 2.3.1 | Pavimento em betão com cor..... | 14 |
| 2.4 | Conceção de pavimentos pedonais em betão..... | 16 |
| 2.4.1 | Funções da fundação e das camadas de um pavimento..... | 16 |
| 2.4.2 | Generalidades sobre dimensionamento de pavimentos..... | 18 |
| 2.4.3 | Método PCA..... | 20 |
| 2.4.4 | Método D.P.T.I..... | 21 |
| 2.5 | Juntas..... | 23 |
| 2.5.1 | Condicionantes das juntas em pavimento de betão | 23 |
| 2.5.2 | Tipos de juntas e seus processos construtivos..... | 24 |
| 2.6 | Custos associados | 26 |
| 2.7 | Conclusão | 27 |
| 3 | ANOMALIAS EM PAVIMENTOS PEDONAIIS DE BETÃO | 29 |
| 3.1 | Introdução | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2 | Classificação das anomalias em pavimentos exteriores..... | 29 |
| 3.2.1 | Anomalias na camada exterior do pavimento (PB.A.CE)..... | 30 |
| 3.2.2 | Anomalias que afetam todo o sistema do pavimento (PB.A.TP)..... | 35 |
| 3.2.3 | Anomalias em zonas singulares do pavimento (PB.A.ZS) | 38 |
| 3.2.4 | Anomalias estéticas (PB.A.E) | 41 |
| 3.3 | Classificação das causas em pavimentos exteriores | 43 |
| 3.3.1 | Erros de projeto (PB.C.EP)..... | 45 |
| 3.3.2 | Erros de execução (PB.C.EE) | 49 |
| 3.3.3 | Ações de acidente (PB.C.AC)..... | 56 |
| 3.3.4 | Ações ambientais (PB.C.AM)..... | 59 |
| 3.3.5 | Falhas de manutenção (PB.C.M) | 61 |
| 3.3.6 | Alteração das condições inicialmente previstas (PB.C.P) | 62 |
| 3.4 | Conclusão | 65 |
| 4 | DIAGNÓSTICO E REPARAÇÃO EM PAVIMENTOS DE BETÃO | 67 |
| 4.1 | Diagnóstico em pavimentos pedonais de betão..... | 67 |
| 4.1.1 | Classificação dos métodos de diagnóstico..... | 68 |
| 4.2 | Reparações..... | 72 |
| 4.2.1 | Classificação das técnicas de reparação | 73 |
| 4.3 | Recomendações de manutenção..... | 82 |
| 4.4 | Conclusão | 85 |
| 5 | CASOS DE ESTUDO | 87 |
| 5.1 | Introdução | 87 |
| 5.2 | Plano de inspeção | 90 |
| 5.3 | Verificação do sistema com base em casos de obra | 93 |
| 5.3.1 | Verificação do sistema classificativo das anomalias..... | 93 |
| 5.3.2 | Verificação do sistema classificativo das causas | 95 |
| 5.3.3 | Verificação do sistema classificativo dos diagnósticos | 97 |
| 5.3.4 | Verificação do sistema classificativo das reparações..... | 97 |
| 5.4 | Tratamento de dados de casos de obra | 98 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.4.1 | Anomalias..... | 99 |
| 5.4.2 | Alterações à matriz teórica..... | 122 |
| 5.4.3 | Reparações urgentes..... | 125 |
| 5.4.4 | Plano de esquartelamento em obra..... | 126 |
| 5.5 | Conclusão | 130 |
| 6 | CONCLUSÃO | 133 |
| 6.1 | Considerações finais..... | 133 |
| 6.2 | Conclusões gerais | 134 |
| 6.3 | Desenvolvimento e perspectivas futuras..... | 135 |
| | BIBLIOGRAFIA..... | 137 |
| A | - APÊNDICE 1 - FICHAS DE ANOMALIAS..... | 141 |
| B | - APÊNDICE 2 - FICHAS DE DIAGNÓSTICO | 157 |
| C | - APÊNDICE 3 - FICHAS DE REPARAÇÃO | 165 |
| D | - APÊNDICE 4 - TABELA DE NÍVEIS DE GRAVIDADE..... | 175 |
| E | - APÊNDICE 5 - RELATÓRIO PRELIMINAR TIPO | 177 |
| F | - APÊNDICE 6 - CASOS DE ESTUDO..... | 184 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1- Exemplo esquemático de um pavimento exterior em betão | 4 |
| Figura 2.2 – Tipos de fibras (<i>Cimentoitambe, 2021</i>) | 7 |
| Figura 2.3 – Diagrama de normalização estruturas em betão..... | 8 |
| Figura 2.4 – Constituintes do betão (<i>Nunes, 2005</i>) | 9 |
| Figura 2.5 – Base de pavimento em A.G.E compactada com cilindro - Bucelas..... | 9 |
| Figura 2.6 – Agregados a aplicar na mistura (<i>Pavibetão, 2021</i>)..... | 10 |
| Figura 2.7 – Central de mistura com camião (<i>Pavibetão, 2021</i>)..... | 10 |
| Figura 2.8 – Camião de transporte descarga para balde, transportado por grua até ao local de aplicação (<i>Concremix, 2021</i>) | 11 |
| Figura 2.9 – Teste de “slump”, para receção de betões em obra (<i>Concremix, 2021</i>) | 11 |
| Figura 2.10 – Execução de camada base de betão - Loures..... | 11 |
| Figura 2.11 – Execução de pavimento com betão branco (<i>BASF, 2021</i>)..... | 11 |
| Figura 2.12 – Acabamento com talocha mecânica, liso - (<i>Infociments, 2021</i>) | 12 |
| Figura 2.13 – Sistema de acabamento rugoso com passagem do tipo helicóptero - (<i>Infociments, 2021</i>)..... | 12 |
| Figura 2.14 – Passagem de Régua - (<i>Infociments, 2021</i>)..... | 12 |
| Figura 2.15 – Sistema mecânico de película para a cura do betão, redução da fissuração- (<i>BASF, 2021</i>)..... | 12 |
| Figura 2.16 – Controlo da humidade no betão através da introdução de água (<i>BASF, 2021</i>) . | 12 |
| Figura 2.17 - Rolo de nivelamento de betão fresco (<i>CRMCA, 2021</i>)..... | 12 |
| Figura 2.18 – Aplicação de tela para controlo de humidade, (<i>CRMCA, 2021</i>)..... | 13 |
| Figura 2.19 – Acabamento escovado, (<i>CRMCA, 2021</i>) | 13 |
| Figura.2.20 – Esquartelamento após presa, para criar juntas de dilatação executada com máquina de disco - Loures | 13 |
| Figura 2.21 – Junta de betonagem com diferentes cores - Bucelas | 13 |
| Figura 2.22 – Máquina de esquartelamento em pavimento rígido seco - (<i>Drilbor, 2021</i>) | 13 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.23 – Pormenor de máquina de execução de juntas em betão fresco - (CRMCA, 2021) | 13 |
| | |
| Figura 2.24 – Relação entre intensidade de cor e % de pigmento, (TOPECA, 2021) | 15 |
| Figura 2.25 – A diferença de tonalidade resultante do emprego de cimento cinzento / branco | 15 |
| | |
| Figura 2.26 – Pigmentos inorgânicos (TOPECA, 2021) | 15 |
| Figura 2.27 – Planta de esquadramento | 18 |
| Figura 3.1 – Pavimento em betão com empolamento - Infantado - Loures | 31 |
| Figura 3.2 – Pavimento em betão com empolamento – Portela – Loures | 31 |
| Figura 3.3 – Fissura em pavimento de betão – Portela – Loures | 31 |
| Figura 3.4 – Fissura em pavimento de betão – Portela - Loures | 31 |
| Figura 3.5 – Fissura em pavimento de betão – Campo Grande – Lisboa | 32 |
| Figura 3.6 – Fissura em pavimento de betão - | 32 |
| Figura 3.7 – Pavimento em betão com mancha verde - Loures | 32 |
| Figura 3.8 – Pavimento com mancha de óleo - Loures | 32 |
| Figura 3.9 – Pavimento em betão com desgaste – Portela - Loures | 33 |
| Figura 3.10 – Diferença de cotas entre placas e fissura - Loures | 33 |
| Figura 3.11 – Deslocação de placa por efeito térmico com quebra localizada de recobrimento – Loures | 33 |
| Figura 3.12 – Perda de cor – Bucelas - Loures | 34 |
| Figura 3.13 – Acumulação de detritos – Bucelas – Loures | 34 |
| Figura 3.14 – Acumulação de detritos – Bucelas - Loures | 34 |
| Figura 3.15 – Acumulação de água – Portela - | 35 |
| Figura 3.16 – Acumulação de detritos - Loures | 35 |
| Figura 3.17 – Zona de abatimento, encontro de diversos pavimentos - Loures | 36 |
| Figura 3.18 – Abatimento com perda de todas as camadas - Costa da Caparica – Almada | 36 |
| Figura 3.19 – Abatimento – Loures | 36 |
| Figura 3.20 – Abatimento – Loures | 36 |
| Figura 3.21 – Fendilhamento em malha ou blocos - Loures | 37 |
| Figura 3.22 – Fendilhamento em malha ou blocos – Loures | 37 |
| Figura 3.23 – Vegetação parasitária numa caixa de pavimento - Loures | 37 |
| Figura 3.24 – Vegetação parasitária numa junta - Loures | 37 |
| Figura 3.25 – Poste de iluminação – Costa da Caparica – Almada | 38 |
| Figura 3.26 – Zona de transição – Campo Grande - Lisboa | 38 |
| Figura 3.27 – A junta expande durante a redução de temperatura, permitindo a entrada de sujidades na junta adaptado de (Lynn & A., 1994) | 39 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.28 – A junta contrai durante o aumento de temperatura, aumentando a compressão e provocando destacamento ou fissura por dilatação adaptado de (Lynn & A., 1994) | 39 |
| Figura 3.29 – Junta inacabada, iniciou o processo de uma nova junta – Bucelas | 39 |
| Figura 3.30 – Junta irregular com desprendimento entre bordos das junta – Bucelas | 39 |
| Figura 3.31 – Junta – Loures | 40 |
| Figura 3.32 – Junta - Loures | 40 |
| Figura.3.33 – Ligação entre vários elementos – Bucelas | 40 |
| Figura 3.34 – Lancil de betão não ligado ao pavimento - Loures | 40 |
| Figura 3.35 – Anomalia estética - Bucelas | 41 |
| Figura 3.36 – Zona de acumulação de finos - Campo Grande - Lisboa | 42 |
| Figura 3.37 – Zona com pendente reduzida e superfície rugosa - Bucelas | 42 |
| Figura 3.38 – Pavimento em betão colorido com cores diferentes - Bucelas | 42 |
| Figura 3.39 – Zona com diferentes tempos de secagem – Loures..... | 42 |
| Figura 3.40 –Zona de difícil pormenorização | 45 |
| Figura 3.41 – Juntas sem esquadramento definido - Infantado | 46 |
| Figura 3.42 – Existência de juntas e criação de novas juntas de forma aleatória - Loures | 46 |
| Figura 3.43 – Zona de lancis calcário e aço Corten - Loures..... | 46 |
| Figura 3.44 – Zona de lancil com sumidouros e caixa de pavimento - Bucelas Loures | 46 |
| Figura 3.45 – Montagem de baliza em pavimento com base em betão - Loures | 47 |
| Figura 3.46 – Ligação entre juntas com uma zona singular - Loures | 47 |
| Figura 3.47 – Zonas com pouca pendente transversal – Loures | 47 |
| Figura 3.48 – Zona com pouca pendente Longitudinal - Bucelas..... | 47 |
| Figura.3.49 – Fissuras aleatória por falta de estudo geológico/geotécnico – loures..... | 48 |
| Figura 3.50 - Fissuras aleatórias por falta de estudo geológico/geotécnico - Loures..... | 48 |
| Figura 3.51 – Zona envolvente do coreto sem o afastamento necessário do solo - loures | 50 |
| Figura 3.52 – Zona de secagem após chuva intensa - loures..... | 51 |
| Figura 3.53 – Zona afetada por várias execuções de diferentes elementos do pavimento - loures | 51 |
| Figura 3.54 – Zona de negativo de botas por circulação pedestre - loures..... | 52 |
| Figura 3.55 – Zona de negativo de botas por circulação pedestre - Loures | 52 |
| Figura 3.56 – Zona de circulação de rodas - Loures | 52 |
| Figura 3.57 – Zona de circulação de rodas - Loures | 52 |
| Figura 3.58 – Pavimento em betão com junta colmatada - Loures | 53 |
| Figura 3.59 – Pavimento em betão com junta colmatada - - Loures..... | 53 |
| Figura 3.60 – Junta preenchida com PVC - Loures | 53 |
| Figura 3.61 – Junta com finos - Loures | 54 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.62 – Zona de acumulação de finos - Loures | 54 |
| Figura 3.63 – Junta superficial - Loures..... | 54 |
| Figura 3.64 – Junta com pouca profundidade - Loures..... | 54 |
| Figura 3.65 – Zona de acumulação por falta de pendente - Loures | 55 |
| Figura 3.66 – Zona sem pendente - Lisboa..... | 55 |
| Figura 3.67 – Pilares metálicos - Loures | 55 |
| Figura 3.68 – Pilarete - Loures | 55 |
| Figura 3.69 – Choque contra o pavimento com arrastamento - Loures..... | 57 |
| Figura 3.70 – Choque contra o pavimento com arrastamento - Loures..... | 57 |
| Figura 3.71 – Máquina Limpeza (<i>Certoma, 2021</i>)..... | 57 |
| Figura 3.72 – Reparação de tubagem em caixa de pavimento - Loures..... | 58 |
| Figura 3.73 – Perda de cor por radiação solar intensa - Loures | 59 |
| Figura 3.74 – Escorrências da zona verde e lavagem de finos - Bucelas..... | 59 |
| Figura 3.75 – Escorrências da zona verde e lavagem de finos - Bucelas..... | 59 |
| Figura 3.76 – Aparecimento de zona vegetativa - Loures..... | 60 |
| Figura 3.77 – Aparecimento de vegetação - Loures..... | 60 |
| Figura 3.78 – Falta de limpeza - Loures..... | 61 |
| Figura 3.79 – Falta de limpeza pelo que será de recorrer a produto especializado - Loures.. | 61 |
| Figura 3.80 – Máquina de limpeza (<i>Michaelis & Martins, 2021</i>) | 62 |
| Figura 3.81 – Introdução de rede de proteção - Loures..... | 63 |
| Figura 3.82 – Passagem de tubo enterrado - Loures..... | 63 |
| Figura 3.83 – Bobcat S450iT4 - Loures - (<i>Bobcat, 2021</i>)..... | 63 |
| Figura 3.84 – Zona para estar - Loures | 64 |
| Figura 4.1 - Estação total (<i>Leica, 2021</i>)..... | 69 |
| Figura 4.2 - Inclinómetro (<i>LaserLiner, 2021</i>) | 69 |
| Figura 4.3 - Medição de fissuras (<i>Form+Test, 2022</i>) | 69 |
| Figura 4.4 - Medição da humidade superficial (<i>Wurth, 2022</i>) | 70 |
| Figura 4.5 - Termómetro infravermelho (<i>Wurth, 2022</i>)..... | 70 |
| Figura 4.6 – Martelo de borracha (<i>Ractem, 2022</i>)..... | 71 |
| Figura 4.7- Caroteadora (<i>BDE182 - Eibenstock, 2022</i>) | 71 |
| Figura 4.8 - Pavimento em betão falta de limpeza - Loures | 75 |
| Figura 4.9 - Pavimento em betão com mancha - Loures | 75 |
| Figura 4.10 - Pormenor de junta em pavimento de betão com anomalia - Loures | 76 |
| Figura 4.11 – Pormenor de junta para reparação - Loures..... | 76 |
| Figura 4.12 - Junta em silicone em pavimento de betão - Loures..... | 77 |
| Figura 4.13 - Junta em aço corten - Loures..... | 77 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.14 - Junta de tampa de caixa de esgoto - Loures..... | 77 |
| Figura 4.15 - Junta com aplicação de fungicida incolor - Loures | 78 |
| Figura 4.16 - Junta de pavimento existente e zona a reparar - Loures | 79 |
| Figura 4.17 - Zona intervencionada com 1 ano de diferença - Loures | 79 |
| Figura 4.18 - Zona a refazer pavimento em betão - Loures | 80 |
| Figura 4.19 - Alteração da rede de esgotos - Loures..... | 80 |
| Figura 4.20 - Reparação de fundação - Costa da Caparica..... | 80 |
| Figura 4.21 - Reposição da camada de base e sub-base- Loures | 80 |
| Figura 4.22 - Zona singular com pavimento em betão lãncis em aço corten e pavimento em borracha - Loures..... | 81 |
| Figura 4.23 - Sumidouro com fissuração - Loures..... | 81 |
| Figura 4.24 - Betão de cores diferentes com diferente tempo de secagem e lãncil em aço corten - Loures | 81 |
| Figura 4.25 - Estátua em pedra calcária - Loures..... | 81 |
| Figura 4.26 - Evolução das condições de serviço de um pavimento rodoviário (<i>Neves, 2007</i>) | 84 |
| Figura 5.1 - Zona de obras inspeccionadas Loures, Lisboa e Vila Franca | 88 |
| Figura 5.2 - Fluxograma do relatório preliminar | 92 |
| Figura 5.3 - Número de casos por anomalia tipo | 94 |
| Figura 5.4 - Percentagem das principais causas tipo..... | 96 |
| Figura 5.5 - Percentual de reparações tipo..... | 98 |
| Figura 5.6 - Relação PB.A.CE1 - empolamento / causas | 99 |
| Figura 5.7 - Relação PB.A.CE1 - empolamento / diagnóstico..... | 100 |
| Figura 5.8 - Relação PB.A.CE1 - empolamento / reparação..... | 100 |
| Figura 5.9 - Relação - PB.A.CE2 - fissuração / causas | 101 |
| Figura 5.10 - Relação PB.A.CE2 - fissuração / diagnóstico..... | 101 |
| Figura 5.11 - Relação PB.A.CE2 - fissuração / reparações..... | 102 |
| Figura 5.12 - Relação PB.A.CE3 - manchas / causas | 102 |
| Figura 5.13 - PB.A.CE3 - manchas / diagnóstico | 103 |
| Figura 5.14 - PB.A.CE3 - manchas / reparações | 103 |
| Figura 5.15 - Relação PB.A.CE4 - desgaste / causas..... | 104 |
| Figura 5.16 - Relação PB.A.CE4 - desgaste / diagnóstico..... | 104 |
| Figura 5.17 - Relação PB.A.CE4 - desgaste / reparações | 105 |
| Figura 5.18 - Relação PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica / causas | 105 |
| Figura 5.19 - Relação PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica / diagnóstico | 106 |

| | |
|---|-----|
| Figura 5.20 - Relação PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica / reparação | 106 |
| Figura 5.21 - Relação entre PB.A.CE6 - perda de cor / causas..... | 107 |
| Figura 5.22 - Relação PB.A.CE6 - perda de cor / diagnóstico | 107 |
| Figura 5.23 - Relação entre PB.A.CE6 - perda de cor / reparações..... | 108 |
| Figura 5.24 - Relação entre PB.A.CE7 - acumulação de detritos - água / causas..... | 108 |
| Figura 5.25 - Relação entre PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água / diagnóstico..... | 109 |
| Figura 5.26 - Relação entre PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água - reparação | 109 |
| Figura 5.27 - Relação entre PB.A.TP1 - abatimentos / causas..... | 110 |
| Figura 5.28 - Relação entre PB.A.TP1 - abatimentos / causas..... | 110 |
| Figura 5.29 - Relação entre PB.A.TP1 - abatimentos / reparação..... | 111 |
| Figura 5.30 - Relação entre PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos / causas | 111 |
| Figura 5.31 - PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos / diagnóstico | 112 |
| Figura 5.32 - PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos / reparação | 112 |
| Figura 5.33 - Relação entre PB.A.TP3 - vegetação parasitária / causas..... | 113 |
| Figura 5.34 - Relação entre PB.A.TP3 - vegetação parasitária / diagnóstico | 113 |
| Figura 5.35 - Relação entre PB.A.TP3 - vegetação parasitária / reparações | 114 |
| Figura 5.36 - Relação entre PB.A.ZS1 - juntas / causas..... | 115 |
| Figura 5.37 - Relação entre PB.A.ZS1 - juntas / diagnóstico..... | 116 |
| Figura 5.38 - Relação entre PB.A.ZS1 - juntas / reparação..... | 116 |
| Figura 5.39 - Relação entre PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos / causas | 117 |
| Figura 5.40 - Relação entre PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos / diagnóstico | 118 |
| Figura 5.41 - Relação entre PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos / reparações..... | 118 |
| Figura 5.42 - Relação entre PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular / causas | 119 |
| Figura 5.43 - Relação entre PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular / diagnóstico | 119 |
| Figura 5.44 - Relação entre PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular / reparação | 120 |
| Figura 5.45 - Relação entre PB.A.E2 - alteração de cor localizada / causas | 120 |
| Figura 5.46 - Relação entre PB.A.E2 - alteração de cor localizada / diagnóstico | 121 |
| Figura 5.47 - Relação entre PB.A.E2 - alteração de cor localizada / reparação | 121 |
| Figura 5.48 - Área a intervir com urgência por anomalia..... | 125 |
| Figura 5.49 - Relação anomalias tipo e esquartelamento até 3 x 3 m | 126 |
| Figura 5.50 - Relação anomalias tipo e esquartelamento entre 3 x 3 e 5 x 5..... | 127 |
| Figura 5.51 - Anomalias / esquartelamento superior a 5 x 5 | 127 |

| | |
|---|-----|
| Figura 5.52 - Relação entre esquarteamentos propostos..... | 128 |
| Figura 5.53 - Relação entre % do total da amostra de anomalias e anomalias..... | 129 |
| Figura 5.54 - Relação entre % do total da amostra de anomalias e anomalias..... | 130 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 2.1 – Função e mecanismo de degradação da fundação de um pavimento, em (Azevedo, 2009)..... | 17 |
| Tabela 2.2 - Função e mecanismo de degradação das camadas de um pavimento, em (Azevedo, 2009)..... | 17 |
| Tabela 2.3 - Propriedades mecânicas mais importantes, em (Azevedo, 2009)..... | 18 |
| Tabela 2.4 - Projetos mínimos para caminhos pedestres e ciclovias em betão adaptado de (D.P.T.I., 2015)..... | 22 |
| Tabela 2.5 - Análise do Life Cycle Cost. em (D.P.T.I., 2015)..... | 22 |
| Tabela 2.6 - Consumos e preços estimados para os pavimentos em betão | 27 |
| Tabela 3.1 - Classificação de anomalias proposta | 30 |
| Tabela 3.2 - Classificação de causas propostas..... | 44 |
| Tabela 3.3 - Verificação de casos práticos de erros de projeto | 49 |
| Tabela 3.4 - Verificação de casos práticos erros de execução | 56 |
| Tabela 3.5- Verificação de casos práticos de ações de acidente | 58 |
| Tabela 3.6 - Verificação de casos práticos | 60 |
| Tabela 3.7 - Verificação de casos práticos | 62 |
| Tabela 3.8 - Verificação de casos práticos alteração das condições inicialmente previstas | 64 |
| Tabela 4.1 - Ensaio <i>in situ</i> de pavimento em betão | 68 |
| Tabela 4.2 - Verificação de casos práticos alteração das condições inicialmente previstas | 72 |
| Tabela 4.3 - Técnicas de reparação em pavimento em betão..... | 74 |
| Tabela 4.4 - Verificação de casos práticos | 82 |
| Tabela 4.5 - Programa cronológico para ações preventivas | 83 |
| Tabela 5.1 - Descrição dos locais inspecionados | 89 |
| Tabela 5.2 - Dilatação linear / esquadramento | 91 |
| Tabela 5.3 - Amostra e frequência relativa de anomalias | 94 |
| Tabela 5.4 - Número de causas e frequência relativa | 96 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 5.5 - Ensaio e frequência relativa..... | 97 |
| Tabela 5.6 - Número de casos e frequência relativa | 98 |
| Tabela 5.7 - Novas relações causa / anomalias..... | 122 |
| Tabela 5.8 - Novas relações diagnóstico / anomalias | 123 |
| Tabela 5.9 - Novas relações reparações / anomalias..... | 124 |
| Tabela 5.10 - Relações teóricas não validadas causas / anomalias | 124 |
| Tabela 5.11 - Relações teóricas não validadas diagnóstico / anomalias..... | 124 |
| Tabela 5.12 - Relações teóricas não validadas reparações / anomalias..... | 125 |

SIGLAS

| | |
|----------|--|
| A.G.E | - agregado de granulometria extensa |
| APEB | - análise de pavimentos exteriores em betão |
| CBR | - califórnia bearing ratio |
| Ef | - módulo de deformabilidade de uma camada de fundação |
| EC1 | - eurocódigo 1 |
| InIR | - instituto das Infraestruturas Rodoviárias |
| JAE | - junta autónoma de estradas |
| MACOPAV | - manual de conceção de pavimentos para a rede rodoviária nacional |
| PB.A.CE | - anomalias na camada exterior do pavimento |
| PB.A.CE1 | - empolamento |
| PB.A.CE2 | - fissuração |
| PB.A.CE3 | - manchas |
| PB.A.CE4 | - desgaste |
| PB.A.CE5 | - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica |
| PB.A.CE6 | - perda de cor |
| PB.A.CE7 | - acumulação de detritos / água |
| PB.A.TP | - anomalias que afetam todo o sistema do pavimento |
| PB.A.TP1 | - abatimentos |
| PB.A.TP2 | - fendilhamento em malha ou blocos |
| PB.A.TP3 | - vegetação parasitária |
| PB.A.ZS | - anomalias em zonas singulares do pavimento |
| PB.A.ZS1 | - juntas |
| PB.A.ZS2 | - ligação com outros elementos |
| PB.A.E | - anomalias estéticas e conforto |
| PB.A.E1 | - deficiências de planeza ou superfície irregular |
| PB.A.E2 | - alteração de cor localizada |
| PB.C.EP | - erros de projeto |
| PB.C.EP1 | - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento |
| PB.C.EP2 | - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas |
| PB.C.EP3 | - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento |
| PB.C.EP4 | - Insuficiente pormenorização das zonas singulares |
| PB.C.EP5 | - inexistência ou insuficiência de pendentos em pavimentos exteriores |
| PB.C.EP6 | - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo |
| PB.C.EE | - erros de execução |
| PB.C.EE1 | - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto |
| PB.C.EE2 | - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva |
| PB.C.EE3 | - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução |
| PB.C.EE4 | - desrespeito pelo tempo secagem / presa |
| PB.C.EE5 | - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada |
| PB.C.EE6 | - preenchimento de juntas com areia e sujidades |
| PB.C.EE7 | - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas |
| PB.C.EE8 | - inexistência ou insuficiência de pendentos em pavimentos exteriores |
| PB.C.EE9 | - encastramento de acessórios metálicos não protegidos |
| PB.C.AC | - ações de acidente |
| PB.C.AC1 | - choque contra o pavimento |
| PB.C.AC2 | - circulação de veículos pesados |
| PB.C.AC3 | - Instalações enterradas |
| PB.C.AM | - ações ambientais |
| PB.C.AM1 | - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural |
| PB.C.AM2 | - lixiviação dos materiais das juntas |
| PB.C.AM3 | - ação biológica |
| PB.C.M | - falhas de manutenção |
| PB.C.M1 | - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes |
| PB.C.M2 | - limpeza incorreta do pavimento |
| PB.C.P | - alteração das condições inicialmente previstas |

| | |
|-----------|---|
| PB.C.P1 | - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.P2 | - alteração de utilização |
| PB.TD.ND | - ensaios não destrutivos |
| PB.TD.ND1 | - avaliação da geometria |
| PB.TD.ND2 | - medição de fissuras |
| PB.TD.ND3 | - medição de humidade |
| PB.TD.ND4 | - medição de temperatura |
| PB.TD.ND5 | - percussão |
| PB.TD.D | - ensaios destrutivos |
| PB.TD.D1 | - caroteadora |
| PB.R.SP | - superfície do pavimento |
| PB.R.SP1 | - limpeza do pavimento corrente (m) |
| PB.R.SP2 | - limpeza do pavimento especializada (m) |
| PB.R.J | - juntas |
| PB.R.J1 | - aumento de espessura ou inserção de novas juntas (rc/rp) |
| PB.R.J2 | - substituição do material de preenchimento (rc/m) |
| PB.R.J3 | - remoção de elementos metálicos corroídos (rp) |
| PB.R.J4 | - aplicação de herbicida (m) |
| PB.R.PB | - pavimento contínuo em betão |
| PB.R.PB1 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão (rc) |
| PB.R.PB2 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base (rc) |
| PB.R.PB3 | - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais (rc/rp) |
| W_{opm} | - teor em água ótimo |

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem como objetivo criar um sistema para análise de pavimentos exteriores pedonais em betão. Estes pavimentos são utilizados na via pública, em zonas de entrada de edifícios, envolventes, ciclovias, zonas de lazer e caminhos. A sistematização da análise para efeitos de manutenção, permite prolongar a vida útil dos pavimentos.

1.1 Objetivos e metodologia da dissertação

Os pavimentos exteriores pedonais em betão são muito utilizados, pelo que será importante estudar em pormenor as anomalias e reparações, desde as diversas fases, projeto, obra e manutenção. Serão aplicadas metodologias para identificação do diagnóstico, das anomalias e o seu processo de reparação, para produzir um relatório preliminar, que funcione como uma ferramenta, para implementar uma estratégia de análise de anomalias e reparação.

As fichas de inspeção, validação e orçamento são as informações que constituem o relatório preliminar, para permitir decidir qual a melhor opção a tomar em cada caso.

O mecanismo de degradação dos pavimentos pedonais em betão permite estabelecer uma relação causal com um número limitado de anomalias, a ser identificado nas fichas de inspeção.

O método da dissertação baseia-se no conhecimento dos materiais e da tecnologia da construção, para permitir a implementação de métodos rigorosos de observação, registo e análise de anomalias e processos patológicos.

Da bibliografia consultada nesta área, salienta-se ((CIB, 1993); (ACE, 1994); (Brito, 2001); (DIAGNOSTICA, 2003); (Cóias T. R., 2003); (PATORREB, 2004); (Silvestre, 2005); (Garcia, 2006); (AQC, 2021)), para padronizar as inspeções e respetivos relatórios, de modo a obter uma base de dados com entradas e saídas claras e diretas.

No capítulo 1 descreve-se de forma sumária, os capítulos da dissertação. No capítulo 2 define-se o estado da arte e uma análise sumária aos pavimentos em betão. No capítulo 3 elabora-se um sistema classificativo de anomalias em betão, que inclui as causas prováveis das diversas anomalias. No capítulo 4 elabora-se um sistema classificativo de ensaios a realizar

in-situ e apresenta-se um sistema classificativo das técnicas de reparação e manutenção aplicáveis aos pavimentos em betão, com ou sem pigmento, as quais permitem, após a identificação das anomalias identificar o processo de reparação. No capítulo 5 apresenta-se a aplicação a casos práticos das fichas de anomalias, diagnóstico e reparação, para validação das anomalias e relatório preliminar. Serão apresentadas figuras de ocorrências por anomalias, causas, diagnóstico e reparações, assim como frequências, nomeadamente índices de anomalias, causas e tipo de esquartelamento. Será apresentado um relatório preliminar tipo, onde se inclui as informações necessárias para uma decisão de manutenção, obra de reparação ou um relatório final com os ensaios recomendados no relatório preliminar. No capítulo 6 são apresentadas as conclusões gerais resultantes da dissertação, resumindo as características principais do trabalho realizado e propondo-se desenvolvimentos futuros.

1.2 Sistema de diagnóstico, análise e reparação de pavimentos exteriores pedonais em betão

O relatório preliminar permite acompanhar e decidir sobre a forma e a urgência das intervenções, assim como observar os fenómenos que afetam a vida útil dos pavimentos, tem como base a monitorização periódica, sendo as intervenções programadas a curto prazo para redução de custos.

A informação resultante das inspeções será processada e analisada assim como a validação contínua do sistema, tendo como base um relatório preliminar de apoio à decisão.

O relatório tipo a elaborar em cada inspeção tem como objetivo a redução da subjetividade de cada técnico, para obter-se dados e resultados fiáveis.

Os valores apresentados para as reparações são valores estimados para Lisboa, de modo a estabelecer uma base de trabalho.

Nesta dissertação inspeciona-se o betão utilizado em estruturas, com ou sem pigmentos, o betão drenante e o betão desativado.

ESTADO DA ARTE DE PAVIMENTOS EM BETÃO

Neste capítulo resume-se o estado da arte aplicado a pavimentos pedonais e ciclovias.

2.1 Introdução

O presente capítulo apresenta um método de classificação de pavimentos externos em betão, os materiais que compõem as diferentes camadas da fundação e o acabamento, bem como o processo de fabrico e possíveis locais de aplicação.

Em comparação com outros sistemas como pavês, calçadas portuguesas e lajetas, os pavimentos em betão proliferam, em parte devido à elevada facilidade de execução deste tipo de pavimentos.

Como principais características do pavimento em betão temos a continuidade, uniformidade, estabilidade e a cor.

Para elaborar um projeto de pavimento pedonal em betão terá que observar-se os regulamentos e normas existentes sobre estradas, calçadas e ciclovias, devido à inexistência de regulamentos específicos nacionais.

O projetista e a entidade contratante devem ter nas suas premissas: o projeto tipo (JAE, 1995) , (PCA - *Transportation Department*, 1984) ou (D.P.T.I., 2015) , garantindo a qualidade dos materiais, a qualidade de execução, o controlo de qualidade, a conservação e um plano de manutenção, como garantia de um correto desempenho do pavimento.

Os pavimentos exteriores são geralmente os últimos trabalhos a executar em obra, pois não devem ser degradados devido ao processo de obra (movimento de terra, passagem de máquinas, veículos pesados, etc.).

Os pavimentos pedonais asseguram que a circulação seja feita com segurança e comodidade para os peões e ciclistas assim como para as crianças e idosos. Estes fatores devem manter-se durante o tempo de vida do pavimento, tendo como objetivo a continuidade das características da superfície como a textura, a qualidade antiderrapante, a cor, a integridade, a regularidade, a ausência de fendilhamento, vegetação parasitária e abatimentos.

Neste tipo de pavimentos existem dois tipos de camadas, as camadas ligadas e as camadas não ligadas, sendo que as camadas não ligadas correspondem ao solo, a britas ou agregados de granulometria extensa e as camadas ligadas correspondem à mistura dos agregados, água e cimento.

Na (figura 2.1) observa-se um exemplo esquemático de um pavimento exterior em betão onde pode-se notar as diversas camadas.

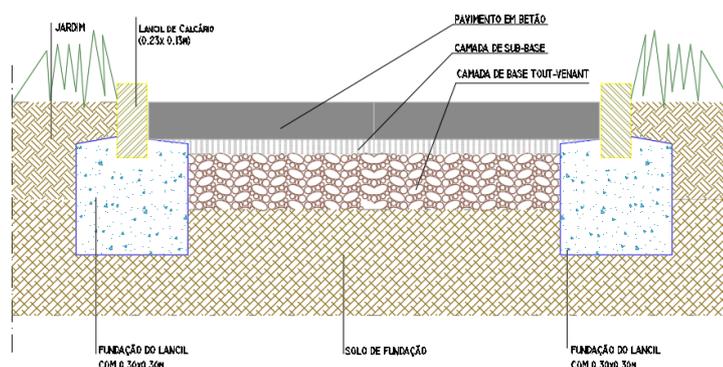


Figura 2.1- Exemplo esquemático de um pavimento exterior em betão

Nos pavimentos rígidos as camadas de betão são constituídas por ligante hidráulico (cimento tipo Portland), uma escolha de agregados e uma mistura de pigmentos para obter a cor final pretendida.

2.2 Exigências aos pavimentos

Os pavimentos exteriores em betão devem satisfazer as exigências estéticas estruturais e funcionais, de forma a garantir um desempenho compatível com o inicialmente previsto. Para sistematização e simplificação, podem agrupar-se, de acordo com (Nascimento, 1985), em exigências de segurança, exigências de durabilidade, exigências de habitabilidade, critérios físicos e critérios económicos.

A diretiva comunitária relativa aos produtos de construção, 89/106/CEE de 21 de dezembro e 93/68/CEE de 22 de julho, transmitiu para o direito nacional pelo

Decreto-lei nº 113/92, de 10 de abril, alterado pelo Decreto-lei nº 4/2007, de 8 de janeiro estabelecem seis exigências essenciais para as obras na construção de edifícios:

- estabilidade (EE1);
- segurança contra riscos de incêndios (EE2);
- higiene, saúde e ambiente (EE3);
- segurança no uso (EE4);
- proteção contra o ruído (EE5);
- economia de energia (EE6).

A boa drenagem da superfície dos pavimentos pretende garantir a segurança e o conforto dos pedestres, pois a existência de poças de água no pavimento causa incômodo e acumulação de lama e sujidades.

Para garantir a durabilidade das grelhas e dos sumidouros deve-se utilizar o metal, no entanto na escolha deve-se optar por superfícies com rugosidade ou as tampas das caixas sejam preenchidas com betão.

Na escolha de juntas de dilatação deve optar-se por uma junta transversal em relação ao movimento de circulação para redução de interferências.

As inclinações transversais dos perfis podem variar tendo como mínimo o valor de 1,5% e um máximo de 3%, em que para os valores mais baixos pode ocorrer acumulação de água, para os valores mais altos pode ocorrer escorregamento. Estes valores devem ser conjugados com a inclinação longitudinal.

A opção por lancis em betão pré-fabricado ou pedra natural, limitam a inserção de viaturas, pelo que são usados para separar a circulação pedestre da viária. A circulação de peões e bicicletas deve ser bem diferenciada da circulação viária, com a utilização de separadores (pilaretes) e de sinalização obrigatória.

A superfície do pavimento em betão utilizado em ciclovias é mais regular e causa menor trepidação na bicicleta do que outras soluções.

Em análise de pavimentos os critérios para a escolha dos pavimentos são: custos, facilidade de execução, durabilidade, integração na envolvente e facilidade de reposição em caso de anomalias.

Em termos de conforto os pavimentos mais adequados são: o betão, com ou sem pigmento, ou betão poroso. A cor mais utilizada é cor vermelha que sinaliza uma forte distinção de cor.

2.3 Tipos de pavimentos em betão

Os pavimentos em betão são aplicados em diversos locais em Portugal e em outros países. A existência de um elevado número de obras permite a comparação de soluções já experimentadas no terreno.

Os pavimentos em betão são pavimentos rígidos, os seus elementos estruturais, incluem: fundação, uma camada base em brita ou A.G.E e uma camada de betão (laje) que desempenha também a função de desgaste. Nestes pavimentos pode não existir uma camada de sub-base que será opção do projeto.

A variedade de cores que podem ser obtidas no betão provém da mistura com inúmeras possibilidades entre o uso de agregados finos, o uso de pigmentos e a tonalidade do cimento.

O agregado fino determina a cor da superfície do betão, enquanto o agregado grosso tem pouca influência na cor. No entanto os pigmentos são a base da cor do betão, sendo que a cor se torna mais intensa e dominante em função do diâmetro das partículas finas.

Na produção de um betão com uma aparência uniforme, a cor é obtida através da cor do cimento que pode ser cinzento, branco ou uma mistura dos dois. O uso do cimento branco apresenta vantagens sobre os resultados obtidos, pois garante a uniformidade da cor na superfície e apresenta uma menor diferença de tonalidade quando sujeita a ações climatéricas. O cimento cinzento é menos dispendioso e tem um comportamento melhor no que respeita à suscetibilidade a sujidades. Existe ainda a opção de mistura dos dois cimentos, sendo que a uniformidade é tanto maior, quanto maior for a percentagem de cimento branco.

No caso do betão desativado em (SECIL, 2021) a superfície é tratada através de processos como o jato de água, retardadores, etc.

Como critérios de seleção dos agregados, temos os requisitos de durabilidade, a reduzida quantidade de impurezas e a forma adequada.

Ao adicionar pigmentos na matriz cimentícia, para a obtenção de cor, alguns aspetos devem ser considerados para se obter a melhor relação qualidade / custo, tais como a qualidade e quantidade do pigmento, as características de descoloração do pigmento, a dosagem e mistura no betão, a escolha dos agregados finos e grossos, a granulometria ótima, a cura (em espaços exteriores o efeito de evaporação da água é elevado quando a temperatura é elevada), a escolha do tipo e cor do cimento, a relação ótima de água/cimento. Devem ser realizados provetes com várias misturas para obtenção do acabamento colorido pretendido.

A introdução de aço numa laje com 10 cm, tem o risco de que o aço sofra corrosão devido a longos períodos expostos ao clima.

A aplicação de fibras é muito simples a comparar com as armaduras de aço, pois são misturadas no betão.

A camada de acabamento ou regularização é a camada visível do pavimento em betão e não deverá apresentar fibras que compõem a estrutura do pavimento. Para impedir este efeito estético das fibras no acabamento, pode-se optar por duas camadas, sendo que a camada de acabamento ou regularização deverá ter uma espessura suficiente para não se observar as fibras.

Em (Vieira, 2016), “Não sendo consideradas um dos constituintes básicos dos betões, as fibras são utilizadas na sua composição para melhor controlar a fissuração, designadamente em pavimentos, reforçando a matriz do betão, que é considerada frágil.”

As fibras podem ser de aço, de vidro, sintéticas (acrílico, carbono, nylon, poliéster, polietileno, polipropileno) ou naturais (coco, juta, bambu, sisal), ver (figura 2.2).

As fibras que se encontram regulamentadas são as de aço, pela NP EN 14889-1 (fibras para betão. Parte 1: Fibras de aços. Definições, especificações e conformidade), e as poliméricas – NP EN 14889-1 (Fibras para betão. Parte 2: Fibras poliméricas. Definições, especificações e conformidade).

Os métodos de ensaio para as caracterizar estão descritos nas diferentes partes da NP EN 14845 (Métodos de ensaio de fibras no betão).



Figura 2.2 - Tipos de fibras (Cimentoitambe, 2021)

Em (Correia, 2013), “As fibras de vidro tipo GRC Premix (previamente cortadas) são introduzidas na amassadura com 3,5 a 4% da amassadura de betão e com um comprimento máximo de 25 mm.”

A trabalhabilidade do betão, com ou sem fibras, é idêntica, no entanto na fase de betonagem/vibração as fibras tendem a orientar-se segundo direções preferenciais e dependem da proximidade da cofragem ou base do pavimento, da intensidade da vibração e da altura de queda do betão.

A normalização para este tipo de pavimentos ainda é escassa e apoiada em normas Portuguesas e Normas Europeias (EN), conseqüentemente assumem preferência em relação à normalização;

- EN 1504 Products and systems for the protection and repair of concrete structures;

- EN 1542 Products and systems for the protection and repair of concrete structures;
- EN 1766 Reference concretes for testing;
- EN 13813 : 2002 - A marca CE, de acordo com o anexo Z.

As normas usadas no contexto nacional encontram-se representadas na (figura 2.3).



Figura 2.3 – Diagrama de normalização estruturas em betão

Para que seja garantida a durabilidade do betão todo o processo deve ser controlado, conforme descrito em (Nunes, 2005).



Figura 2.4 - Constituintes do betão (Nunes, 2005)

Em (Vieira, 2016) - *“Questionando o que é um bom betão, identificam-se dois critérios: o betão deve responder satisfatoriamente, por um lado, aos requisitos da amassadura, do transporte e da colocação durante o estado fresco e, por outro, às solicitações no estado endurecido.”*

O estudo geológico/geotécnico é um dos fatores condicionantes para a durabilidade do sistema do pavimento, pois permite obter as características do solo fidedignas para que o projetista possa escolher as opções de pavimentação.

Os trabalhos de limpeza do terreno e as escavações e aterros deve ser objeto de controlo de qualidade.

O nível freático poderá ter variações relevantes atendendo à sazonalidade e assim causar assentamentos entre outras anomalias devido à expansibilidade do solo. Assim pondera-se recorrer a técnicas de melhoramento do solo.



Figura 2.5 - Base de pavimento em A.G.E compactada com cilindro - Bucelas

A Norma NP EN 1008 de 2003 - (Água de amassadura para betão: Especificações para amostragem, ensaio e avaliação da aptidão da água, incluindo água recuperada nos processos da indústria do betão pronto, para o fabrico do betão).

O agregado deve obedecer aos requisitos da norma NP EN 12620 de 2003 e à especificação LNEC E454, relativamente às suas características, condições de fornecimento e armazenagem.

O objetivo da introdução de aditivos no betão é melhorar algumas propriedades, como aumentar a trabalhabilidade, acelerar ou retardar a presa, conferir maior resistência ao ciclo gelo/degelo, permitir a redução da dosagem de água, aumentar a impermeabilidade, as resistências mecânicas e assegurar uma cor uniforme e facilmente reproduzível. A quantidade de adjuvantes adicionados ao betão é inferior a 5% do peso em cimento.

A Norma NP EN 934-2 de 2003 descreve as principais características dos adjuvantes referidos; plastificantes, superplastificantes, introdutres de ar, retardadores de presa, aceleradores de presa, acelerador do endurecimento, hidrófugos de massa e de superfície, pigmentos, fungicidas, polímeros orgânicos.

O betão fabricado em centrais certificadas conforme (figura 2.6 e 2.7), garante a dosagem pretendida dos diversos materiais e as características do projeto, pelo que não é aconselhável a sua produção em obra através de betoneiras ou autobetoneiras.

Para que o betão não apresente vazios a máxima dimensão dos agregados deve permitir o preenchimento fácil e completo das áreas a preencher.



Figura 2.6 - Agregados a aplicar na mistura
(Pavibetão, 2021)



Figura 2.7 - Central de mistura com camião
(Pavibetão, 2021)

O tempo de transporte deve ser curto, para que o betão tenha as características exigidas, ao ser recebido em obra. Quando o betão é recebido em obra e antes de aplicar é feito o teste do “slump”, conforme (figura 2.9), é fundamental no controlo do excesso de água na dosagem.

Desde a saída da central até à obra não deve ultrapassar os 30 minutos e não é permitida a adição de água, após a amassadura. A temperatura ambiente e a humidade são fatores

relevantes na receção do betão, assim como a colocação no local exato através de sistema de balde/grua ver (figura 2.8) ou por bombagem.



Figura 2.8 - Camião de transporte descarga para balde, transportado por grua até ao local de aplicação (Concremix, 2021)



Figura 2.9 - Teste de “slump”, para receção de betões em obra (Concremix, 2021)

O betão deve ser compactado e a base deve estar humedecida ou ter um filme plástico, ver (figura 2.10 e 2.11), para reduzir a absorção de água.



Figura 2.10 - Execução de camada base de betão - Loures

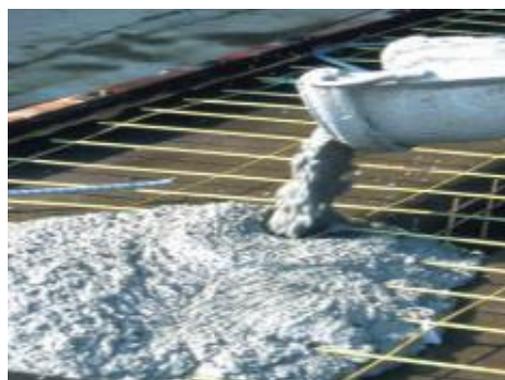


Figura 2.11 - Execução de pavimento com betão branco (BASF, 2021)

O fornecimento de betão com apoio de autobomba, tem um rendimento de 12 a 200 m³/hora, a composição do betão para bombar terá que ser a adequada. Também é corrente o uso de “balde” com cerca de 1 m³ quando existe grua em obra. As condições climáticas devem ser observadas com antecedência para a requisição do betão, pois poderá ser necessário colocar uma proteção contra a radiação solar, vento forte, congelação, água, chuva e neve.

No processo de cura do betão pode ser necessário cobrir a superfície de betão com membrana impermeável, ou colocação de coberturas húmidas, de modo a manter a humidade

na superfície do betão. Numa camada de betão de elevada espessura poderá recorrer-se à pulverização da superfície com um produto filmogénico. O acabamento será o pretendido, conforme projeto pelo que apresenta-se algumas soluções nas (figuras 2.12 até 2.19).



Figura 2.12 - Acabamento com talocha mecânica, liso - (Infociments, 2021)



Figura 2.13 - Sistema de acabamento rugoso com passagem do tipo helicóptero - (Infociments, 2021)



Figura 2.14 - Passagem de Régua - (Infociments, 2021)



Figura 2.15 - Sistema mecânico de película para a cura do betão, redução da fissuração- (BASF, 2021)



Figura 2.16 - Controlo da humidade no betão através da introdução de água (BASF, 2021)



Figura 2.17 - Rolo de nivelamento de betão fresco (CRMCA, 2021)



Figura 2.18 - Aplicação de tela para controlo de humidade, (CRMCA, 2021)



Figura 2.19 - Acabamento escovado, (CRMCA, 2021)

As juntas serão executadas de acordo com um plano de esquarteamento, com a utilização de um disco de corte (figura 2.20) ou juntas de betonagem (figura 2.21).

As máquinas (figura 2.22 e 2.23) são aplicadas a betão seco ou após aplicação.



Figura.2.20 - Esquarteamento após presa, para criar juntas de dilatação executada com máquina de disco - Loures



Figura 2.21 - Junta de betonagem com diferentes cores - Bucelas



Figura 2.22 - Máquina de esquarteamento em pavimento rígido seco - (Drillbor, 2021)



Figura 2.23 - Pormenor de máquina de execução de juntas em betão fresco - (CRMCA, 2021)

2.3.1 Pavimento em betão com cor

O cimento mais usado na construção civil é o Portland na cor cinzento, que também apresenta pequenas variações de cor de fábrica para fábrica.

O cimento branco que é utilizado no betão tem uma utilização na construção civil mais cuidada devido à cor e à necessidade de manter o branco, que pela ação de diversos agentes pode apresentar manchas, para além das patologias correntes. Este betão aplicado em praças e parques causa um efeito arquitetónico apreciável, no entanto a falta de ações de manutenção e limpeza e reduz o efeito visual e potencia patologias.

Na formulação do betão a mistura para obtenção da cor conforme norma EN 12878 permite até 10% de pigmento. No mercado existem diversos pigmentos certificados para a construção que devem obedecer as características mínimas para a sua correta utilização na mistura do betão.

Os pigmentos em óxidos já eram utilizados nas cavernas pré-históricas, pelo que se conhece a sua durabilidade. Um pigmento é uma matéria insolúvel ao meio onde é aplicado, evitando desta forma a lavagem por ação da chuva, deve resistir às intempéries, a alcalinidade, a variações de PH, a variações de temperatura e lixiviação por água e estabilidade aos ciclos gelo-desgelo.

A escolha na utilização de pigmentos deverá ser pelos pigmentos certificados inorgânicos, tendo como origem China, Espanha, Alemanha, USA, entre outros.

Em (Coutinho & Gonçalves, 1994), "Os Pigmentos, a cor normal do cimento é o cinzento devido à presença de óxido de ferro. Para se obter o branco é necessário que as matérias-primas não incluam este composto. A cor do betão ou das argamassas pode ser alterada pela adição de pigmentos, pós de cor determinada, muito finos, de uma substância inerte para o betão. O resíduo do pigmento no peneiro de 44 μm não deve exceder 5 a 10%, predominando as partículas com 0,1 a 1 μm . A cor preta é difícil de obter. Para isso tem de se adicionar bióxido de manganésio ou negro de fumo. O primeiro não dá verdadeira cor negra, pois conduz a um cinzento-escuro. Com o negro de fumo obtém-se uma cor mais escura. Mas como a sua proporção tem de ser elevada a resistência do betão diminui. O vermelho é obtido com o sesquióxido de ferro ou óxido vermelho de ferro, e o amarelo com ocre, uma mistura de óxido vermelho com o hidróxido de ferro. Com misturas de sesquióxido de ferro e de bióxido de manganésio obtém-se o castanho. Os óxidos de crómio produzem amarelo, verde e azul: esta última cor pode ser obtida com o azul ultramarino (silicato complexo de sódio e de alumínio, com enxofre combinado) e com azul de cobalto. O azul ultramarino tende a desaparecer com o tempo pois a tendência a combinar-se com o hidróxido de cálcio; os sais de cobalto são mais permanentes, mas também mais caros. Com o óxido de titânio obtém-se o branco, e a ftalocianina dá origem ao verde ou azul".

De acordo com (Piovesan, 2009), o teor de adição e o tipo de pigmento não exercem influência significativa sobre a durabilidade do betão.

De acordo com (Sika, 2021), as utilizações dos pigmentos a introduzir no betão resistentes ao desgaste ou em argamassas para refeito de juntas, as características apresentadas dos pigmentos à base de óxidos minerais de ferro, modificados industrialmente, apresentam boa resistência aos raios UV e a não alteram do tempo de presa da argamassa assim como a compatibilidade com outros produtos.

De acordo com (TOPECA, 2021), (figura 2.24), não se deve exceder em mais de 10% de pigmento relativamente ao peso do cimento (ponto de saturação a partir do qual o aumento da tonalidade por unidade de corante adicionado é quase nula).

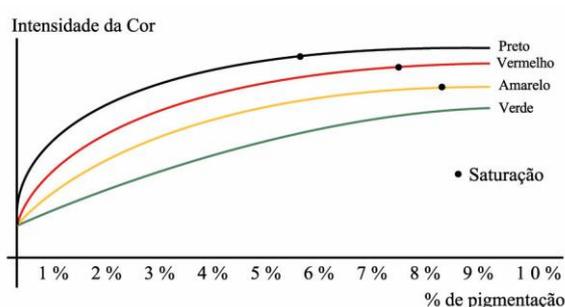


Figura 2.24 – Relação entre intensidade de cor e % de pigmento, (TOPECA, 2021)



Figura 2.25 – A diferença de tonalidade resultante do emprego de cimento cinzento / branco

Na (figura 2.25) observa-se a diferença de tonalidade resultante do emprego de cimento cinzento (à esquerda) e de cimento branco (à direita) com a mesma percentagem de pigmento (3%). Catálogo de pigmentos inorgânicos da (BAYFERROX, 2021).

Dos pigmentos existentes no mercado salienta-se as cores apresentadas na (figura 2.26).



Figura 2.26 – Pigmentos inorgânicos (TOPECA, 2021)

O agregado influencia a cor final. Se as areias vêm acompanhadas de grandes quantidades de finos e se estes são brancos tendem a absorver mais pigmento. Se os finos são de uma determinada tonalidade variará à tonalidade do mesmo. As areias de maior dimensão podem, ao longo do tempo, quebrar por erosão a capa superficial do cimento pigmentado e se são de cor diferente, podem distorcer a tonalidade original. A intensidade da cor verifica-se após a secagem do betão.

Ao misturar o betão deve-se prestar atenção ao tempo necessário para que o pigmento fique completamente disperso, sendo a mistura efetuada preferencialmente em central de betão. A introdução deve ter a seguinte ordem; em primeiro lugar as areias e pigmentos, depois a água e por fim o ligante que é o cimento.

2.4 Conceção de pavimentos pedonais em betão

O pavimento em betão visa garantir a uniformidade da circulação e a estabilidade das condições dos caminhos e ciclovias durante a sua vida útil, e demonstrar capacidade de resistir às ações de manutenção ou acidentes, bem como à circulação de ambulâncias e máquinas de limpeza.

O pavimento pedonal em betão é um pavimento do tipo rígido, constituído habitualmente por uma única camada ligada com cimento Portland com espessura superior a 10 cm e que funciona como camada de desgaste e de base. Designa-se de rígido porque a elevada rigidez do betão conduz a reduzidas deformações quando carregado pelo tráfego. No caso de uma via pedonal ou ciclável as cargas habituais são muito baixas e, em geral, apenas se prevê a passagem ocasional de veículos de manutenção (ligeiros e pesados) e de veículos de emergência. Devido aos fenómenos de retração inicial do betão e da ação da temperatura, para betão simples, com armadura de aço ou fibras é necessário criar juntas transversais e longitudinais. As juntas devem impedir a entrada de água para a fundação, com a aplicação de material adequado.

A camada de sub-base é constituída por material granular, e em alguns casos específicos poderá aplicar-se betão pobre ou solo-cimento dependendo do perfil tipo e dos solos naturais. A fundação deve ser projetada tendo em consideração o relatório geológico/geotécnico, com principal observação das características físicas e mecânicas e da relação água solo.

2.4.1 Funções da fundação e das camadas de um pavimento

Na (tabela 2.1) apresentam-se as funções da fundação de um pavimento, constituída pelo solo natural e eventualmente melhorado com o leito de pavimento e os respetivos mecanismos de degradação.

Tabela 2.1 – Função e mecanismo de degradação da fundação de um pavimento, em (Azevedo, 2009)

| Fundação do pavimento | Função | Mecanismos de degradação |
|-----------------------|---|---|
| Terreno da fundação | Suporte do pavimento As características condicionam o dimensionamento | Deformação permanente excessiva Rotura dos taludes de aterro |
| Leito do pavimento | Evitar deformação do solo Homogeneidade das características mecânicas da fundação Plataforma construtiva Possibilidade de compactação das camadas sobrejacentes em adequadas condições | Deformação permanente excessiva |

Na (tabela 2.2) apresenta-se as funções das camadas de um pavimento e respetivo mecanismo de degradação.

Tabela 2.2 - Função e mecanismo de degradação das camadas de um pavimento, em (Azevedo, 2009)

| Camadas do pavimento | Função | Mecanismos de degradação |
|----------------------|--|---|
| Sub-Base | Proteger durante a fase construtiva as camadas inferiores Proteger a base da subida de água capilar Drenagem interna do pavimento Camada estrutural Resistência à erosão | Deformação permanente excessiva |
| Base | Camada estrutural Degradação das cargas induzidas pelo tráfego | Deformação permanente excessiva (materiais não tratados) Fendilhamento por fadiga (materiais tratados com ligantes) Fendilhamento térmico (materiais tratados com ligantes hidráulicos) |
| Laje em betão | Adequada circulação dos pedestres com conforto e segurança Drenagem ou impermeabilização Distribuição das tensões induzidas | Desgaste provocado pelas condições climáticas Deformação permanente em condições excessivas de temperatura - Fendilhamento por ascensão das fendas das camadas subjacentes - Fendilhamento por fadiga devida a uma má aderência à camada subjacente - Fendilhamento térmico |

Na tabela 2.3 apresenta-se as propriedades mecânicas mais importantes das camadas que constituem o perfil de um pavimento em betão.

Tabela 2.3 - Propriedades mecânicas mais importantes, em (Azevedo, 2009)

| Camadas do pavimento | Propriedades mecânicas mais importantes | Processos de melhoria |
|----------------------|---|---|
| Granular | Módulo de deformabilidade Resistência à deformação permanente | Compactação Tratamento <i>in situ</i> Tratamento em central |
| Com ligante | Módulo de deformabilidade ou rigidez Resistência à deformação permanente Resistência à fadiga | Compactação Adequada formulação |

Na figura 2.27 apresenta-se um esquarteamento tipo com juntas longitudinais e transversais.

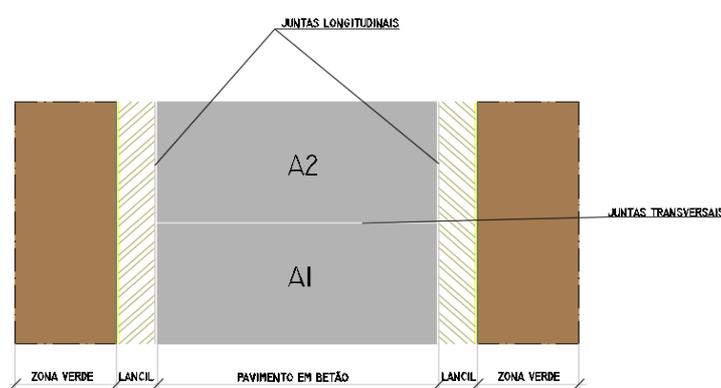


Figura 2.27 – Planta de esquarteamento

2.4.2 Generalidades sobre dimensionamento de pavimentos

Para o dimensionamento de pavimentos em betão existem vários métodos, conforme definição do InIR (Azevedo, 2009), classificados como empíricos, racionais e receita. Nos pavimentos pedonais de betão é somente admissível a circulação esporádica de ambulâncias e veículos de manutenção, uma situação muito diferente dos pavimentos rodoviários. Caso seja realizada uma análise mecanicista da estrutura poderá ser considerado o eixo padrão de 80kN, contudo correspondendo a um reduzido número de passagens no período em análise. As características mecânicas dos materiais das camadas e da respetiva fundação devem ser definidos em função das características de composição dos materiais, das condições climáticas da região e do modelo estrutural do pavimento. Os métodos com análise estrutural incluem colocar materiais com espessuras mínimas e verificar-se que a estrutura do pavimento atende aos padrões de projeto (número de passagens do eixo-padrão), por meio de processos iterativos.

De acordo com (Delatte, 2014) é descrito que o projetista poderá optar por calcular um pavimento rígido construído por betão com cimento Portland através de diversos sistemas de

cálculo e programas comerciais. A espessura e a flexão assim como as tensões e deformações devem obedecer a regulamentação e níveis de segurança aplicáveis a cada projeto.

A análise da fadiga tem como base as tensões máximas previsíveis (tensão equivalente) para o bordo longitudinal, junto à berma, porque dependendo do tipo de perfil do projeto o nível de tensão é maior no caso da não existência de um lancil a limitar o perfil do pavimento do que nos casos onde existe o lancil e a fundação do lancil.

De acordo com *(Branco, Pereira & Santos, 2006)*, a erosão ocorre nos bordos longitudinais e transversais, pelo que as juntas podem ter ou não barras de transferências de cargas e serem ou não impermeabilizadas. O fator desgaste ou erosão também é função do módulo de reação global e da espessura da laje de betão. As bermas e transferências de cargas nas juntas também a divisão do número de repetições previstas pelas repetições admissíveis deverá ser inferior a 100%, conforme *(PCA - Transportation Department, 1984)*.

A erosão pretende evidenciar a ocorrência de outras deficiências que o pavimento rígido pode apresentar devido a perda ou deslocação de material erodido na camada de apoio das lajes, fenómeno causado pela ação da água e do tráfego, conjugada com a perda de impermeabilização das juntas. A extensão de erosão terá que ser equacionada dependendo do tipo de solo da fundação pelo que valores para este parâmetro terão de ser obtidos ao nível experimental e com base em relatório geológico/geotécnico.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 349-C/83 - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, Artigo 102.º - Espessura mínima, Ponto 1, informa que a espessura das lajes maciças não deve ser inferior aos valores de 7 cm, no caso de lajes submetidas principalmente a cargas distribuídas e 10 cm, no caso de lajes submetidas a cargas concentradas relativamente importantes.

Já *(Czarnecki & Poon, 2017)*, propõe pavimento com 12,5 cm para a camada de betão reforçado com fibras, em uma base granular de 10 cm. A adição de fibras à mistura de betão reduziu a espessura ideal do betão de 15 cm para 12,5 cm, com um risco comparável de fendilhamento sob carregamento.

Como valores indicativos segundo a norma NP EN 206-1, aplicada a pavimento em betão, sugere-se a classe de resistência à compressão: C20/25, as restantes características do betão dependem do local a aplicar.

O conhecimento do tipo de solos e suas propriedades assim como a reação às cargas aplicadas é condicionante essencial, e conhecer a reação à água dos solos principalmente se forem expansivos. Nas terraplenagens as exigências e tipos de processos a aplicar na execução de aterros ou escavações podem variar consoante o local, em especial no caso dos aterros, em função da sua qualidade e eventual tipo de tratamento aplicado aos solos. Os solos podem ser

de diversos tipos sendo, aconselhável para utilização em fundações de pavimentos exteriores possuir teores em água ótimo entre 0,8 e 1,2 W_{opm} para solos incoerentes e entre 0,7 e 1,4 W_{opm} para solos coerentes (Fernandes, 2019). Nos aterros as aplicações dos agregados devem ser realizadas com material pétreo de boa qualidade e com dimensões conforme projeto.

2.4.3 Método PCA

O método (PCA - *Transportation Department, 1984*) foi desenvolvido pela Portland Cement Association dos EUA para dimensionamento de pavimentos rígidos e tem como base experiências *in situ* para condições variadas de carregamento, perfil tipo, processo construtivo e manutenção.

Este método considera como modelo estrutural a teoria de Westergaard e apresenta-se sob a forma de ábacos, em que é avaliado o dano relativo à fadiga da laje de betão, e a erosão dos bordos e das juntas (critérios de falha).

Este método considera a existência ou não de barras de transferência de carga nas juntas, a que corresponde diferentes graus de transferência de carga nas juntas, e a existência de berma em betão ou lancil. O objetivo de se considerar a berma é a redução de tensões e deslocamentos verticais do pavimento e reduzir a penetração de água.

A sequência de dimensionamento é a seguinte:

- 1 - Seleção do tipo de pavimento em betão (com ou sem juntas, com ou sem barras de transferência);
- 2 - Cargas e frequência do eixo tipo, adaptado a caminhos pedestres e ciclovias;
- 3 - Período de dimensionamento, para estradas cerca de 20 anos;
- 4 - Laje de betão (cálculo da resistência à flexão do betão com base na resistência à compressão do betão aos 28 dias de cura);
- 5 - Cálculo das camadas não ligadas;
 - Ensaio CBR e Módulo de Reação,
 - CBR ,
 - k coeficiente de recalque ou módulo de reação.
- 6 - Obtenção de valores e tipos de eixo que o pavimento vai suportar e o fator de segurança;
 - Lei da fadiga;
 - Lei de Miner (número de passagens causa um dano acumulado),
 - ábaco para análise à fadiga,
 - resultado número admissível de repetições de carga.
 - Lei da erosão;
 - deformações verticais no canto do pavimento,

- ábaco para análise à erosão,
- resultado número admissível de repetições de carga.

Com estes dados aplicados aos ábacos e para uma carga de 100 Kg o resultado mínimo é de cerca de 10 cm (4") para a camada de betão.

Os ábacos não são aqui reproduzidos podendo ser consultados no método (*PCA - Transportation Department, 1984*).

2.4.4 Método D.P.T.I.

O Estado da Austrália do Sul, Departamento de Planeamento, Transporte e Infraestrutura (D.P.T.I.), Divisão de Segurança e Serviço desenvolveu um guia para o projeto de pavimento e construção e manutenção de ciclovias que se apresenta aqui de forma resumida.

O processo de cálculo em (*D.P.T.I., 2015*) para projetos de pavimentos em betão para utilização pedonal ou ciclovia, considera:

- 1 - Determinar as camadas do projeto e o CBR - inicia-se por caracterizar a resistência do solo em fraca, moderada ou alta;
- 2 - Selecionar a resistência do solo;
- 3 - Selecionar o pavimento em betão;
- 4 - Configurar o pavimento;
- 5 - Estimar o tráfego e os veículos de manutenção ou acidentes e a circulação pedonal ou utilização como ciclovia;
- 6 - Selecionar o tráfego eixo padrão e comparar com as dimensões mínimas recomendadas;
- 7 - Considerar os materiais, opções económicas, disponibilidade dos materiais e a estética;
- 8 - Definição do perfil do pavimento pedonal ou de ciclovia.

- **CBR da camada de fundação**

A rigidez da camada é definida pela determinação do CBR do solo natural, variando o de 2% a 15% para solos fracos a muito fortes. Na análise mecânica propõe-se que as camadas sejam caracterizadas pelo módulo de deformabilidade (E_f), obtido da relação empírica simples entre CBR e módulo:

$$E_f \text{ (MPa)} = 10 \times \text{CBR.} \quad (1)$$

Ao escolher uma classe de resistência do solo com o CBR, o objetivo é especificar um valor que melhor represente as condições de suporte do pavimento pedonal ou ciclovia durante a sua vida útil. A escolha do pavimento deve ter como base: a previsão de alterações

na resistência do solo devido à eficácia da drenagem do pavimento e das camadas de suporte. Os solos expansivos em fundações devem ter um tratamento, nomeadamente, as argilas volumetricamente instáveis, com características de reatividade baixa, média, alta ou muito alta. O requisito mínimo de compactação da camada granular é 95%.

- **Tráfego**

Em (D.P.T.I., 2015) para o cálculo da carga de tráfego de pedestres e bicicletas é admitido 100 kg. Relativo ao tráfego pesado, define como valor mínimo para um projeto de 20 anos 1040 repetições (20 anos x 52 semanas x 1 veículo/semana), correspondendo a 3120 repetições do eixo padrão de 130 kN (fator de agressividade 3).

- **Dimensão mínima**

Na (tabela 2.4) são apresentadas as dimensões mínimas da estrutura de um pavimento pedonal ou ciclovia contendo um pavimento em betão e uma base e sub-base granular.

Tabela 2.4 - Projetos mínimos para caminhos pedestres e ciclovias em betão adaptado de (D.P.T.I., 2015)

| Resistência do solo | Camadas |
|---------------------|--|
| (2% < CBR < 10%) | 100 mm betão (C20/25) 50 mm Dimensão agregado 3/20 150mm espessura total |

- **Vida útil**

Em (D.P.T.I., 2015) para projeto de pavimentos rígidos, recomenda-se um período de vida útil de 40 anos. Na (tabela 2.5) apresenta-se valores como hipóteses. Como comparação, no MACOPAV (JAE, 1995) o período é de 20 a 30 anos podendo ir a 40 anos com uma análise de custos.

Tabela 2.5 - Análise do Life Cycle Cost. em (D.P.T.I., 2015)

| Análise do Life Cycle Cost | | |
|--|---------------------------|---|
| Opção | Tempo de vida útil (anos) | Necessidade de reparações (anos) |
| 10 cm betão, sem base de A.G.E | 40 | 15 |
| 12,5 cm Betão com microfibras e 15 cm de base de A.G.E | ~50 | 35 |
| 15 cm Betão com 15 cm base de A.G.E | >50 | 45 (50 quando se utiliza fibras no betão) |

- **Ambiental e envolvente**

A drenagem é fundamental para o projeto de caminhos pedestres e ciclovias. A pendente mínima transversal da camada de betão é de 1,5%, poderá existir necessidade de drenagem dos solos, em caso de níveis freáticos elevados.

A vegetação pode causar anomalias no pavimento, nomeadamente, as árvores podem causar deformação e fendilhamento na camada de betão. Deve considerar-se a construção de uma barreira nas raízes das árvores ou um reforço na laje de betão.

2.5 Juntas

As juntas, são a causa de diversas anomalias nos pavimentos em betão, pelo que devem ser equacionadas nas fases de projeto, construção e manutenção. O incorreto funcionamento das juntas é causa de perdas económicas e de acidentes com quedas de nível de pedestres.

As juntas deficientemente projetadas tem origem na falta de observação de todos os materiais intervenientes e suas características.

Quando no projeto de execução não são fornecidas indicações sobre as juntas, o esquartelamento do pavimento em betão é opção do empreiteiro / fornecedor.

2.5.1 Condicionantes das juntas em pavimento de betão

O dimensionamento das juntas deve permitir movimentos de retração e dilatação do pavimento, causados por variações de temperatura no betão e de humidade nos solos.

De acordo com (*Rodrigues, 1999*), no plano de esquartelamento serão projetadas juntas nas extremidades, a meio e ligações com outros elementos. A anomalia mais gravosa, é a existencia de significativa de cota entre as arestas da junta.

As juntas permitem isolar o pavimento em betão dos restantes pavimentos e lancis. A resistência à tração é cerca de um décimo da resistência à compressão no betão, assim obstáculos ao livre movimento do pavimento introduzem tensões de tração no betão superiores à sua tensão resistente, ocorrendo assim fendilhamento/fissuração, iniciando um processo de patologias no pavimento em betão.

O projetista de um pavimento em betão deve contemplar nos elementos escritos como memória descritiva e condições técnicas especiais as descrições e formulação da mistura de betão assim como a escolha de pigmentos, deve fornecer também pormenores construtivos de juntas e de ligação com lancis e outros elementos, plano de esquartelamento e um plano de manutenção.

O fendilhamento devido à retração, deve ser observado nas opções em fase de projeto em (A. de Sousa Coutinho, 1994), "a retração do betão é um fenómeno influenciado por diversos fatores, podendo ser enumerados, pelo seu grau de influência, da seguinte forma: dimensões da peça de betão; razão água-ligante; dosagem de cimento; natureza e granulometria dos agregados; duração do período inicial de cura; humidade do meio-ambiente; composição do cimento".

Em termos de trabalhabilidade do betão e do uso de aditivos, deve haver uma relação água / cimento para garantir hidratação suficiente do cimento.

Sendo que o pavimento em betão será utilizado no exterior, as permutas de água/ar no betão, será condicionada pelo estado do tempo (chuva, vento, humidade e temperatura).

A espessura do pavimento em betão determina as trocas de água com o exterior, assim como a humidade do ar, aumentando com a espessura da camada em betão.

O fendilhamento, devido à variação da temperatura e humidade, tem como causa as mudanças de humidade e a temperatura. Nas superfícies superior e inferior do pavimento existe um considerável gradiente de temperatura, o que leva a diferentes movimentos do pavimento em betão. Dependendo da temperatura, isso pode fazer com que o pavimento suba ou baixe na zona das juntas dependendo das condições climatéricas.

De acordo com (Williamson, 2003), a ocorrência de "curling" aumenta com a diminuição da espessura do pavimento em betão, com o aumento da distância entre juntas de controlo do fendilhamento, com a redução das juntas e com a cura do betão incorreta.

Para controlar o fendilhamento, no pavimento em betão, a dimensão entre juntas deve ser a combinação mais desfavorável, considerando a variação de temperatura, como a principal ação no pavimento.

2.5.2 Tipos de juntas e seus processos construtivos

Num pavimento em betão podem existir os seguintes tipos de juntas; juntas de construção, juntas de dilatação e juntas de controlo de fissuração.

O objetivo das juntas é o controlo do fendilhamento, da retração do betão, do ambiente envolvente ou das mudanças de temperatura e humidade.

- **Juntas de construção**

Este tipo de juntas é muito comum devido à grande quantidade de betão para a execução deste tipo de pavimento e das condicionantes da entrega do betão, assim como da sua aplicação, pois não é possível a aplicação contínua do betão. Esta junta é limitada por uma cofragem, sendo removida quando se procede a nova betonagem.

- **Juntas de dilatação**

Como a maior parte da retração já ocorreu após 90 dias, dependendo de vários fatores, as juntas, entre painéis, devem ser limpas, para impedir a colmatação.

A dimensão das juntas varia normalmente entre 5 e 10 mm. O espaço da junta não deve ser preenchido e deve ser mantido limpo para que a junta tenha a função para a qual foi executada ou projetada. As juntas podem apresentar um perfil de corte parcial ou total.

Existe no entanto em alguns casos a aplicação de silicone para impedir a circulação de água para as camadas inferiores, principalmente quando o solo é expansivo.

- **Juntas de controlo da fissuração**

A execução deste tipo de juntas é efetuada após existir consistência no betão, com um disco de corte, segundo um plano de esquartelamento.

A introdução de fibras com o objetivo de controlar as juntas de fissuração, deve ser observada com análise a provetes de betão garantindo assim a durabilidade do pavimento. No entanto, é difícil de garantir as deformações por retração, pelo que a necessidade de existência deste tipo de juntas pode verificar-se no período de vida útil do pavimento em betão.

Das diversas obras observadas os critérios vão desde juntas de 3 metros até 10 metros.

O processo construtivo de uma junta de controlo de fissuração é realizado com recurso a equipamento mecânico, com a serragem do perfil do pavimento. Quando o pavimento tiver resistência suficiente, deve ser realizado imediatamente.

A tipificação da junta inclui a realização de um corte transversal, a profundidade deverá ser no máximo 1/3 da espessura do pavimento em betão.

Estas juntas permitem a deformação da laje em todas as direções do seu plano, tendo como função adsorver pequenos movimentos do pavimento.

Em algumas obras foi introduzido um perfil em plástico a cerca de 1/3 do perfil da camada de betão, com o objetivo, de não execução de junta com recurso a serra de corte.

- **Traçado geométrico das juntas**

A execução de um plano de esquartelamento, que consiste num desenho ou parte de um desenho, onde se introduz os dados do esquartelamento para a obra, sendo que a sua inexistência é uma das causas de anomalias.

No traçado geométrico das juntas e sua dimensão deve-se considerar o perfil tipo de pavimento, com as diversas camadas como a base e sub-base e leito do pavimento.

Como base de cálculo recomenda-se que a distância entre juntas não deve ir além de 5 m lineares, sendo adaptado a caminhos ou praças.

A existência de singularidades no pavimento afeta o traçado das juntas, como exemplo: as caixas de pavimento, poste de iluminação, mudanças de pavimento e lancil.

As singularidades devem ter soluções em conformidade com a rigidez que impõem nas diversas camadas do pavimento, ou optar por criar uma nova junta que isole o movimento existente.

Recomenda-se atender aos seguintes pontos:

- O pavimento em betão deve trabalhar de forma isolada das estruturas ou singularidades.

- Na existência de interceção dos alinhamentos dos vários tipos de juntas deve ser sempre efetuada com um ângulo igual ou superior a 90°. Em curva deve optar-se por um ângulo de 90°;

- O traçado das juntas deve contemplar a realização de painéis do pavimento com uma relação ideal entre lados de 1:1, podendo esta relação ir até um máximo de 1:1.5 (ACE, 1994) com um limite de 5 metros lineares;

- No caso de painéis em forma de L ou T deve-se evitar a criação de cantos internos no pavimento (ACE, 1994). Na presença de um canto interno no pavimento deve-se alinhar a junta com canto;

- A localização de uma junta de construção está dependente de vários aspetos, tais como o traçado de outras juntas.

2.6 Custos associados

Tendo em conta a estimativa de consumo dos diferentes tipos de pavimentos externos e a informação recolhida junto de empreiteiros, foi observado o valor de custo aproximado de cada solução. Os valores na (Tabela 2.6) incluem custos de fornecimento e aplicação. No entanto os valores são para a região de Lisboa, podendo existir variações dependendo dos locais a executar da pavimentação e dos equipamentos a aplicar caso a caso.

Tabela 2.6 - Consumos e preços estimados para os pavimentos em betão

| Artigo | Designação | Un. | Betão C20/25 cinzento - Preço unitário | Betão C20/25 Branco - Preço unitário | Betão C20/25 com pigmento - Preço unitário |
|---------|---|----------------|--|--------------------------------------|--|
| 1 | LEITO DO PAVIMENTO | | | | |
| | Incluindo tratamento ou fornecimento, e colocação dos materiais: (espessuras das camadas, após compactação) | | | | |
| 1.1 | Em aterros de solos / escavação | | | | |
| | Em solos "selecionados": | | | | |
| 1.1.1 | Com 0,30 m de espessura. | m ² | 4,50 € | 4,50 € | 4,50 € |
| 2 | PAVIMENTAÇÃO | | | | |
| 2.1 | Camadas Granulares: | | | | |
| 2.1.1 | Camada de sub-base: | | | | |
| | Agregado britado de granulometria extensa: | | | | |
| 2.1.1.1 | Com 0,20 m de espessura. | m ² | 4,25 € | 4,25 € | 4,25 € |
| 2.1.2 | Camada de base: | | | | |
| | Agregado britado de granulometria extensa: | | | | |
| 2.1.2.1 | Com 0,20 m de espessura. | m ² | 4,25 € | 4,25 € | 4,25 € |
| 2.2 | Camada de desgaste/acabamento: | | | | |
| 2.2.1 | Em betão C20/25 com 0,10 m de espessura. | m ² | 12,00 € | 37,00 € | 22,00 € |
| | Total / m² | | 25,00 € | 50,00 € | 35,00 € |

Os preços da (tabela 2.6) foram calculados em março de 2022.

No caso de adição de fibras a variação de preço adicional será de 0,7 € a 8,34 € por m³, que corresponde a fibras de polipropileno mais baratas a fibras de aço inox mais caras.

2.7 Conclusão

No pavimento exterior em betão a reparação de anomalias poderá ser onerosa, portanto o processo de execução dos pavimentos deve ser o mais eficiente possível para eliminar o aparecimento das anomalias descritas no capítulo seguinte.

Neste capítulo, são apresentados os principais requisitos que devem ser atendidos durante a etapa de prescrição e durante a própria aplicação, bem como alguns aspetos relacionados com a utilização e manutenção dos pavimentos em betão.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

ANOMALIAS EM PAVIMENTOS PEDONAIS DE BETÃO

De todas as anomalias existentes no betão, considerou-se as que se adaptam a pavimentos pedonais e ciclovias.

3.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é determinar as anomalias do pavimento em betão e suas causas por meio de um método sistematizado. As anomalias em pavimentos exteriores em betão têm como base as anomalias ocorridas em vias de comunicação, adaptado a um sistema de circulação pedonal ou ciclovia.

Na pesquisa bibliográfica foram observados outros sistemas classificativos, pelo que a escolha das anomalias e causas tem como base trabalhos anteriores adaptados ao estudo do betão conforme bibliografia, com a ponderação e respetiva adaptação a pavimentos exteriores pedonais em betão.

Este capítulo descreve as anomalias e as suas causas. No apêndice 1 podem-se observar tanto as fichas tipo por anomalia, como as informações necessárias para identificá-las.

Com a inspeção visual do pavimento pode-se identificar vários processos de degradação, visíveis e tipificados. Dependendo das anomalias pode estar condicionada a vida útil do pavimento pelo que a quantidade e extensão de cada uma das anomalias, são dados a quantificar, dependendo do tipo de obra e urgência de reparação.

3.2 Classificação das anomalias em pavimentos exteriores

Na classificação das anomalias, em pavimentos exteriores em betão, são propostos quatro grupos, divididos de acordo com diferentes aspetos que afetam o pavimento exterior (tabela 3.1).

Num primeiro grupo de anomalias, na camada exterior do pavimento (onde ocorre a maior parte das anomalias), no segundo grupo as anomalias mais graves que afetam todo o pavimento (estas anomalias são a causa de reparações mais onerosas pois afetam toda a estrutura do pavimento), no terceiro grupo as anomalias singulares do pavimento (onde se

incluem as juntas e as ligações com outros elementos) e no quarto grupo as anomalias estéticas e de conforto (que têm uma importância a longo prazo).

Após consulta bibliográfica foram adaptadas as escolhas de anomalias para o estabelecimento de cada grupo, onde melhor se enquadravam.

Para sistematizar as anomalias foram apresentados códigos alfanuméricos com a seguinte codificação: (PB) – pavimento em betão; (A) anomalia; (CE) camada exterior; (TP) todo o pavimento; (ZS) – zonas singulares do pavimento; (E) – estéticas e conforto.

Tabela 3.1 - Classificação de anomalias proposta

| | |
|----------------|---|
| PB.A.CE | - Anomalias na camada exterior do pavimento |
| PB.A.CE1 | - empolamento |
| PB.A.CE2 | - fissuração |
| PB.A.CE3 | - manchas |
| PB.A.CE4 | - desgaste |
| PB.A.CE5 | - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica |
| PB.A.CE6 | - perda de cor |
| PB.A.CE7 | - acumulação de detritos / água |
| PB.A.TP | - Anomalias que afetam todo o sistema do pavimento |
| PB.A.TP1 | - abatimentos |
| PB.A.TP2 | - fendilhamento em malha ou blocos |
| PB.A.TP3 | - vegetação parasitária |
| PB.A.ZS | - Anomalias em zonas singulares do pavimento |
| PB.A.ZS1 | - juntas |
| PB.A.ZS2 | - ligação com outros elementos |
| PB.A.E | - Anomalias estéticas e conforto |
| PB.A.E1 | - deficiências de planeza ou superfície irregular |
| PB.A.E2 | - alteração de cor localizada |

3.2.1 Anomalias na camada exterior do pavimento (PB.A.CE)

A camada exterior do pavimento é uma camada superficial ou de desgaste, assim surgem anomalias superficiais, que são caracterizadas ao nível visual.

- **Empolamento (PB.A.CE1)**

O empolamento é assinalado por uma elevação do pavimento, em áreas localizadas. Ocorre, em situações, em que o pavimento exterior é submetido a ações, nomeadamente, devido à dilatação do solo ou das camadas inferiores. Em projeto ou em obra poderá ter ocorrido deficiências, no processo de compactação ou drenagem do solo. Esta anomalia deve ser reparada, com urgência, pois potencia infiltrações e pode causar queda de nível.



Figura 3.1 - Pavimento em betão com empolamento - Infantado - loures



Figura 3.2 - Pavimento em betão com empolamento - Portela - Loures

Nas (figuras 3.1 e 3.2) o pavimento em betão colorido encontra-se elevado em relação ao lancil, existindo assim um empolamento em relação ao lancil, a fundação do lancil e das caleiras em betão, sendo que a base do pavimento não é ligada. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Fissuração (PB.A.CE2)**

A fissuração ou o fendilhamento resulta das diversas ações no pavimento exterior e são um fenómeno de redução da qualidade estrutural dos pavimentos. A fissura tem tendência a aumentar ou a ramificar, podendo a sua origem ser superficial ou, em casos mais complexos, ir até à fundação. A entrada de água nas camadas inferiores potenciará o aumento da fissuração.



Figura 3.3 - Fissura em pavimento de betão - Portela - Loures



Figura 3.4 - Fissura em pavimento de betão - Portela - Loures



Figura 3.5 - Fissura em pavimento de betão -
Campo Grande - Lisboa



Figura 3.6 - Fissura em pavimento de betão -
Loures

Nas (figuras 3.3 a 3.6) verifica-se a fissuração em fase de estabilização. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Manchas (PB.A.CE3)**

As manchas são um tipo de anomalias característico de diferentes tipos de pavimentos exteriores. Dependendo do material que as origina, as mais características são devidas a materiais oleosos ou pastilhas elásticas e podem ter maior ou menor área, afetando principalmente os aspetos estéticos. As manchas de óleo podem afetar o aspeto funcional. Na limpeza de manchas de óleo, tem de ser escolhido, convenientemente, o produto a aplicar.



Figura 3.7 - Pavimento em betão com mancha
verde - Loures



Figura 3.8 - Pavimento com mancha de óleo -
Loures

Na (figura 3.7) encontra-se afetada por infestante verde biológico, na (figura 3.8) a mancha de óleo será de difícil remoção, sendo que o produto escolhido e a solução de limpeza é importante para repor as condições iniciais. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Desgaste (PB.A.CE4)**

O desgaste em pavimentos exteriores em betão, deve-se, principalmente, ao ambiente e a ações acidentais, como circulação de veículos de limpeza. Na camada superficial do betão o limite superior vai-se desligando e os agregados ficando visíveis. O tempo de vida útil também é importante pois estes fenómenos tendem a ocorrer vários anos após a aplicação, sendo, nomeadamente, devidos a utilização intensiva.



Figura 3.9 - Pavimento em betão com desgaste -
Portela - Loures

No apêndice 1 encontra-se a ficha tipo para esta anomalia.

- **Expansão por humidade ou dilatação térmica (PB.A.CE5)**

As variações positivas ou negativas da temperatura e as variações de humidade, têm como efeito o fenómeno de expansão e retração cíclica, que são a causa de diversas anomalias como a quebra de juntas ou a abertura de fissuras.



Figura 3.10 - Diferença de cotas entre placas e
fissura - Loures



Figura 3.11 - Deslocação de placa por efeito térmico
com quebra localizada de recobrimento - Loures

Na (figura 3.10) observa-se a expansão por humidade visto encontrar-se junto a uma raiz de uma árvore. Na (figura 3.11) observa-se uma dilatação térmica que originou a quebra dos

bordos da referida junta de dilatação. No apêndice 1 encontra-se a ficha tipo para esta anomalia.

- **Perda de cor (PB.A.CE6)**

A ação dos raios ultravioleta e das chuvas, assim como os agentes de poluição e a aplicação de produtos de limpeza não indicados, causam perda de cor nestes pavimentos.



Figura 3.12 - Perda de cor - Bucelas - Loures

Na (figura 3.12) observa-se, de uma forma generalizada, a perda de cor original. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Acumulação de detritos / Água (PB.A.CE7)**

Pendentes com pequena inclinação dificulta a evacuação de águas pluviais nos pavimentos, assim verifica-se a ocorrência de acumulação de detritos ou de água. Dependendo das condições de utilização outros fenómenos poderão estar associados, como sejam o desgaste, abatimento e fissuração.



Figura 3.13 - Acumulação de detritos - Bucelas - Loures



Figura 3.14 - Acumulação de detritos - Bucelas - Loures



Figura 3.15 - Acumulação de água - Portela - Loures

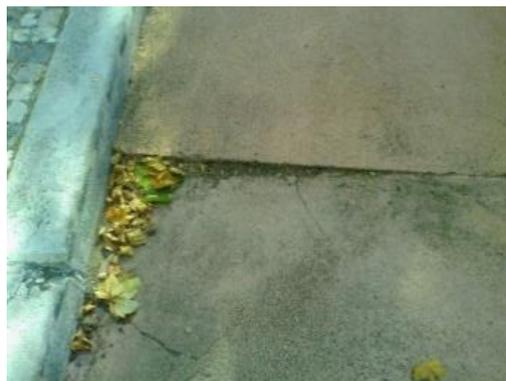


Figura 3.16 - Acumulação de detritos - Loures

Na (figura 3.13) a acumulação de detritos por reduzida pendente na zona do sumidouro, enquanto na (figura 3.14), referente ao eixo da via, existem poças devido a pendente reduzida. Na (figura 3.15) encontra-se uma poça junto ao bebedouro. Na (figura 3.16) encontra-se acumulação de detrito numa zona com um abatimento. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

3.2.2 Anomalias que afetam todo o sistema do pavimento (PB.A.TP)

A água, em diferentes estados físicos (sólido, líquido ou vapor) é uma das principais causas de anomalias neste grupo. Estas anomalias afetam todo o sistema do pavimento, sendo a camada exterior uma das mais afetadas, por falta de suporte das camadas inferiores. As manifestações das anomalias, são originadas de forma ascendente ou descendente.

- **Abatimentos (PB.A.TP1)**

Os abatimentos podem ter várias formas, desde pequenos desníveis a ondulações ou até desprendimento de fundação, com perda da estrutura resistente do pavimento.

A entrada de água em camadas inferiores, pode chegar ao solo de fundação e causar dilatações ou erosão, aumentando a área afetada.

Os fenómenos que contribuem para a evolução das anomalias são as variações térmicas, água no solo, ciclos gelo / degelo, sobrecargas, reologia dos materiais, ausência de estudo geológico / geotécnico, variações de nível freático, degradação das camadas inferiores, deficiências de construção, rotura de canalizações, inexistência de pendente e anomalias em juntas.



Figura 3.17 - Zona de abatimento, encontro de diversos pavimentos - Loures



Figura 3.18 - Abatimento com perda de todas as camadas - Costa da Caparica - Almada



Figura 3.19 - Abatimento - Loures



Figura 3.20 - Abatimento - Loures

Na (figura 3.17) temos uma zona complexa com encontro de betão colorido / betão cinzento e relvado. Na (figura 3.18) observa-se a lavagem da base do pavimento com perda de todas as camadas. Na (figura 3.19) observa-se um abatimento com visibilidade de agregados calcários. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Fendilhamento em malha ou blocos (PB.A.TP2)**

Fendilhamento em malha ou blocos é uma evolução das anomalias de fissuração com abatimento, na qual o número de fissuras aumenta formando uma malha estreita. Caso não seja feita a manutenção devida, esta anomalia pode evoluir para ninhos ou covas, com ou sem acumulação de água, as quais são de elevado risco nas ciclovias e são causa de quedas de nível de pedestres.

As possíveis causas são: fendilhamento por fadiga da camada de desgaste; envelhecimento; deficiências de capacidade de carga ou de espessura do pavimento; evolução de fendilhamento de malha larga. O fendilhamento de malha larga tem como causas possíveis; deficiência da espessura ou fadiga das camadas, deficiência da capacidade de carga do pavimento; reduzida qualidade de algumas das camadas do pavimento.



Figura 3.21 - Fendilhamento em malha ou blocos - Loures



Figura 3.22 - Fendilhamento em malha ou blocos - Loures

Na (figura 3.21) observa-se um fendilhamento em malha ou blocos, que evoluiu de um abatimento numa zona de encontro com floreira. Na (figura 3.22) observa-se um fendilhamento em malha ou blocos numa zona de ligação com caleira em blocos de granito. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Vegetação parasitária (PB.A.TP3)**

Esta anomalia inicia-se devido a fenómenos atmosféricos como a chuva e o vento, que arrastam diversos materiais, como sementes e solos finos, que permanecem em zonas singulares (como juntas e ligações a outros elementos) iniciando assim as condições de germinação das sementes. Se não for executada uma limpeza e tratamento com produto adequado ao tipo de vegetação, pode dar-se início a fissuração com perda das extremidades da junta ou ligação.



Figura 3.23 - Vegetação parasitária numa caixa de pavimento - Loures

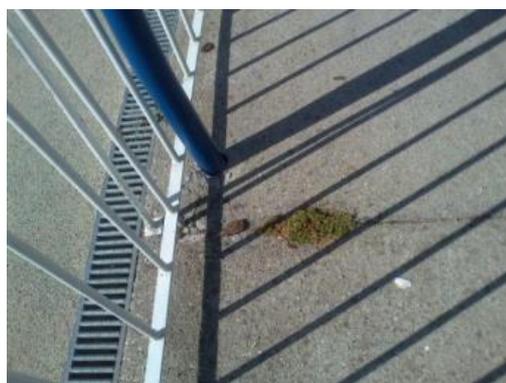


Figura 3.24 - Vegetação parasitária numa junta - Loures

Na (figura 3.23) observa-se a existência de vegetação parasitária numa zona de tampa de caixa de pavimento. Na (figura 3.24) observa-se o desenvolvimento na zona da junta de dilatação. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

3.2.3 Anomalias em zonas singulares do pavimento (PB.A.ZS)

Sendo uma zona de ligação entre diversos materiais, existe sempre uma disponibilidade para o aparecimento de diversas anomalias, que se não forem detetadas, em tempo útil, e evoluírem consideravelmente, dão início a outras anomalias, mais gravosas, como abatimentos.

A resolução destas situações ultrapassa, em alguns casos, a manutenção corrente, tendo de se iniciar uma intervenção de reabilitação ou a reconstrução de parte do pavimento.



Figura 3.25 - Poste de Iluminação - Costa da Caparica - Almada



Figura 3.26 - Zona de transição - Campo Grande - Lisboa

Na (figura 3.25) observa-se a diferente rigidez da fundação, o que causou anomalias neste local. Na (figura 3.26) é uma zona de transição com ligação irregular e não linear. Em anexo se encontra ficha tipo para esta anomalia no apêndice 1.

- **Juntas (PB.A.ZS1)**

Em fase de projeto algumas questões devem ser equacionadas, assim como a elaboração de um plano de esquadramento considerando o local, o perfil tipo, o tipo de juntas e as zonas de remates.

As juntas têm movimentos condicionados que caso não sejam calculados podem causar anomalias. Para que as juntas tenham um funcionamento pretendido, a fase de manutenção terá que ser bastante ativa, principalmente na limpeza, pois caso a junta seja preenchida por material fino, depositado por ação da chuva ou vento, faz com que a junta deixe de ter o efeito

pretendido. Os descasques dos bordos das juntas e a fissuração ocorrem com elevada frequência.

Para além do projeto estrutural, há a considerar a manutenção e a facilidade de acesso a cada zona do pavimento, procedendo à elaboração de um plano de manutenção, ainda em fase de projeto, apresentando as diversas condicionantes.

A variação de humidade e temperatura em pavimento em betão causa, nas juntas, pequenos movimentos, os quais terão de ser acautelados para cada local.

A colmatação das juntas anula o efeito pretendido, aumentando as tensões nas placas, pelo que as juntas abertas devem ser objeto de manutenção e limpeza periódica (figura 3.27 e figura 3.28).

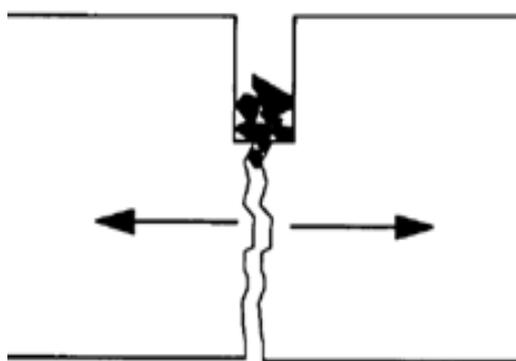


Figura 3.27 - A junta expande durante a redução de temperatura, permitindo a entrada de sujidades na junta adaptado de (Lynn & A., 1994)

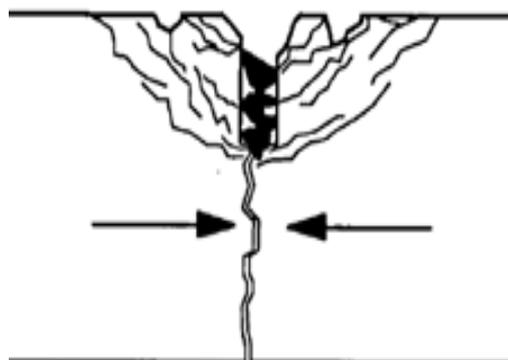


Figura 3.28 - A junta contrai durante o aumento de temperatura, aumentando a compressão e provocando destacamento ou fissura por dilatação adaptado de (Lynn & A., 1994)



Figura 3.29 - Junta inacabada, iniciou o processo de uma nova junta - Bucelas



Figura 3.30 - Junta irregular com desprendimento entre bordos das junta - Bucelas



Figura 3.31 - Junta - Loures



Figura 3.32 - Junta - Loures

Nas (figuras 3.29 e 3.30) pretende-se explicar o mecanismo que origina a fissuração nas juntas de dilatação parciais (que não cortam na totalidade a camada resistente do pavimento). Nas (figuras 3.31 a 3.32) exemplos de fissurações em juntas de dilatação. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Ligação com outros elementos (PB.A.ZS2)**

A ligação com outros elementos, como lancis, é importante para o bom funcionamento. A junta formada pela falta de ligação do betão com o lancil resulta em movimentos estruturais do pavimento como um todo ou de excesso de carga quando localizado. A pormenorização das ligações com outros elementos como mobiliário urbano é importante, pelo que devem ser previstas medidas construtivas para minimizar a ocorrência das mesmas.



Figura.3.33 - Ligação entre vários elementos -
Bucelas



Figura 3.34 - Lancil de betão não ligado ao
pavimento - Loures

Na (figura 3.33) encontro de lancil com pavimento em betão colorido e lancil calcário. Na (figura 3.34) o lancil de betão não está ligado ao pavimento.

A ligação com lancis metálicos ou pedra, zonas verdes, causa heterogeneidade no pavimento devido ao facto dos materiais terem características diferentes. A zona verde, devido à rega, aumenta a quantidade de água existente no pavimento, pelo que em casos pontuais pode conduzir a assentamentos. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

3.2.4 Anomalias estéticas (PB.A.E)

A estética é importante pois condiciona a apreciação do espaço pelo utilizador, embora estes tipos de anomalias sejam menos gravosas. A funcionalidade não está comprometida ao nível visual, mas causam desconforto. A origem está situada na fase de execução ou manutenção.



Figura 3.35 - Anomalia estética - Bucelas

Na (figura 3.35) observa-se uma anomalia estética com a execução de um pavimento numa cor e outro noutra que, por deficiente separação de fase de execução, causou estas manchas. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Deficiências de planeza ou superfície irregular (PB.A.E1)**

Na execução do pavimento e tendo em consideração as cotas existentes, de uma superfície irregular podem ser causa de acumulação de água. Em fase de projeto ou de obra devem ser tomadas medidas para garantir uma inclinação eficaz, tendo em conta as inclinações longitudinais e transversais do pavimento.



Figura 3.36 - Zona de acumulação de finos - Campo Grande - Lisboa



Figura 3.37 - Zona com pendente reduzida e superfície rugosa - Bucelas

Na (figura 3.36) observa-se um abatimento ou deficiente execução com falta de planeza. Na (figura 3.37) a superfície irregular e a falta de pendentes causam acumulação de água. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

- **Alteração de cor localizada (PB.A.E2)**

As alterações de cor devem-se, entre outras causas, a reparações ou a zonas onde a incidência solar é muito intensa, causando, em alguns casos, variação de cor por excesso de exposição.



Figura 3.38 - Pavimento em betão colorido com cores diferentes - Bucelas



Figura 3.39 - Zona com diferentes tempos de secagem - Loures

Na (figura 3.38) observa-se um pavimento em betão colorido, com cores diferentes e a junta de betonagem com mais de um ano de diferença. Na (Figura 3.39) observa-se uma zona com diferentes tempos de secagem. No apêndice 1 encontra-se ficha tipo para esta anomalia.

3.3 Classificação das causas em pavimentos exteriores

A sistematização das causas também permite uma identificação mais objetiva das anomalias, considerando que uma anomalia tem uma ou várias causas, as quais podem, por sua vez, estar associadas a uma ou mais anomalias.

O sistema é evolutivo pois também permite uma identificação mais objetiva das anomalias, identificando as anomalias e as causas, em futuras obras, aumentando a base do sistema.

Esta dissertação pretende apresentar anomalias e fatores que permitam uma escolha do pavimento em betão, em fase de projeto, e das suas condicionantes, em fase de obra e manutenção, que devem ser tidos em conta para futuras intervenções.

Após a conclusão da obra inicia-se o processo de degradação no pavimento em betão, como uma causa individual, com a ação do tempo, ocorre um somatório de causas. Assim, caso não exista uma ação de manutenção eficaz, não é possível reduzir o efeito da degradação.

Na bibliografia consultada e com as adaptações necessárias, são apresentados os erros de projeto, em seguida os erros de execução, as ações de acidente, as ações ambientais, as falhas de manutenção e a alteração das condições inicialmente previstas. Também não foram encontradas outras classificações para este tipo de materiais, estando a informação limitada ao estudo de casos isolados ou exíguos grupos de anomalias e respetivas causas.

Na (tabela 3.2), é apresentada a classificação previamente descrita, bem como uma disposição das causas individuais em cada um dos grupos.

Por exemplo, no grupo PB.C.EE (erros de execução), os fatores relacionados com a seleção dos materiais antecedem os relacionados com a aplicação de pavimentos exteriores.

Tabela 3.2 - Classificação de causas propostas

| | |
|----------------|--|
| PB.C.EP | - ERROS DE PROJETO |
| PB.C.EP1 | - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento |
| PB.C.EP2 | - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas |
| PB.C.EP3 | - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento |
| PB.C.EP4 | - Insuficiente pormenorização das zonas singulares |
| PB.C.EP5 | - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores |
| PB.C.EP6 | - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo |
| PB.C.EE | - ERROS DE EXECUÇÃO |
| PB.C.EE1 | - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto |
| PB.C.EE2 | - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva |
| PB.C.EE3 | - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução |
| PB.C.EE4 | - desrespeito pelo tempo secagem / presa |
| PB.C.EE5 | - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada |
| PB.C.EE6 | - preenchimento de juntas com areia e sujidades |
| PB.C.EE7 | - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas |
| PB.C.EE8 | - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores |
| PB.C.EE9 | - encastramento de acessórios metálicos não protegidos |
| PB.C.AC | - AÇÕES DE ACIDENTE |
| PB.C.AC1 | - choque contra o pavimento |
| PB.C.AC2 | - Circulação de veículos pesados |
| PB.C.AC3 | - Instalações enterradas |
| PB.C.AM | - AÇÕES AMBIENTAIS |
| PB.C.AM1 | - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural |
| PB.C.AM2 | - lixiviação dos materiais das juntas |
| PB.C.AM3 | - ação biológica |
| PB.C.M | - FALHAS DE MANUTENÇÃO |
| PB.C.M1 | - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes |
| PB.C.M2 | - limpeza incorreta do pavimento |
| PB.C.P | - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.P1 | - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.P2 | - alteração de utilização |

3.3.1 Erros de projeto (PB.C.EP)

A origem do pavimento encontra-se nas opções do projetista devendo a equipa de projeto equacionar as soluções para cada local e a informação disponível.

- **Escolha incorreta do perfil resistente do pavimento (PB.C.EP1)**

O perfil do pavimento usado é muito importante, principalmente quando a informação é insuficiente sobre outros projetos como drenagem pluvial ou outras instalações enterradas. O projeto de zonas verdes deverá ter em conta o tipo de vegetação para cada local, pois todas estas informações condicionam o perfil do pavimento.



Figura 3.40 -Zona de difícil pormenorização
- Loures

- **Dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas (PB.C.EP2)**

O betão em pavimentos tem variações térmicas e de humidade, pelo que o volume varia, sendo que diversos materiais têm diferentes coeficientes de dilatação. Assim as juntas assumem uma elevada importância, pelo que, em caso da sua inexistência, o próprio pavimento cria as juntas de forma aleatória. Esta causa será uma das mais importantes pois é a origem de muitas outras, principalmente quando a junta é total na camada de betão, ocasionando a passagem de água e finos para camadas inferiores que podem ser origem de outras anomalias.

Existem diversos estudos sobre juntas, principalmente em pavimentos industriais e estradas ou pontes, no entanto as juntas para os pavimentos em betão pedonal pretendem-se de baixo custo, já que uma junta mais complexa irá aumentar o custo do pavimento podendo deixar de ser válida como opção de todo o pavimento na obra de passeio ou ciclovia. A causa em diversos casos tem origem numa falta de pormenorização de esquadramento e pormenor de juntas.



Figura 3.41 - Juntas sem esquarteamento definido - Infantado Figura 3.42 - Existência de juntas e criação de novas juntas de forma aleatória - Loures

Na (figura 3.41) observa-se falta dum plano de esquarteamento com diferentes tipos de geometria das juntas de dilatação. Na (figura 3.42) as juntas, com caixas de pavimento e aros em metal são causa de criação de novas juntas aleatórias.

- **Existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento (PB.C.EP3)**

Os encontros entre pavimentos e lancis ou caldeiras de árvores são zonas de difícil execução, embora possa existir um projeto com pormenorização suficiente para cada caso a localização e a fundação de cada equipamento, como por exemplo, as bases de postes de eletricidade que causam uma variação de rigidez e potenciam a entrada da água.



Figura 3.43 - Zona de lancis calcário e aço Corten - Loures

Figura 3.44 - Zona de lancil com sumidouros e caixa de pavimento - Bucelas Loures

Nas (figuras 3.43 e 3.44) observa-se a alteração da base do pavimento e diversos materiais que são de difícil execução.

- **Insuficiente pormenorização das zonas singulares (PB.C.EP4)**

A insuficiente pormenorização de zonas singulares é uma situação genérica, pois o projetista apresenta uma proposta, no entanto, não pode obrigar a uma escolha de uma marca.

Assim a sinalização vertical, bancos, bebedouros, papelarias e lancis, podem ter vários sistemas de fixação dependendo da marca utilizada.



Figura 3.45 - Montagem de baliza em pavimento com base em betão - Loures



Figura 3.46 - Ligação entre juntas com uma zona singular - Loures

Na (figura 3.45) observa-se a ligação de uma baliza com o pavimento em betão, na (Figura 3.46) uma ligação entre juntas com uma zona singular.

- **Inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores (PB.C.EP5)**

A superfície têm uma função de encaminhamento das águas pluviais para o sistema de drenagem. As pendentes longitudinais e transversais são essenciais para o funcionamento do pavimento, tendo o projetista que ao prescrever, em conformidade com a regulamentação em vigor e melhores práticas.

A acumulação de detritos por inexistência de pendente, ou insuficiência da mesma, são uma das causas do aparecimento de vegetação parasitária e acumulação de detritos em obra.



Figura 3.47 - Zonas com pouca pendente transversal - Loures



Figura 3.48 - Zona com pouca pendente Longitudinal - Bucelas

Nas (figuras 3.47 e 3.48) a equipa projetista terá de considerar uma melhoria na inclinação transversal e longitudinal.

- **Deformações excessivas / falta de informação sobre o solo (PB.C.EP6)**

Um estudo geológico/geotécnico é relevante pois o desconhecimento dos solos, em fase de projeto, pode ser causa de deformações excessivas, seja por erro no cálculo estrutural, seja por não ser possível aferir a camada em estudo. A camada de fundação pode ser em aterro ou escavação, em ambos os casos a escolha de solo é sempre importante, assim como a compactação pretendida.

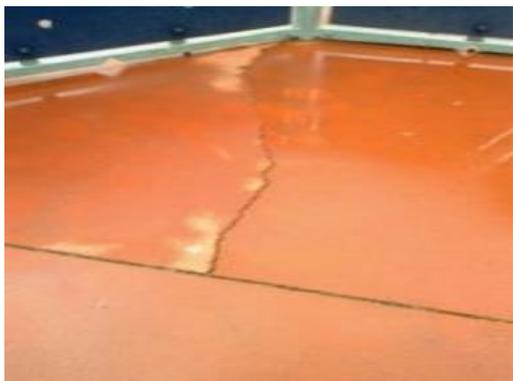


Figura.3.49 - Fissuras aleatórias por falta de estudo geológico/geotécnico - loures



Figura 3.50 - Fissuras aleatórias por falta de estudo geológico/geotécnico - Loures

Nas (figuras 3.49 e 3.50) as camadas base e o desconhecimento do solo de fundação foi uma das causas do aparecimento de fissuras aleatórias.

- **Tabela de verificação com casos práticos**

-

A (tabela 3.3) resulta da verificação, com casos práticos, de obras existentes, com base numa relação teórica apurada pela consulta da bibliografia. A verificação dos casos e alterações surgirão no capítulo 5.

Tabela 3.3 - Verificação de casos práticos de erros de projeto

| | PB.C.EP1 | PB.C.EP2 | PB.C.EP3 | PB.C.EP4 | PB.C.EP5 | PB.C.EP6 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PB.A.CE1 | X | X | X | X | | X |
| PB.A.CE2 | X | X | X | X | | X |
| PB.A.CE3 | | | | | | |
| PB.A.CE4 | | | | | | |
| PB.A.CE5 | X | X | X | X | | X |
| PB.A.CE6 | | | | | | |
| PB. A.CE7 | X | | X | X | X | X |
| PB.A.TP1 | X | X | X | X | | X |
| PB.A.TP2 | X | X | X | X | X | X |
| PB. A.TP3 | | | | X | X | |
| PB.A.ZS1 | X | X | X | X | X | X |
| PB.A.ZS2 | X | X | X | X | X | X |
| PB.A.E1 | X | | X | | X | X |
| PB.A.E2 | | | | | | |

3.3.2 Erros de execução (PB.C.EE)

Nesta fase de execução existem muitos fatores que influenciam, em maior ou menor escala, o resultado final. Salienta-se a qualidade do projeto, do programa de concurso ou do caderno de encargos; a escolha do empreiteiro, as pessoas envolvidas, assim como as entidades públicas e privadas; a conjugação das opiniões dos diversos intervenientes e o cadastro atualizado.

Na obra verificam-se algumas anomalias, ver (tabela 3.2), que o fator humano influi bastante no sucesso e desempenho dos materiais e sistemas na construção.

A mão de obra, com pouca experiência ou falta de formação neste tipo de pavimentos, condiciona a sua execução, pelo que influi, significativamente, no desempenho de um pavimento em betão.

As novas tecnologias e exigências dos pavimentos em betão prescrevem já que deve existir um planeamento e acompanhamento cuidadoso dos trabalhos, para minimizar as possíveis anomalias, neste tipo de pavimentos. Os dados de projeto devem ser interpretados de forma clara, pois, caso contrário, são uma das principais causas associadas aos erros de execução.

Todos os intervenientes tais como projetistas, empreiteiros e fabricantes devem estabelecer uma comunicação eficaz, para que seja garantido o sucesso deste tipo de pavimento, controlando as anomalias numa fase inicial, reduzindo o aparecimento futuro de anomalias.

Demonstrações de insuficiente cuidado na execução destes pavimentos são a falta de pormenorização em pontos singulares, como remates ou juntas de dilatação, a utilização de produtos com características diferentes das especificadas ou o desrespeito pelas recomendações de aplicação do fabricante.

O tempo de execução das obras é uma condição essencial para o dono de obra, no entanto, os intervenientes devem expor as suas condicionantes, permitindo que os materiais sejam aplicados, segundo as regras definidas e que sejam respeitados os tempos de secagem necessários ao bom desempenho do pavimento. A frequência de anomalias está condicionada por estas causas, com maior ou menor incidência. Neste grupo de causas encontram-se fatores como o desrespeito pelas dosagens dos componentes ou a utilização de produto não conforme, tempo de mistura insuficiente, a adição de componentes não recomendados pelo fabricante, mão de obra inexperiente, quantidade de material insuficiente ou ineficiente regularização das superfícies acabadas.

- **Utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto (PB.C.EE1)**

As características do material devem ser especificadas pelo projetista, mas alguns materiais não possuem marcação CE, são de países onde as exigências ainda não atingiram os níveis europeus, deste modo não cumprem a legislação em vigor.

A comunicação entre os intervenientes no projeto e obra é fundamental. As empresas que executam obras nesta área devem possuir, nos seus quadros, pessoal especializado e conhecedor do processo construtivo.



Figura 3.51 – Zona envolvente do coreto sem o afastamento necessário do solo - loures

Na (figura 3.51) falta o afastamento da zona envolvente do coreto e preenchimento com material pétreo.

- **Aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva (PB.C.EE2)**

Os fenômenos meteorológicos e dependendo da intensidade de cada um, podem ser a causa de anomalias relevantes. No betão, a água arrasta a camada superficial do material prejudicando o efeito estético e deixando à vista os agregados, e o vento aumenta a saída de água do betão podendo causar fissuração. A variação de temperatura pode causar fissuração.



Figura 3.52 – Zona de secagem após chuva intensa
- loures

Na (figura 3.52), verifica-se o pavimento em fase secagem após chuva intensa.

- **Desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução (PB.C.EE3)**

O tempo de execução e secagem de cada componente do pavimento deve ser respeitado. O betão deve ser contínuo para obter uma uniformidade, as juntas devem ser feitas tendo em conta o plano de esquartelamento.

Quando se adiciona betão ao existente em camadas finas, pode observar-se o descolamento dessas camadas. A introdução de caleiras de drenagem podem causar anomalias.



Figura 3.53 – Zona afetada por várias execuções de
diferentes elementos do pavimento - loures

Na (figura 3.53) verifica-se uma zona afetada por várias execuções de diferentes elementos do pavimento.

- **Desrespeito pelo tempo secagem / presa (PB.C.EE4)**

Os pavimentos são executados de um modo geral, no final da obra, assim demora até obter uma presa com características de suporte de circulação pedestre. Alguns pedestres e bicicletas, por curiosidade, têm a tendência para uma utilização imediata, o que deixa marcas no pavimento. A reparação destas anomalias estéticas é de difícil execução e custo.



Figura 3.54 – Zona de negativo de botas por circulação pedestre - loures



Figura 3.55 – Zona de negativo de botas por circulação pedestre - Loures



Figura 3.56 – Zona de circulação de rodas - Loures



Figura 3.57 – Zona de circulação de rodas - Loures

- **Utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada (PB.C.EE5)**

Existem diversos tipos de juntas sendo um dos elementos do pavimento mais relevante pois relacionam-se com todo o sistema do pavimento. A quantidade e localização são essenciais, assim como o material de preenchimento para controle da retração adequada a cada local e para as variações pretendidas, nomeadamente, o esquadrelamento ou sistema de juntas a encher. Podem ser usadas muitas soluções, no entanto, o mais usado é o PVC ou aço corten.

Na solução de execução de junta sem material de preenchimento, esta deve estar limpa, para que a junta funcione de forma correta, pois caso esteja colmatada não permite a deslocação dos painéis de betão, causando outras anomalias.



Figura 3.58 – Pavimento em betão com junta colmatada - Loures

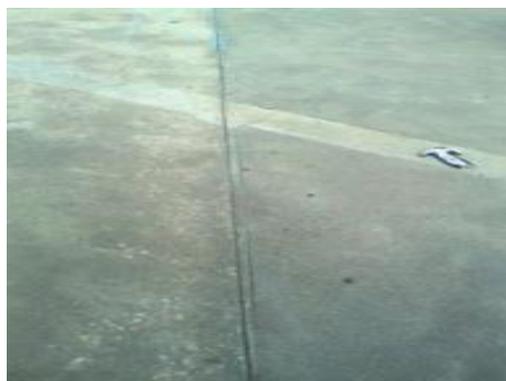


Figura 3.59 – Pavimento em betão com junta colmatada - Loures



Figura 3.60 – Junta preenchida com PVC - Loures

Nas (figuras 3.58 a 3.59) observa-se vários tipos de juntas, colmatadas pelos anos de uso, falta de manutenção e novas como na (figura 3.60).

- **Preenchimento de juntas com areia e sujidades (PB.C.EE6)**

Este processo de preenchimento das juntas deve-se a existirem sempre restos de materiais de construção que, por ação do vento e da chuva, preenchem as juntas que estejam abertas, tendendo os materiais finos, a colmatar estas zonas.

As principais anomalias que decorrem da falta de limpeza das juntas, são o aparecimento de fissuração na superfície corrente.



Figura 3.61 - Junta com finos - Loures



Figura 3.62 - Zona de acumulação de finos - Loures

Nas (Figuras 3.61 e 3.62) observa-se juntas em zonas já preenchidas por finos.

- **Execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas (PB.C.EE7)**

Na fase de execução nem sempre é possível obter as máquinas mais adequadas para a execução do esquadramento. A execução das juntas deve ser executada o mais rápido possível, após a presa, para reduzir a fissuração por retração. As juntas devem ter a profundidade necessária para que as dilatações superficiais sejam absorvidas pelo conjunto formado pelas mesmas.



Figura 3.63 - Junta superficial - Loures



Figura 3.64 - Junta com pouca profundidade - Loures

Nas (figuras 3.63 e 3.64) observa-se juntas com pouca profundidade

- **Inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores (PB.C.EE8)**

As opções de execução que impliquem inclinações inferiores a 1,5%, e conforme diversos exemplos de obras verifica-se sempre a acumulação de água em pavimentos exteriores em locais específicos.



Figura 3.65 - Zona de acumulação por falta de pente - Loures



Figura 3.66 - Zona sem pente - Lisboa

Nas (figuras 3.65 e 3.66) observa-se a falta de pente e acumulação imediata de detritos.

- **Encastramento de acessórios metálicos não protegidos (PB.C.EE9)**

Materiais com diferentes características como as peças metálicas, brinquedos infantis, bancos, papelarias, bebedouros e sinalização vertical, que são fixos ao pavimento, são a causa de diversas anomalias, pois caso esses acessórios não estejam protegidos contra a corrosão, podem potenciar anomalias causadoras de outras mais graves.



Figura 3.67 - Pilares metálicos - Loures



Figura 3.68 - Pilarete - Loures

Nas (figuras 3.67 e 3.68) observa-se a introdução de elementos metálicos no pavimento sem proteção.

- **Tabela de verificação com casos práticos**

A (tabela 3.4) demonstra a verificação, com casos práticos de obras existentes, da relação teórica apurada pela consulta da bibliografia. A verificação dos casos e alterações são verificados no capítulo 5.

Tabela 3.4 - Verificação de casos práticos erros de execução

| | PB.C.EE1 | PB.C.EE2 | PB.C.EE3 | PB.C.EE4 | PB.C.EE5 | PB.C.EE6 | PB.C.EE7 | PB.C.EE8 | PB.C.EE9 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PB.A.CE1 | X | | | | X | X | X | | |
| PB.A.CE2 | X | | | X | X | X | X | X | X |
| PB.A.CE3 | X | | | | | | | | |
| PB.A.CE4 | | | | | | | | | |
| PB.A.CE5 | X | | X | | X | X | X | | X |
| PB.A.CE6 | X | X | | | | | | | X |
| PB.A.CE7 | X | X | | | | | | X | X |
| PB.A.TP1 | X | | | | | | | X | |
| PB.A.TP2 | X | | | | | | | | |
| PB.A.TP3 | X | | | | | X | | X | X |
| PB.A.ZS1 | X | | | | X | X | X | X | X |
| PB.A.ZS2 | X | | | | X | X | X | | X |
| PB.A.E1 | X | X | X | X | | | | X | |
| PB.A.E2 | X | X | X | X | | | | | |

3.3.3 Ações de acidente (PB.C.AC)

As ações de acidente dependem de diversos fatores. A probabilidade de um acontecimento acidental, pode ser informação interessante para o dono de obra.

Ações de origem mecânica abrangem um conjunto de causas e estão relacionadas com queda de objetos, choques / vibrações, movimentos diferenciais, ataque químico / biológico, choques térmicos ou vandalismo.

- **Choque contra o pavimento (PB.C.AC1)**

A queda de objetos pesados no pavimento são causa de deformações imediatas. Os objetos podem degradar a camada superior ou até as inferiores. De um modo geral, um pavimento em betão está exposto a choques.

A ação acidental pode originar a ocorrência de algumas anomalias relacionadas com o desempenho funcional do pavimento em betão, como por exemplo fissuração, desgaste do pavimento, ou degradação do aspeto estético (figuras 3.69 e 3.70). No caso da observação de manchas provocadas por ataques químicos ou biológicos, ou alteração do aspeto superficial por efeitos de vandalismo.



Figura 3.69 - Choque contra o pavimento com arrastamento - Loures



Figura 3.70 - Choque contra o pavimento com arrastamento - Loures

- **Circulação de veículos pesados (PB.C.AC2)**

A circulação de veículos pesados em zonas pedonais pode ocorrer nas épocas das festas, com a instalações de palcos e máquinas de apoio, assim como máquinas de limpeza de vias que são usadas neste tipo de pavimentos. Poderá também existir a necessidade de gruas.



Figura 3.71 - Máquina Limpeza (Certoma, 2021)

Na (figura 3.71) observa-se máquinas de limpeza de pavimentos, estas máquinas tem motor e sistemas de recolha de resíduos, pelo que o seu peso é elevado.

- **Instalações enterradas (PB.C.AC3)**

Existem diversas entidades a gerir o espaço público pelo que as entidades que possuem redes enterradas ou subterrâneas, como as redes de abastecimento de água, elétrica, de esgotos, telecomunicações e sinalização vertical luminosa. Deste modo estas redes podem

sofrer a qualquer momento uma operação de manutenção ou uma rotura que requerem uma reparação, a qual pode causar uma diferença de tonalidade devido ao remendo do pavimento.



Figura 3.72 - Reparação de tubagem em caixa de pavimento - Loures

Na (figura 3.72) observa-se a reparação de uma zona para passagem de nova canalização.

- **Tabela de verificação com casos práticos**

A (tabela 3.5) mostra a verificação, em casos práticos de obras existentes, da relação teórica apurada pela consulta da bibliografia, a verificação dos casos e alterações são verificados no capítulo 5.

Tabela 3.5- Verificação de casos práticos de ações de acidente

| | PB.C.AC1 | PB.C.AC2 | PB.C.AC3 |
|-----------|----------|----------|----------|
| PB.A.CE1 | | | |
| PB.A.CE2 | | X | |
| PB.A.CE3 | | | |
| PB.A.CE4 | | X | |
| PB.A.CE5 | | | |
| PB.A.CE6 | | | |
| PB. A.CE7 | | X | X |
| PB.A.TP1 | X | X | X |
| PB.A.TP2 | X | X | X |
| PB. A.TP3 | | | |
| PB.A.ZS1 | | | |
| PB.A.ZS2 | | | |
| PB.A.E1 | X | X | X |
| PB.A.E2 | | | X |

3.3.4 Ações ambientais (PB.C.AM)

No pavimento o ambiente envolvente tem uma ação considerável, sendo a radiação solar e a poluição as causas mais gravosas.

- **Radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural (PB.C.AM1)**

O sol imite a radiação solar que provoca aquecimento nos materiais e a incidência de radiação ultravioleta, pelo que o excesso de exposição solar deve ser considerado no projeto. Na (figura 3.73) observa-se a perda de cor.



Figura 3.73 - Perda de cor por radiação solar intensa - Loures

- **Lixiviação dos materiais das juntas (PB.C.AM2)**

As lavagens na zona das juntas, podem atravessar as diversas camadas do pavimento e entrar em contacto com o solo de fundação, assim pode ocorrer a lixiviação das juntas. A ação da chuva ao introduzir-se na fundação, remove o solo de fundação e causa este fenómeno.



Figura 3.74 - Escorrências da zona verde e lavagem de finos - Bucelas

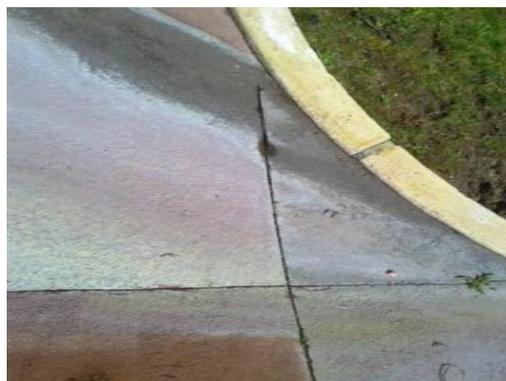


Figura 3.75 - Escorrências da zona verde e lavagem de finos - Bucelas

Nas (figuras 3.74 e 3.75) observa-se a escorrência na zona das juntas.

- **Ação biológica (PB.C.AM3)**

Ação biológica ocorre sob diversas formas, como por exemplo, germinação de sementes que se transformam em arbustos ou árvores. Outras ações são os musgos e os dejetos de animais.

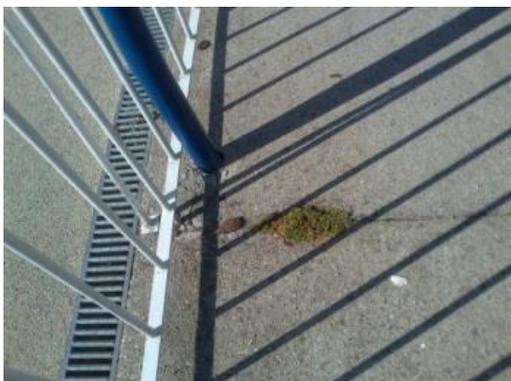


Figura 3.76 - Aparecimento de zona vegetativa - Loures



Figura 3.77 - Aparecimento de vegetação - Loures

Nas (figuras 3.76 e 3.77) observa-se o aparecimento de vegetação.

- **Tabela de verificação com casos práticos ação ambiental**

A (tabela 3.6) dá conta da verificação, com casos práticos de obra existentes, da relação teórica apurada pela consulta da bibliografia, a verificação dos casos e alterações são verificados no capítulo 5.

Tabela 3.6 - Verificação de casos práticos

| | PB.C.AM1 | PB.C.AM2 | PB.C.AM3 |
|-----------|----------|----------|----------|
| PB.A.CE1 | X | | |
| PB.A.CE2 | X | | |
| PB.A.CE3 | X | | X |
| PB.A.CE4 | | | |
| PB.A.CE5 | | | |
| PB.A.CE6 | X | X | X |
| PB. A.CE7 | | | X |
| PB.A.TP1 | | | X |
| PB.A.TP2 | | | X |
| PB. A.TP3 | X | | X |
| PB.A.ZS1 | X | | X |
| PB.A.ZS2 | X | | |
| PB.A.E1 | | | X |
| PB.A.E2 | X | | X |

3.3.5 Falhas de manutenção (PB.C.M)

A fase de manutenção tem início no final da obra para garantir uma durabilidade aceitável com a conservação das suas características funcionais e estéticas.

- **Falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes (PB.C.M1)**

A falta de limpeza dos pavimentos resulta na acumulação de água e detritos, os quais são potenciadores de anomalias.



Figura 3.78 - Falta de limpeza - Loures



Figura 3.79 - Falta de limpeza pelo que será de recorrer a produto especializado - Loures

Nas (figuras 3.78 e 3.79) verifica-se a falta de limpeza corrente ou especializada pois a aplicação de produtos químicos deve ser identificada no plano de manutenção.

- **Limpeza incorreta do pavimento (PB.C.M2)**

Para evitar a limpeza incorreta do pavimento por produtos agressivos ou ação mecânica, será necessário considerar o local e o tipo de limpeza.

Conforme esperado, fatores relacionados com o uso real do pavimento em betão também afetarão o seu desempenho. A ausência de conservação / manutenção, a ausência de inspeções, a utilização prematura do pavimento, cargas excessivas e lavagens sucessivas com agentes químicos agressivos podem contribuir para a ocorrência das anomalias já expostas. As anomalias mais frequentes são o desgaste precoce do pavimento e a perda de cor. Na (figura 3.80) observa-se uma máquina de limpeza do pavimento com escova.



Figura 3.80 – Máquina de limpeza
(Michaelis & Martins, 2021)

- **Tabela de verificação com casos práticos falhas de manutenção**

Na (tabela 3.7) observa-se a verificação com casos práticos de obras existentes, da relação teórica apurada pela consulta da bibliografia, a verificação dos casos e alterações são verificados no capítulo 5.

Tabela 3.7 - Verificação de casos práticos

| | PB.C.M1 | PB.C.M2 |
|-----------|----------|----------|
| PB.A.CE1 | | |
| PB.A.CE2 | X | |
| PB.A.CE3 | X | X |
| PB.A.CE4 | | |
| PB.A.CE5 | | |
| PB.A.CE6 | X | X |
| PB. A.CE7 | X | |
| PB.A.TP1 | | |
| PB.A.TP2 | | |
| PB. A.TP3 | X | X |
| PB.A.ZS1 | X | |
| PB.A.ZS2 | X | |
| PB.A.E1 | | |
| PB.A.E2 | X | X |

3.3.6 Alteração das condições inicialmente previstas (PB.C.P)

Na fase inicial não é possível prever alguns acontecimentos ou necessidades da população, só sendo possível, na fase de utilização, identificar essas situações, como por exemplo, entradas de edifícios que não existiam na época do projeto, colocação de redes e passagem de tubagens, etc.



Figura 3.81 - Introdução de rede de proteção - Loures



Figura 3.82 - Passagem de tubo enterrado - Loures

Nas (figuras 3.81 e 3.82) existe a necessidade de adaptar a novas condições o pavimento existente.

- **Cargas excessivas nos pavimentos (PB.C.P1)**

Embora este pavimento seja específico para circulação pedonal ou ciclovias, podem existir alterações como entradas para novos edifícios ou garagens ou paragens de autocarros, nas quais devem ser reforçada a estrutura. A máquina modelo S450 iT4 da Bobcat, representada na (figura 3.83), tem um peso operacional 2240 kg, sendo que as rodas não são direcionais, o que causa um esforço extra no pavimento.



Figura 3.83 - Bobcat S450iT4 - Loures - (Bobcat, 2021)

- **Alteração de utilização (PB.C.P2)**

A base em betão poderá ser usada para outras soluções, como por exemplo, um parque infantil ou uma zona de estar (figura 3.84).



Figura 3.84 - Zona para estar - Loures

- **Tabela de verificação com casos práticos**

Na (tabela 3.8) observa-se a verificação com casos práticos de obras existentes, da relação teórica apurada pela consulta da bibliografia. A verificação dos casos e alterações são verificados no capítulo 5.

Tabela 3.8 - Verificação de casos práticos alteração das condições inicialmente previstas

| | PB.C.P1 | PB.C.P2 |
|-----------|---------|---------|
| PB.A.CE1 | | |
| PB.A.CE2 | X | |
| PB.A.CE3 | | |
| PB.A.CE4 | X | |
| PB.A.CE5 | | |
| PB.A.CE6 | | |
| PB. A.CE7 | X | |
| PB.A.TP1 | X | |
| PB.A.TP2 | X | |
| PB. A.TP3 | | |
| PB.A.ZS1 | | |
| PB.A.ZS2 | | |
| PB.A.E1 | X | |
| PB.A.E2 | | |

- **Fichas de anomalias**

Em complemento ao apresentado e de forma sistemática são apresentadas no apêndice 1 fichas de anomalia individuais que incluem informação sobre as causas prováveis, e os níveis de gravidade, diagnóstico e reparação indicada. Estas fichas contêm informação resumida de modo a facilitar a elaboração de relatório tipo para pavimento em betão.

3.4 Conclusão

Este capítulo descreve, resumidamente, as anomalias mais comuns e as causas em pavimento de betão.

O modelo de análise de pavimentos exteriores em betão tem como base a identificação de anomalias e causas, pelo que foram construídas fichas de anomalias relacionando-se as mesmas com as causas e com o diagnóstico, para conhecimento e apoio à escolha do projetista deste tipo de pavimentos.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

DIAGNÓSTICO E REPARAÇÃO EM PAVIMENTOS DE BETÃO

Para a resolução das anomalias nos pavimentos em betão inicia-se o diagnóstico e a reparação, permitindo, a otimização das soluções a aplicar em cada local.

4.1 Diagnóstico em pavimentos pedonais de betão

Para avaliar as anomalias e suas causas, é necessário o uso de sistemas e técnicas de diagnóstico, dos diversos métodos existentes foram considerados os destrutivos e não destrutivos. Estes métodos permitem avaliar a parte funcional do pavimento, sendo que testes mais elaborados podem ser realizados, nomeadamente, no betão ou no solo, no entanto não foi objeto desta dissertação, sendo que as conclusões são satisfatórias para a realidade em estudo.

O diagnóstico tem como base as anomalias e as suas causas estudadas, em capítulos anteriores, sendo os antecedentes de elevada importância, nomeadamente o projeto, a obra e a manutenção.

Inspecionada a obra e identificada a anomalia, observa-se a sua extensão e a urgência de intervenção. A extensão da anomalia possibilita aferir se o fenómeno é localizado ou não.

Após a identificação da anomalia, a escolha do ensaio ou ensaios deverá ser condicionada à extensão da anomalia, a observação visual, possibilita uma escolha de ensaios de menor custo.

Em caso de divergência de resultados, serão executados novos ensaios nos diversos pavimentos para obter uma resposta isenta de erros de análise ou de leitura. A opção por ensaio destrutivo só quando existir divergência relevante entre as partes (dono de obra, projetista e empreiteiro). Para que os dados sejam fidedignos a inspeção visual e a interpretação dos dados, devem ser elaborados por inspetores com experiência comprovada.

Neste capítulo, é proposto um sistema classificativo das técnicas de diagnóstico associadas à interpretação de anomalias de pavimento em betão, as quais são depois objeto de relatório preliminar. As anomalias estão relacionadas com os métodos de diagnóstico e com os aspetos a inspecionar.

4.1.1 Classificação dos métodos de diagnóstico

A opção pelas técnicas de diagnóstico são as destrutivas e não destrutivas. As técnicas não destrutivas são as mais correntes pois apresentam um baixo custo, considerando a aquisição ou o aluguer dos aparelhos de medida, mas os resultados são os pretendidos para os equipamentos escolhidos.

Como o que está em causa é, principalmente, a funcionalidade do pavimento, os ensaios escolhidos permitem completar a informação recolhida no capítulo anomalias e quantificar alguns parâmetros, permitindo aferir se o pavimento ainda tem características funcionais ou não.

Nesta dissertação considera-se os ensaios que permitem avaliar a globalidade das situações em estudo, o ensaio destrutivo tem um elevado custo e necessita de empresa especializada, assim como de meios complementares para aferir os dados recolhidos, em casos mais complexos de divergências, o LNEC, será a instituição mais indicada para proceder a outros tipos de ensaios.

O sistema aqui exposto permite obter com elevada celeridade, dados sobre a forma de um relatório preliminar que permite ao dono de obra decidir o que fazer, ou continuar o processo de inspeção para um relatório definitivo, elaborado por um laboratório credenciado.

Tabela 4.1 - Ensaios *in situ* de pavimento em betão

| PB.TD.ND | ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS |
|-----------------|--------------------------------|
| PB.TD.ND1 | - avaliação da geometria |
| PB.TD.ND2 | - medição de fissuras |
| PB.TD.ND3 | - medição de humidade |
| PB.TD.ND4 | - medição de temperatura |
| PB.TD.ND5 | - percussão |
| PB.TD.D | ENSAIOS DESTRUTIVOS |
| PB.TD.D1 | - caroteadora |

- **Ensaios não destrutivos**

Os ensaios não destrutivos são prescritos após a inspeção visual, assim e conforme a anomalia, serão executados os diagnósticos previstos no apêndice 2.

As inspeções devem ser executadas por inspetores com experiência comprovada, para uma correta identificação das causas prováveis da anomalia.

- **Avaliação de geometria - (PB.TD.ND1)**

A inclinação incorreta do pavimento é a origem de diversas anomalias. A avaliação geométrica é usada na análise de abatimentos, zonas de juntas ou quando existem poças de água ou acumulação de detritos, nomeadamente com os aparelhos das (figuras 4.1 e 4.2).

A verificação das cotas do projeto e inclinações tem elevada importância para estabelecer a origem das anomalias.



Figura 4.1 - Estação total (Leica, 2021)



Figura 4.2 - Inclinómetro (LaserLiner, 2021)

- **Medição de fissuras - (PB.TD.ND2)**

Nos pavimentos em betão exteriores, as fissuras variam com a temperatura e humidade pelo que a medição deve ser feita em períodos do dia, que melhor caracterizem essa variação, de acréscimos da abertura ou deslizamento da fissura.

O comparador de fissuras (figura 4.3), permite quantificar a abertura das fissuras.



Figura 4.3 - Medição de fissuras
(Form+Test, 2022)

- **Medição de humidade - (PB.TD.ND3)**

A variação da humidade é um fator importante no ar e no solo e na superfície pois causa variações volumétricas que são importantes na análise em conjunto com a fissuração.

Após a observação de anomalias considera-se, direta ou indiretamente, relacionados com a presença de humidade, como sejam o empolamento ou outras anomalias em juntas ou

ligações com outros elementos, será realizado um ensaio de medição da humidade. O procedimento para o ensaio consiste no funcionamento do aparelho de medição (humidímetro) que em contacto com o pavimento, informa do valor da humidade superficial (figura 4.4).



Figura 4.4 - Medição da humidade superficial (Wurth, 2022)

- **Medição de temperatura - (PB.TD.ND4)**

A medição de temperatura é utilizada em conformidade com a exposição do pavimento e deve ser efetuada nos picos de manhã e a meio da tarde, poderá ser relevante obter dados do termómetro em diversas alturas do dia. O ensaio consiste na orientação de um feixe infravermelho para um local onde através do termómetro afere-se a temperatura, observa-se na (figura 4.5).



Figura 4.5 - Termómetro infravermelho (Wurth, 2022)

- **Percussão - (PB.TD.ND5)**

Este teste consiste em utilizar um martelo em borracha para que se possa ouvir a alteração sonora, quando uma força de impacto idêntica (será só um operador para cada local), é aplicada em diversos locais do pavimento. São identificadas, assim, possíveis zonas soltas ou com anomalias, nas camadas inferiores do pavimento que não são visíveis.



Figura 4.6 - Martelo de borracha (Ractem, 2022)

- **Ensaio destrutivos - (PB.TD.D1)**

A caroteadora é um ensaio, de elevado custo, e provoca uma destruição do pavimento localizada, pois recorre à extração de amostras (carotes), por intermédio de uma coroa circular diamantada que perfura, com rotação, o pavimento (figura 4.7), permitindo obter, de forma visual, o perfil executado no local analisado.

Este ensaio permite efetuar um exame visual dos carotes para caracterização sucinta do material, recolher amostras para caracterização laboratorial, por exemplo, determinação de resistências mecânicas das camadas subjacentes ao pavimento ou análise microscópica das mesmas. Os furos de extração são, geralmente, tamponados com betão idêntico ao existente, sendo a causa de anomalias imediatas, no entanto dependendo da solução de reparação esta situação poderá ser colmatada.



Figura 4.7- Caroteadora (BDE182 - Eibenstock, 2022)

- **Tabela de verificação com casos práticos**

Na (tabela 4.2) observa-se a verificação com casos práticos de obras existentes, da relação teórica apurada pela consulta da bibliografia, a verificação dos casos e alterações são verificados no capítulo 5.

Tabela 4.2 - Verificação de casos práticos alteração das condições inicialmente previstas

| | PB.TD.ND1 | PB.TD.ND2 | PB.TD.ND3 | PB.TD.ND4 | PB.TD.ND5 | PB.TD.D1 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| PB.A.CE1 | X | X | X | X | X | X |
| PB.A.CE2 | X | X | X | X | X | |
| PB.A.CE3 | | | X | | | |
| PB.A.CE4 | | | | | | |
| PB.A.CE5 | X | X | X | X | X | |
| PB.A.CE6 | | | X | X | | |
| PB. A.CE7 | X | X | X | | X | |
| PB.A.TP1 | X | X | X | | X | X |
| PB.A.TP2 | X | X | | | X | X |
| PB. A.TP3 | X | | X | X | | |
| PB.A.ZS1 | X | X | X | X | X | X |
| PB.A.ZS2 | | | X | X | | |
| PB.A.E1 | X | | | | | |
| PB.A.E2 | | | X | | | |

- **Fichas dos métodos de diagnóstico**

Em complemento dos dados anteriormente expostos, encontram-se no apêndice 2, fichas individuais para os ensaios de diagnóstico em pavimento em betão.

4.2 Reparações

As técnicas correntes para que os pavimentos sejam funcionais são as operações de limpeza, a reposição de planeza, e as juntas.

As reparações nos pavimentos em betão são preventivas quando a sua origem está nas opções em projeto e na fase de obra. As soluções apresentadas neste capítulo são as correntes, no entanto existem situações imprevisíveis. As reparações corretivas são apresentadas de

forma diversa com várias origens, sendo que optou-se por reduzir as operações, simplificando assim os métodos utilizados e reduzindo os custos de reparação. As reparações consideradas vão desde a limpeza até a reconstrução do pavimento.

A limpeza será comum, embora existam particularidades nos tipos de limpeza e em como os executar: por exemplo, um pavimento do tipo ciclovia ou pedonal, dependendo do projeto, pode ser varrido com vassoura mecânica ou aspirado, mas para anular as manchas terá que se utilizar um produto adequado.

Em pavimentos de betão é frequente ver-se este tipo de reparações, nas quais as áreas anómalas são perfeitamente identificadas, os aspetos relacionados com a estética do pavimento são minimizados, quando comparados com os de índole funcional.

As soluções propostas pretendem eliminar as anomalias, embora as medidas indicadas tenham um efeito limitado no tempo pois os materiais têm uma vida útil estimada de 50 anos para o betão, sendo estes valores indicativos e condicionados pela interações com o meio ambiente e a envolvente.

O grau de gravidade das anomalias identificado no apêndice 4 caracteriza a necessidade de intervenção em comparação com a área afetada. Em casos onde as anomalias não afetam a funcionalidade, será necessário equacionar a necessidade de uma intervenção, pois as reparações causam efeitos estéticos.

As soluções de intervenção pretendem essencialmente colmatar ações ocorridas, no entanto, a probabilidade de estas voltarem a ocorrer em muitos casos é elevada, devido à exposição ou até mesmo à utilização, dado que os materiais são sujeitos a ações em elementos exteriores.

O projeto deve integrar a fase de exploração e de manutenção do pavimento incluindo a vida útil estimada de cada solução, para que quem decide opte, conscientemente, pela solução apresentada.

O sistema classificativo das técnicas de reparação e manutenção aplicáveis a pavimento em betão, permite após a identificação da anomalia, repará-la ou reduzir as causas.

4.2.1 Classificação das técnicas de reparação

Com as anomalias e técnicas de diagnóstico identificadas, prescreve-se as técnicas de reparação que se encontram relacionadas com as anomalias, incluindo as técnicas de reparação mais adequadas para cada anomalia.

Propõe-se na (tabela 4.3) as técnicas de reparação para pavimentos em betão.

Tabela 4.3 - Técnicas de reparação em pavimento em betão

| | |
|----------------|---|
| PB.R.SP | - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO |
| PB.R.SP1 | - limpeza do pavimento corrente (m) |
| PB.R.SP2 | - limpeza do pavimento especializada (m) |
| PB.R.J | - JUNTAS |
| PB.R.J1 | - aumento de espessura ou inserção de novas juntas (rc/rp) |
| PB.R.J2 | - substituição do material de preenchimento (rc/m) |
| PB.R.J3 | - remoção de elementos metálicos corroídos (rp) |
| PB.R.J4 | - aplicação de herbicida (m) |
| PB.R.PB | - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO |
| PB.R.PB1 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão (rc) |
| PB.R.PB2 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base (rc) |
| PB.R.PB3 | - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais (rc/rp) |

Adaptado de (Flores-Colen, Brito, & Freitas, 2010), na tipificação da manutenção existem diversos tipos, foi considerado as técnicas de reparação curativas (rc) ou preventivas (rp), e os trabalhos de manutenção (m), especificados de forma a dividir as diversas técnicas de manutenção neste tipo de pavimentos

- **Superfície do pavimento - (PB.R.SP)**

O betão pelas suas características é considerado um pavimento rígido, assim a limpeza pode ser executada de uma forma corrente ou com meios mecânicos.

- **Limpeza do pavimento - (PB.R.SP1)**

Para a limpeza do pavimento e de modo a garantir a utilização do mesmo, propõe-se uma manutenção semanal que consiste na limpeza de folhas e acumulação de finos, com o apoio de um meio mecânico, como por exemplo, uma sopradora ou mesmo uma vassoura mecânica.

Para a limpeza trimestral propõe-se uma lavagem a alta pressão com água fria, com mangueira ou apoio de máquina de jato de água que não deve ter mais de 80 bar, pois pode causar a desagregação do pavimento e limpeza dos órgãos de drenagem.

A limpeza anual inclui-se os seguintes trabalhos: remoção de ervas, folhas, musgo e um tratamento à base herbicida/fungicida equacionando sempre a sua interação com o betão.

Nos pavimentos em betão, a limpeza pode ser executada com meios mecânicos ou não, sendo que, quando aplicados meios mecânicos, devem ser usados em um local de teste e depois expandir a limpeza para toda a zona a limpar, conforme (figura 4.8).



Figura 4.8 - Pavimento em betão falta de limpeza - Loures

- **Limpeza do pavimento especializada - (PB.R.SP2)**

Este tipo de limpeza está mais direcionado para as manchas e pastilhas elásticas que são de difícil remoção, em uma limpeza não especializada. Esta limpeza só terá lugar quando a limpeza corrente não resolver a situação.



Figura 4.9 - Pavimento em betão com mancha - Loures

- **Juntas - (PB.R.J)**

A origem de muitas anomalias está num deficiente planeamento ou execução de juntas, que são um elemento essencial no funcionamento deste pavimento, pelo que se apresentam com diversas tipologias: juntas simples, preenchidas, profundas ou superficiais. Existe uma grande variedade de juntas, no entanto as mais complexas não se aplicam a este tipo de pavimento. Como se pretende que as juntas funcionem conforme projeto estas têm que ser limpas quando necessário, poderá ser efetuado novo esquartelamento ou alteração da dimensão das juntas, dependendo da anomalia, verifica-se na (figura 4.10).



Figura 4.10 - Pormenor de junta em pavimento de betão com anomalia - Loures

- **Aumento de espessura ou inserção de novas juntas - (PB.R.J1)**

O fenómeno de dilatação e contração de pavimento pode ser a causa de quebra das laterais das juntas ou de outras anomalias, sendo, nesse caso, necessário aumentar a espessura das juntas, verifica-se na (figura 4.11).



Figura 4.11 - Pormenor de junta para reparação - Loures

- **Substituição do material de preenchimento - (PB.R.J2)**

Em alguns casos as juntas encontram-se com preenchimento, verifica-se que geralmente o material é um produto com base em silicone ou outro. Este produto tem uma vida útil reduzida, principalmente em pavimentos exteriores, assim torna-se necessária a sua substituição, regular a cada 3 a 4 anos, conforme ilustrado na (figura 4.12).



Figura 4.12 - Junta em silicone em pavimento de betão - Loures

- **Remoção de elementos metálicos corroídos - (PB.R.J3)**

Metais ferrosos têm tendência a apresentar corrosão o que causa dilatações e quebra de ligações com o pavimento em betão, assim as juntas com estes elementos podem ser preenchidas ou não. Os elementos metálicos devem ser tratados ou removidos pois este fenómeno tende a progredir e ser causa de novas anomalias (figuras 4.13 e 4.14).

As peças metálicas tratadas com produtos contra a corrosão são eficazes, no entanto, o custo deste tipo de pintura, galvanização ou caso de aço inox é elevado.



Figura 4.13 - Junta em aço corten - Loures



Figura 4.14 - Junta de tampa de caixa de esgoto - Loures

- **Aplicação de herbicida - (PB.R.J4)**

A aplicação de produtos herbicidas ou fungicidas não deve deixar manchas e deve ser eficaz contra espécies relacionadas. A aplicação destes produtos deve ser executada por pessoal com formação e definida a extensão da área afetada, a possibilidade de aplicação localizada e as condições climatéricas que permitam a eficácia dos produtos (figura 4.15). Após a aplicação e, em conformidade com os produtos aplicados e recomendações, deverá ser executada uma limpeza para remoção dos detritos.



Figura 4.15 - Junta com aplicação de fungicida incolor - Loures

- **Pavimentos contínuos em betão - (PB.R.PB)**

Os pavimentos em betão são constituídos por diversas camadas, entre as quais incluem-se as camadas de base e sub-base dependendo do local. O betão será fabricado e aplicado conforme as normas NP EN 206-1: 2007 e as demais normas aplicáveis em vigor.

- **Substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão - (PB.R.PB1)**

Quando a reparação se verifica na camada ligada de betão a substituição de parte do pavimento nestas zonas limítrofes causa pequenas variações de cor, fica limitada por juntas de dilatação, conforme ilustrado na (figuras 4.16 e 4.17). Um betão novo e outro com alguns anos embora a fórmula seja a mesma as diferenças de cor verificam-se sempre, sendo que com o passar do tempo aproximam-se.



Figura 4.16 - Junta de pavimento existente e zona a reparar - Loures



Figura 4.17 - Zona intervencionada com 1 ano de diferença - Loures

- **Substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base - (PB.R.PB2)**

Sendo a camada superficial neste tipo de pavimento a mais relevante, as camadas inferiores são o suporte do sistema, assim para o sistema de reparação de qualquer camada inferior implica a utilização de máquinas pesadas, para a remoção e reconstrução do pavimento, assim considera-se válido refazer todo o perfil do pavimento garantindo que o sistema funciona.

Nas (figuras 4.18 a 4.21) verifica-se a necessidade de refazer todo o pavimento. A estrutura do pavimento poderá ser afetada por instalações enterradas, como tubos ou cabos enterrados com profundidades desde 0,80 m até 2 m de comprimento.

Portanto, embora seja recomendada a reparação do pavimento em áreas esquarteladas ou em toda a extensão do pavimento, observa-se, frequentemente, a substituição e reparação apenas nas áreas afetadas, resultando num aspeto estético menos agradável (figura 4.19), mas, evidentemente, com custos associados muito inferiores.



Figura 4.18 - Zona a refazer pavimento em betão - Loures



Figura 4.19 - Alteração da rede de esgotos - Loures



Figura 4.20 - Reparação de fundação - Costa da Caparica



Figura 4.21 - Reposição da camada de base e sub-base- Loures

- **Reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais - (PB.R.PB3)**

As reparações, em pontos singulares, e na ligação com outros materiais observa-se a reologia dos materiais a necessidade de juntas, sendo corrente a utilização de equipamento como bancos, papeleiras, poste elétrico, sumidouro, lancis e estátuas.

A fundação destes equipamentos tem uma elevada diversidade, assim existe uma variação localizada na rigidez do perfil tipo do pavimento, sendo causa de anomalias diversas. O material vai desde o aço inox até à madeira, e as profundidades da fundação mudam em conformidade com o equipamento instalado.



Figura 4.22 - Zona singular com pavimento em betão lancis em aço corten e pavimento em borracha - Loures



Figura 4.23 - Sumidouro com fissuração - Loures



Figura 4.24 - Betão de cores diferentes com diferente tempo de secagem e lancil em aço corten - Loures



Figura 4.25 - Estátua em pedra calcária - Loures

- **Tabela de verificação com casos práticos**

Na (tabela 4.4) observa-se a verificação com casos práticos de obras existentes, da relação teórica apurada pela consulta da bibliografia em anexo. A verificação dos casos e alterações são verificados no capítulo 5.

Tabela 4.4 - Verificação de casos práticos

| | PB.R.SP1 | PB.R.SP2 | PB.R.J1 | PB.R.J2 | PB.R.J3 | PB.R.J4 | PB.R.PB1 | PB.R.PB2 | PB.R.PB3 |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| PB.A.CE1 | | | X | | | | | X | |
| PB.A.CE2 | | | X | X | | X | X | | X |
| PB.A.CE3 | X | X | | | | X | | | |
| PB.A.CE4 | | | X | | | | X | | |
| PB.A.CE5 | | | X | X | | | X | | |
| PB.A.CE6 | | X | | | | X | | | |
| PB.A.CE7 | X | X | | | | | X | | |
| PB.A.TP1 | X | | | | | | | X | |
| PB.A.TP2 | | | | | | | | X | X |
| PB.A.T3 | X | X | | X | | X | | | |
| PB.A.ZS1 | X | | X | X | | X | | | |
| PB.A.ZS2 | X | X | | | X | | | | X |
| PB.A.E1 | X | | | | | | X | | |
| PB.A.E2 | X | X | | | | | | | |

- **Fichas de técnicas de reparação**

As fichas para intervenções de reparação de anomalias em pavimento em betão são apresentadas, na totalidade, no apêndice 3.

4.3 Recomendações de manutenção

A degradação do pavimento inicia-se após a receção provisória da obra e durante a sua vida útil, pelo que, para que sejam mantidas as condições iniciais é necessário iniciar um processo de manutenção. A falta de inspeção e intervenções programadas ou corretivas são essenciais para corrigir as anomalias, a falta de limpeza dos pavimentos tem como consequência o agravamento das anomalias e a perda de funcionalidade. A função de um pavimento depende do desempenho de cada um de seus componentes. A prevenção por meio de métodos de inspeção regular prolonga a vida útil e a continuidade funcional. As inspeções periódicas são realizadas tendo como base as anomalias do capítulo 3, e têm como objetivo obter informações sobre o estado de degradação e função do pavimento. O pavimento em betão é objeto de aplicação em passeios, ciclovias, parques urbanos, zonas de estar e de transição, estradas e outros locais. O plano de manutenção e a aplicação das medidas recomendadas, como limpeza regular, significa que existirá uma redução de anomalias.

As ações acidentais e ocorrências diversas como a existência de solos expansivos são as grandes causas de anomalias neste tipo de pavimentos.

Definição de estratégia de manutenção proactiva é uma estratégia de manutenção proactiva aplicada ao betão visa planear as intervenções de acordo com a (tabela 4.5) de tipologia para reduzir a probabilidade de deterioração do pavimento, fazendo com que o seu desempenho fique com os requisitos estabelecidos. A manutenção preditiva envolve a realização de inspeções periódicas para avaliar o estado de degradação do pavimento e o desempenho devido às ações de manutenção, com o objetivo de entender o desempenho em serviço, como uma importante ferramenta para reduzir os custos gerais e encontrar formas, mais eficientes, de reduzir os custos de manutenção. As medidas de manutenção preventiva e preditiva estão incluídas na manutenção proativa, projetada para controlar o processo de degradação e minimizar os custos. Escolher a melhor estratégia de manutenção pode melhorar a alocação de custos e minimizar a perda de desempenho ao longo de todo o ciclo de vida.

Recomendação das ações de manutenção, adaptado de (Cóias, 2004) , a verificação deve conter a deteção de fendas, desgaste, delaminação, assentamentos. A limpeza deve ser feita para a remoção de depósitos, remoção de vegetação, limpeza do sistema de drenagem. As pequenas reparações são a regularização de camada, refechamento de fendas, empolamentos e limpeza das juntas. As grandes reparações são a demolição parcial do pavimento e reconstrução ou a execução de novas juntas. Apresenta-se a (tabela nº 4.5) onde se descreve as ações previstas para um período de 10 anos.

Tabela 4.5 - Programa cronológico para ações preventivas

| Código | Ações / Elemento Fonte de Manutenção | Tipo de Ação | Vida Útil | Periodicidade | | | | | | |
|----------------|---|----------------------|--------------|---------------|---|---|---|---|---|--|
| | | | | M | S | A | B | Q | D | |
| PB.R.SP | - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | | 20 a 30 anos | | | | | | | |
| PB.R.SP1 | - limpeza do pavimento corrente (m) | Limpeza | | x | | | | | | |
| PB.R.SP2 | - limpeza do pavimento especializada (m) | Limpeza | | | x | | | | | |
| PB.R.J | - JUNTAS | | | | | | | | | |
| PB.R.J1 | - aumento de espessura ou inserção de novas juntas (rc/rp) | Reparação Ligeira | | | | x | | | | |
| PB.R.J2 | - substituição do material de preenchimento (rc/m) | Reparação Ligeira | | | | | x | | | |
| PB.R.J3 | - remoção de elementos metálicos corroídos (rp) | Reparação Ligeira | | | | | | x | | |
| PB.R.J4 | - aplicação de herbicida (m) | Aplicação de produto | | | x | | | | | |
| PB.R.PB | - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | | | | | | | | |
| PB.R.PB1 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão (rc) | Substituição | | | | | x | | | |
| PB.R.PB2 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base (rc) | Substituição | | | | | | | x | |
| PB.R.PB3 | - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais (rc/rp) | Substituição | | | | | | x | | |

Legenda:
M - Mensal; S - semestral; A - anual; B - bienal; Q - quinquenal; D - decenal
Técnicas de reparação curativas (rc) ou preventivas (rp), e os trabalhos de manutenção (m)

Adaptado de (Nunes, 2005), é necessário garantir que os trabalhos atuais de manutenção e limpeza sejam fáceis de limpar e manter, para que o sistema apresente uma aparência satisfatória durante a vida útil.

Na (figura 4.26) pretende-se demonstrar que o valor da máxima degradação possível depende da manutenção e proteção, prolongando assim a vida útil. A vida útil dependerá das ações que o pavimento suportará, ataque químico, físico e mecânico e da escolha do perfil do tipo de pavimento pedestre ou ciclovia.

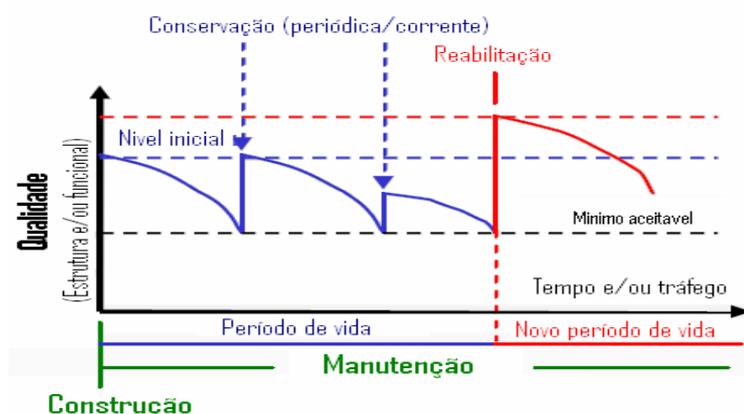


Figura 4.26 - Evolução das condições de serviço de um pavimento rodoviário (Neves, 2007)

As principais condições para este tipo de pavimento serão a aproximação às cores existentes, a facilidade de remoção de parte do pavimento, já que o piso é esquadrelado, o que facilita sua execução. As juntas devem ser reparadas ou refeitas.

A desvantagem do betão fresco em reparações são os diferentes estágios de retração entre o material original e o betão novo (aumento da tensão de tração nas superfícies de contato e, portanto, uma tendência a reduzir a adesão e eventualmente fendilhamento). Para melhor aderência e controle de retração, usa-se betão com maior resistência à compressão (> 5 MPa) do que o betão existente, com uma proporção de água substancialmente menor, cimento com adjuvantes, plastificantes/superplastificantes, deve-se ter um cuidado especial na cura, em áreas de ligação localizada, devem ser formadas irregularidades para obter uma superfície rugosa para melhor adesão.

Nos pavimentos em betão, propõe-se que a cada 6 meses a verificação da ausência de processos patológicos tais como erosão mecânica, erosão química, fendilhamento, humidades e a cada 2 anos a inspeção do pavimento com revisão das juntas e reparação das anomalias.

Devem ser evitados os produtos abrasivos e objetos perfurantes que possam riscar, romper ou deteriorar o pavimento, assim como evitada a queda de objetos perfurantes ou pesados que possam descascar ou romper a superfície de acabamento. Periodicamente devem limpar o pavimento e anualmente aplicarem detergentes neutros diluídos em água.

Na rede de drenagem pluvial, as caixas de pavimento ou sumidouros e as tampas devem estar sempre acessíveis para que as operações de manutenção possam ser realizadas de forma cómoda. Sempre que verificarem-se obstruções ou se produza uma diminuição apreciável do caudal de evacuação, deverão ser revistos e desentupidos os sumidouros e caixas. A manutenção deve ser executada por um profissional com qualificações para o efeito, sendo proposta uma limpeza das caixas e ramais, no final do verão.

Nas ligações com outros elementos, no caso dos lancis, a cada 5 anos deve ser feita uma inspeção visual, observando o aparecimento em alguma zona de peças partidas, fendilhadas ou desprendidas, procedendo-se à recolocação ou substituição.

As recomendações e critérios adaptados de (Neves, 2007) alertas de risco devem ser analisadas nas seguintes situações, como alertas para possíveis anomalias: não ultrapassar as cargas máximas previstas, não utilizar como aguarrás, lixívia, amoníacos ou outros detergentes dos quais se desconheça se possuem substâncias que possam prejudicar o pavimento ou as suas juntas, não utilizar ácidos, não alterar a instalação sem parecer técnico.

No caso da utilização de veículos pesados como guindastes ou camiões, deve ser previsto um caminho pelo técnico responsável.

O fornecimento de informações a integrar na compilação técnica e/ou projeto de execução, deve conter informações das características dos pigmentos e do betão, assim como a mistura utilizada para a execução do betão. O prazo de validade dos pigmentos faz com que não seja um produto armazenável por um longo período, alguns produtores apresentam um prazo de 18 a 36 meses.

A capacidade de autolimpeza do betão é um fator muito importante pois em espaço público, permite, com uma limpeza, a utilização funcional, sendo que as propriedades do betão fazem um material fiável e uma solução ótima para espaços onde não se preveja uma intervenção a curto prazo.

4.4 Conclusão

Para os principais ensaios de diagnósticos relacionados com a inspeção em pavimento em betão, optou-se por, uma divisão em ensaios destrutivos e não destrutivos, tendo as prescrições dos ensaios resultado numa elevada quantidade de ensaios não destrutivos.

Se os ensaios especificados neste capítulo não forem conclusivos, podem ser feitos outros ensaios, nomeadamente de materiais com recurso a laboratórios credenciados como o LNEC.

As técnicas de diagnóstico introduzidas neste capítulo estão relacionadas às anomalias propostas anteriormente, e serão descritos em relatório preliminar.

As principais medidas de reparação de pavimento em betão foram descritas, tendo sido construídas as fichas de reparação, apresentadas no apêndice 3. Com a tipificação das reparações o dono de obra, rapidamente, consegue avaliar as reparações necessárias para iniciar um procedimento para reparação de um determinado pavimento pelo que deve-se garantir um bom desempenho dos pavimentos em betão e investir na manutenção e na reparação preventiva, de forma a minimizar a ocorrência de anomalias.

O LCC (life cycle cost) do pavimento em betão deve ser feito para que a escolha de uma solução seja a mais económica, tanto a nível da seleção da tipologia mais adequadas às exigências funcionais do espaço, como ao nível do controlo de qualidade dos materiais e cuidados na aplicação, sobretudo nos pontos singulares do pavimento.

As soluções são simplificadas tendo em consideração a mão de obra especializada a capacidade de as instituições obterem materiais e equipamentos, sendo que a melhor solução de reparação tem como base um estudo económico onde se cumprem as normas e as especificações assim como as boas regras da arte.

Neste capítulo verificou-se o sistema proposto em obras inspecionadas.

5.1 Introdução

O objetivo do capítulo é a verificação do sistema proposto e a análise de dados obtidos em obras. Da observação realizada iremos concluir qual a melhor solução de esquartelamento para cada local e soluções em futuras obras. O método a considerar tem como base a observação visual comparativa de anomalias e diagnóstico, para a escolha do tipo de reparação.

As fichas de inspeção e de validação e o relatório preliminar, permitem ao utilizador fornecer uma resposta preliminar imediata. Após a conclusão da inspeção, obtém informação do que fazer e quanto custa, permitindo uma decisão do dono de obra.

O relatório preliminar é evolutivo, visto que à medida que o número de inspeções aumenta, também amplia a base de dados, que irá fornecer valores realistas a serem considerados em projetos futuros.

A base da observação de casos verificados para esta dissertação são apresentados na (figura 5.1), nas zonas de Loures, Lisboa e Vila Franca de Xira.

Na (tabela 5.1) identifica-se os locais e os dados adquiridos, localização, função, área, data de construção e data da inspeção.



Figura 5.1 - Zona de obras inspecionadas Loures, Lisboa e Vila Franca

Tabela 5.1 - Descrição dos locais inspecionados

| Nº de ficha de Obra | Designação | Localidade | Betão | Descrição | Área Total (m²) | Ano de Construção | Data da Inspeção |
|---------------------|--|---------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| FI01 | Rua José Gomes Ferreira - Fânqueiro - Loures | Loures | Betão C20/25 | Campo de Jogos com zona de estadia | 765 | 2019 | 07/01/2022 |
| FI02 | Avenida Major Rosa Bastos | Loures | Betão C20/25 pigmentado | Parque e Zona de Estadia | 3597 | 2009 | 12/01/2022 |
| FI03 | Urbanização Solcasa | Bucelas | Betão C20/25 pigmentado | Campo de Jogos com zona de estadia | 320 | 2013 | 10/01/2022 |
| FI04 | Cemitério Paroquial | Bucelas | Betão C20/25 pigmentado | Cemitério | 3450 | 2009 | 10/01/2022 |
| FI05 | Infantado - Loures | Loures | Betão drenante pigmentado | Caminho | 1480 | 2020 | 07/01/2022 |
| FI06 | Rua 25 de Abril - Jardim - Mosca- vide | Loures | Betão desativado | Zona de Estadia | 154 | 2010 | 07/01/2022 |
| FI07 | Expo 98 - Alameda dos Oceanos | Lisboa | Betão C20/25 | Via pedonal com Parque Urbano | 26934 | 1998 | 21/01/2022 |
| FI08 | Campo Grande | Lisboa | Betão drenante pigmentado | Parque | 8250 | 2018 | 15/01/2022 |
| FI09 | Portela | Loures | Betão C20/25 pigmentado | Parque Urbano | 2360 | 2009 | 03/12/2021 |
| FI10 | Casal do Freixo - Vialonga | Vila Franca de Xira | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 972 | 2002 | 15/01/2022 |
| FI11 | Via Rara | Loures | Betão C20/25 | Parque Urbano | 550 | 2004 | 12/01/2022 |
| FI12 | Apelação Caminho Pedonal | Loures | Betão drenante pigmentado | Caminho | 1350 | 2019 | 01/02/2022 |
| FI13 | Azinhaga da Alfarrobeira - Frielas | Loures | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 588 | 2008 | 02/02/2022 |
| FI14 | Parque Desportivo de Camarate | Camarate | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 1480 | 2002 | 02/02/2022 |
| FI15 | Parque da Cidade - Loures | Loures | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 972 | 2001 | 15/01/2022 |
| FI16 | São Julião do Tojal | Loures | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 588 | 2008 | 03/02/2022 |
| FI17 | Granja Vialonga | Vila Franca de Xira | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 850 | 2008 | 03/02/2022 |
| FI18 | Morgado - Vialonga | Vila Franca de Xira | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 1100 | 2008 | 04/02/2022 |
| FI19 | Parque Vialonga | Vila Franca de Xira | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 1180 | 2018 | 04/02/2022 |
| FI20 | Quintanilho | Vila Franca de Xira | Betão C20/25 | Campo de Jogos | 1380 | 2002 | 05/02/2022 |

No âmbito da dissertação observou-se o betão, com ou sem pigmentos, o betão drenante e o betão desativado.

5.2 Plano de inspeção

Nas inspeções os dados a obter deverão informar das condições no local, do estado do tempo e a temperatura ambiente.

Os dados recolhidos são introduzidos numa folha de cálculo, para sistematização e tipificação de relatório preliminar tipo.

A manutenção e o LCC (live cost cycle) devem ser verificados e atualizados no plano de manutenção, existente nas instituições, para que alguns destes custos não sejam uma surpresa e sim um valor cabimentado para este efeito.

- **Planta do local e mapeamento**

A planta do local constará no processo do dono de obra, no entanto poderão ser recolhidas com a ajuda do "Google Earth" ou outro aplicativo.

Optou-se por uma área modelar base de até 50 m² para que os dados adquiridos sejam todos validados dentro do mesmo padrão, a obra será dividida na quantidade de módulos necessários, tendo como objetivo facilitar o operador do sistema e a localização de anomalias.

O sistema de inspeção inspeciona toda a área da obra, assinalando as anomalias e caso não exista anomalia, num determinado módulo, não origina uma ficha de validação, sendo só contabilizado para a área total.

Permitindo assim obter dados comparáveis e fidedignos para cada obra e entre várias obras. Sendo que as idades da obra variam assim como outros fatores, também permite ver a evolução de anomalias com a idade do betão.

- **Esquartelamento**

O esquartelamento tipo para a redução de anomalias é importante, pois permite ao projetista ou ao empreiteiro, obter dados para a execução de juntas que tiveram a melhor resposta nos casos padrão.

A solução tem como base uma modelação de 3 x 3 metros, entre 3 x 3 metros e 5 x 5 metros e superior a 5 x 5 metros, sendo que o betão apresenta um coeficiente de dilatação linear, com uma variação entre 6×10^{-6} a 15×10^{-6} metros por grau (°C) dependendo do tipo de agregados e da humidade. Para efeitos de cálculo, e nos casos correntes o coeficiente de dilatação térmica do betão e do aço poderá se considerar igual a $\alpha = 10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ em (Figueiras, 1997).

Tabela 5.2 - Dilatação linear / esquadramento

| Variação °C | Dilatação Linear | mm/m | Esquadramento 3 m lineares (mm) | Esquadramento 5 m lineares (mm) | Esquadramento 10 m lineares (mm) |
|-------------|------------------|------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 11 | 0,00011 | 0,11 | 0,33 | 0,55 | 1,1 |
| 12 | 0,00012 | 0,12 | 0,36 | 0,6 | 1,2 |
| 13 | 0,00013 | 0,13 | 0,39 | 0,65 | 1,3 |
| 14 | 0,00014 | 0,14 | 0,42 | 0,7 | 1,4 |
| 15 | 0,00015 | 0,15 | 0,45 | 0,75 | 1,5 |
| 16 | 0,00016 | 0,16 | 0,48 | 0,80 | 1,6 |
| 17 | 0,00017 | 0,17 | 0,51 | 0,85 | 1,7 |
| 18 | 0,00018 | 0,18 | 0,54 | 0,90 | 1,8 |
| 19 | 0,00019 | 0,19 | 0,57 | 0,95 | 1,9 |
| 20 | 0,00020 | 0,20 | 0,60 | 1 | 2 |
| 21 | 0,00021 | 0,21 | 0,63 | 1,05 | 2,1 |
| 22 | 0,00022 | 0,22 | 0,66 | 1,10 | 2,2 |
| 23 | 0,00023 | 0,23 | 0,69 | 1,15 | 2,3 |
| 24 | 0,00024 | 0,24 | 0,72 | 1,20 | 2,4 |
| 25 | 0,00025 | 0,25 | 0,75 | 1,25 | 2,5 |
| 26 | 0,00026 | 0,26 | 0,78 | 1,30 | 2,6 |
| 27 | 0,00027 | 0,27 | 0,81 | 1,35 | 2,7 |
| 28 | 0,00028 | 0,28 | 0,84 | 1,40 | 2,8 |
| 29 | 0,00029 | 0,29 | 0,87 | 1,45 | 2,9 |
| 30 | 0,00030 | 0,30 | 0,9 | 1,50 | 3 |

As variações de temperatura podem ser qualificadas de acordo com o EC1, podendo variar entre - 5 °C e 45 °C, sendo que considerou-se na (tabela 5.2) uma variação de 19°C, para demonstrar a variação da dimensão das juntas.

Observa-se que, teoricamente, a dilatação do betão, independentemente, do formato do esquadramento as variações de volumetria são consideráveis para painéis de 5 metros com a dilatação de 1 mm, esta variação é diária.

- **Ficha de inspeção de obra**

A ficha de inspeção de obra pretende obter os dados disponíveis, poderá existir dificuldade em obter dados de projeto e obra, principalmente, quando existam alterações durante a vida útil da obra. No apêndice 5 encontra-se um modelo para a sistematização dos dados apurados.

- **Ficha de validação de anomalias**

As fichas de validação sistematizam as anomalias, causas prováveis, diagnóstico e reparação, para uma análise preliminar da obra.

As fichas foram elaboradas em Excel para ser possível uma análise sistematizada dos acontecimentos visualizados, também foi criado um padrão de forma a garantir que os dados colhidos são uniformes, logo comparáveis, sendo criado uma ficha resumo por obra com parâmetros indicativos para cada local e condicionantes. No apêndice 5 encontra-se um modelo para a sistematização dos dados apurados.

- **Relatório preliminar**

O relatório preliminar tipo permite realizar as inspeções de forma modelar para os pavimentos em betão. Este relatório fornece informação sobre uma obra e dependendo da sua periodicidade é um elemento a considerar na manutenção. Algumas anomalias mais graves podem necessitar de ensaios complementares que não se encontram incluídos nesta solução, nomeadamente os ensaios de betão que poderão ser executados durante a obra ou posteriormente no caso de carotes. No apêndice 5 encontra-se um modelo para a sistematização dos dados apurados.

No final do relatório preliminar será possível aferir o custo associados a cada reparação, sendo um resumo dos locais por obra, assim como a urgência de reparação, com base nos dados fornecidos pelas fichas de reparação.

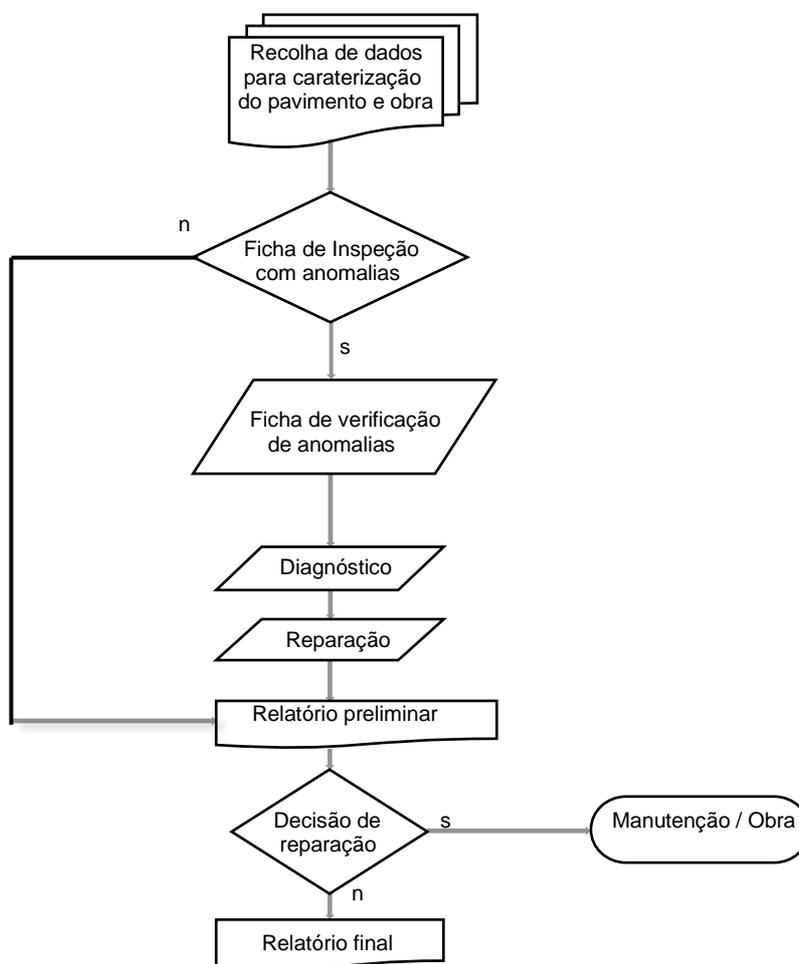


Figura 5.2 - Fluxograma do relatório preliminar

5.3 Verificação do sistema com base em casos de obra

No início do trabalho foi elaborada uma matriz teórica conforme apêndice 6, para que durante o trabalho de inspeção fossem validadas as correlações com base teórica, posteriormente, foi criada uma matriz com casos verificados em inspeções em obras. Destas duas matrizes foi possível comparar as mesmas e verificar os resultados. O critério de validação foi 100 casos observados, que corresponde a 1/3 de todos os casos, como proposta de alteração à matriz teórica, assim foi criada uma matriz de validação dos dados adquiridos pelo que se apresenta no apêndice 5.

A inspeção desenvolvida permitiu a recolha de dados resultantes de uma amostragem aleatória em 20 localizações, sendo inspecionados passeios, caminhos, parques e campos de jogos. Nestes espaços foram identificados (385 fichas de anomalias), numa área global de 58320 m². A diversidade e o tipo de betão permitiram identificar, de forma clara, as anomalias escolhidas validando o sistema, as causas prováveis, métodos de diagnóstico e reparação de acordo com os capítulos 3 e 4 do presente documento. A área total a intervir conforme plano de manutenção foi de 7407 m² representando um valor indicativo de 13% do total das obras, a área total a intervir com urgência com 2584 m² representa 4% do total. Relativamente a zonas, em zona corrente com 993 casos, zona periférica com 1198 casos, zonas singulares com 77 casos e juntas com 309 casos. A largura das fissuras observadas em média é de 3 mm. No valor estético das zonas afetadas observou-se com um fator alto foi de 501 casos e com um fator médio/baixo, de 1744 casos. No esquarteamento até 3 x 3 metros foram apurados 1516 casos, no esquarteamento entre 3 x 3 até 5 x 5 metros com 497 casos e com esquarteamento superior a 5 x 5 metros com 452 casos. O relatório preliminar foi elaborado numa ótica do dono de obra, que permita uma tomada de decisão quanto à urgência de reparação.

A base do sistema foi elaborada no programa Microsoft Excel, sendo produzida uma folha tipo que permite identificar as anomalias, as causas, o diagnóstico e as reparações necessárias, para que o pavimento se mantenha funcional durante o período de vida útil, criando uma base de dados para análise em futuros projetos.

5.3.1 Verificação do sistema classificativo das anomalias

As anomalias escolhidas têm como base as obras realizadas e observações em obra, assim como bibliografia consultada. Das obras inspecionadas resultaram (385 fichas de anomalias, com 2711 anomalias) de 20 obras com uma área total de 58320 m², o que resulta

numa média por área de 151 m² por ficha de anomalia. Assim e considerando a amostra, algumas anomalias ocorrem em simultâneo num módulo de 50 m². A (tabela 5.3) apresenta o número de casos observados e as frequências relativas das anomalias.

Tabela 5.3 - Amostra e frequência relativa de anomalias

| | | Amostra (casos) | Frequência Relativa |
|----------------|---|-----------------|---------------------|
| PB.A.CE | - Anomalias na camada exterior do pavimento | 1450 | 54% |
| PB.A.CE1 | - empolamento | 147 | 5% |
| PB.A.CE2 | - fissuração | 258 | 10% |
| PB.A.CE3 | -manchas | 366 | 14% |
| PB.A.CE4 | - desgaste | 57 | 2% |
| PB.A.CE5 | - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica | 210 | 8% |
| PB.A.CE6 | - perda de cor | 156 | 6% |
| PB.A.CE7 | - acumulação de detritos / água | 256 | 9% |
| PB.A.TP | - Anomalias que afetam todo o sistema do pavimento | 392 | 14% |
| PB.A.TP1 | - abatimentos | 114 | 4% |
| PB.A.TP2 | - fendilhamento em malha ou blocos | 91 | 3% |
| PB.A.TP3 | - vegetação parasitária | 187 | 7% |
| PB.A.ZS | - Anomalias em zonas singulares do pavimento | 647 | 24% |
| PB.A.ZS1 | - juntas | 348 | 13% |
| PB.A.ZS2 | - ligação com outros elementos | 299 | 11% |
| PB.A.E | - Anomalias estéticas | 217 | 8% |
| PB.A.E1 | - deficiências de planeza ou superfície irregular | 84 | 3% |
| PB.A.E2 | - alteração de cor localizada | 133 | 5% |

Na (tabela 5.3) verifica-se as anomalias mais relevantes acima dos 200 casos, a PB.A.CE2 - fissuração, a PB.A.CE3 - manchas com o maior número de casos de 366, a PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica com 210 casos, a PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água com 256 casos, a PB.A.ZS1 - juntas com 348 casos e a PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos com 299 casos, as manchas são o maior número de ocorrências que foi verificado também por falta de limpeza do pavimento ou de limpeza especializada.



Figura 5.3 - Número de casos por anomalia tipo

Da observação da (figura 5.3) verifica-se que as anomalias tipo, que na camada exterior do pavimento são as mais relevantes com cerca de 54% do total, as anomalias que afetam todo o sistema do pavimento com 14%, anomalias em zonas singulares do pavimento com 24% e anomalias estéticas com 8%.

Nas anomalias onde observou-se menos ocorrências, não significa que não devam ser consideradas, pois foi verificada a sua existência em pelo menos uma situação. Nas inspeções desenvolvidas, consideram-se validadas as opções tomadas na escolha de anomalias, sendo que não se observou nenhuma anomalia que não fosse enquadrada no sistema classificativo proposto.

5.3.2 Verificação do sistema classificativo das causas

Na mesma lógica de tratamento de dados para a validação das anomalias, as causas apresentaram, uma amostra total 20365 causas identificadas no total de 2711 anomalias, das quais resulta uma média de 7,5 causas prováveis por anomalia, nas figuras seguintes são apresentadas as causas verificadas como totais na (tabela 5.4), conforme capítulo 3.

Na (tabela 5.4) verificou-se que a amostra de causas com valores superiores a 1000 casos, PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento, com 1031 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo com 1623 casos, sendo esta a causa mais relevante na escolha da solução de pavimento, PB.C.EE1- utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados de projeto, PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos protegidos com 1287 casos, PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 1575 casos e PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou zonas adjacentes com 1720 casos, sendo esta causa a com o maior número de casos.

Tabela 5.4 - Número de causas e frequência relativa

| | | Amostra (casos) | Frequência Relativa |
|----------------|--|-----------------|---------------------|
| PB.C.EP | - ERROS DE PROJETO | 6111 | 30% |
| PB.C.EP1 | - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | 1031 | 5% |
| PB.C.EP2 | - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | 952 | 5% |
| PB.C.EP3 | - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | 794 | 4% |
| PB.C.EP4 | - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | 952 | 5% |
| PB.C.EP5 | - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | 759 | 4% |
| PB.C.EP6 | - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | 1623 | 8% |
| PB.C.EE | - ERROS DE EXECUÇÃO | 6684 | 33% |
| PB.C.EE1 | - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | 1424 | 7% |
| PB.C.EE2 | - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | 450 | 2% |
| PB.C.EE3 | - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | 309 | 2% |
| PB.C.EE4 | - desrespeito pelo tempo secagem / presa | 190 | 1% |
| PB.C.EE5 | - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | 470 | 2% |
| PB.C.EE6 | - preenchimento de juntas com areia e sujidades | 956 | 5% |
| PB.C.EE7 | - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | 909 | 4% |
| PB.C.EE8 | - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | 689 | 3% |
| PB.C.EE9 | - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | 1287 | 6% |
| PB.C.AC | - AÇÕES DE ACIDENTE | 1197 | 6% |
| PB.C.AC1 | - choque contra o pavimento | 548 | 3% |
| PB.C.AC2 | - Circulação de veículos pesados | 410 | 2% |
| PB.C.AC3 | - Instalações enterradas | 239 | 1% |
| PB.C.AM | - AÇÕES AMBIENTAIS | 3045 | 15% |
| PB.C.AM1 | - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | 1575 | 8% |
| PB.C.AM2 | - lixiviação dos materiais das juntas | 490 | 2% |
| PB.C.AM3 | - ação biológica | 980 | 5% |
| PB.C.M | - FALHAS DE MANUTENÇÃO | 2631 | 13% |
| PB.C.M1 | - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | 1720 | 8% |
| PB.C.M2 | - limpeza incorreta do pavimento | 911 | 4% |
| PB.C.P | - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS | 697 | 3% |
| PB.C.P1 | - cargas excessivas nos pavimentos | 544 | 3% |
| PB.C.P2 | - alteração de utilização | 153 | 1% |



Figura 5.4 - Percentagem das principais causas tipo

Na (figura 5.4) é apresentada a percentagem das principais causas tipo, os erros de execução com 33% do total e os erros de projeto com 30% dos casos. As falhas de manutenção com 13% e as ações ambientais com 15% são consideráveis. Com um número reduzido de

casos temos as ações de acidente com 6% e as alterações das condições inicialmente previstas, com valores reduzidos no entanto superiores a 1%, sendo validadas as causas principais tipo.

5.3.3 Verificação do sistema classificativo dos diagnósticos

Os métodos de diagnóstico identificados de acordo com o capítulo 4, verificou-se um total de 6989 métodos de diagnósticos recomendados, com 6519 métodos não destrutivos e métodos destrutivos 470 casos.

Os métodos não destrutivos permitem aferir rapidamente alguns dados essenciais para uma análise preliminar e concluir sobre a urgência de uma resposta, em caso de necessidade de uma reparação, salienta-se a avaliação geométrica, quando existe risco de queda de nível.

Tabela 5.5 - Ensaios e frequência relativa

| | | Amostra (casos) | Frequência Relativa |
|------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|
| END | ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS | 6519 | 93% |
| PB.TD.ND1 | - avaliação da geométrica | 1199 | 17% |
| PB.TD.ND2 | - medição de fissuras | 1123 | 16% |
| PB.TD.ND3 | - medição de humidade | 2231 | 32% |
| PB.TD.ND4 | - medição de temperatura | 1218 | 17% |
| PB.TD.ND5 | - percussão | 748 | 11% |
| ED | ENSAIOS DESTRUTIVOS | 470 | 7% |
| PB.TD.D1 | - caroteadora | 470 | 7% |

Na (tabela 5.5) e da análise dos dados, resulta a conclusão que os métodos não destrutivos são os mais aplicados e permitem obter informação, para questões atuais e futuras, pois a obtenção de dados será sempre uma mais valia.

5.3.4 Verificação do sistema classificativo das reparações

As técnicas de reparação foram identificadas com as questões levantadas pelas anomalias, causas e diagnóstico, sendo que este tipo de pavimento e pela sua exposição ao clima e poluição, assim como ações diversas, observou-se que os métodos descritos enquadraram-se nas observações e nas obras e reparações já executadas.

Verificou-se que a limpeza do pavimento com 1339 casos que representa uma reparação, enquadra-se numa manutenção programada e a limpeza especializada com 646 casos que se encontra relacionada, principalmente, com as pastilhas elásticas e manchas de óleo, etc. As juntas causam anomalias diversas, ou seja, pela falta de juntas com 1498 casos. A substituição parcial ou total do pavimento em betão dos casos inspecionado são 1014 casos.

Tabela 5.6 - Número de casos e frequência relativa

| | | Amostra (casos) | Frequência Relativa |
|----------------|--|-----------------|---------------------|
| PB.R.SP | - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | 1339 | 35% |
| PB.R.SP1 | - limpeza do pavimento corrente | 693 | 18% |
| PB.R.SP2 | - limpeza do pavimento especializada | 646 | 17% |
| PB.R.J | - JUNTAS | 1498 | 39% |
| PB.R.J1 | - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | 922 | 24% |
| PB.R.J2 | - substituição do material de preenchimento | 134 | 3% |
| PB.R.J3 | - remoção de elementos metálicos corroídos | 114 | 3% |
| PB.R.J4 | - aplicação de herbicida | 328 | 9% |
| PB.R.PB | - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | 1014 | 26% |
| PB.R.PB1 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | 460 | 12% |
| PB.R.PB2 | - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | 352 | 9% |
| PB.R.PB3 | - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | 202 | 5% |

Na (tabela 5.6) apresenta-se o número de casos de reparações com incidência de PB.R.SP1 - limpeza do pavimento com 693 casos, a PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada 646 casos, PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas com 922 casos e a PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão com 460 casos.

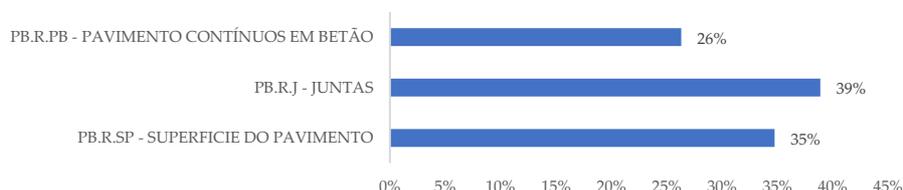


Figura 5.5 - Percentual de reparações tipo

Verificou-se que na (figura 5.5) o percentual de reparação tipo, PB.R.SP - superfície do pavimento com 35% dos casos, a PB.R.J - juntas com 39% de casos, PB.R.PB - pavimento contínuo em betão com 26%.

5.4 Tratamento de dados de casos de obra

Nos dados recolhidos serão consideradas as relações propostas, nomeadamente, anomalias, causas, diagnósticos e reparações com o esquartelamento existente, criando assim um modelo para análise futura. No futuro os índices obtidos permitirão, ao inspetor, obter dados permitindo comparar inspeções futuras.

A análise elaborada verifica a existência de relação entre as anomalias, causas, diagnóstico e reparação validando as escolhas teóricas iniciais, sendo validado o sistema apresentado.

5.4.1 Anomalias

A relação das anomalias com o esquadramento é essencial conhecer esta relação para poder aferir *in situ* qual a melhor escolha para causar menores anomalias em futuros projetos e reparações.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.CE1 - Empolamento**

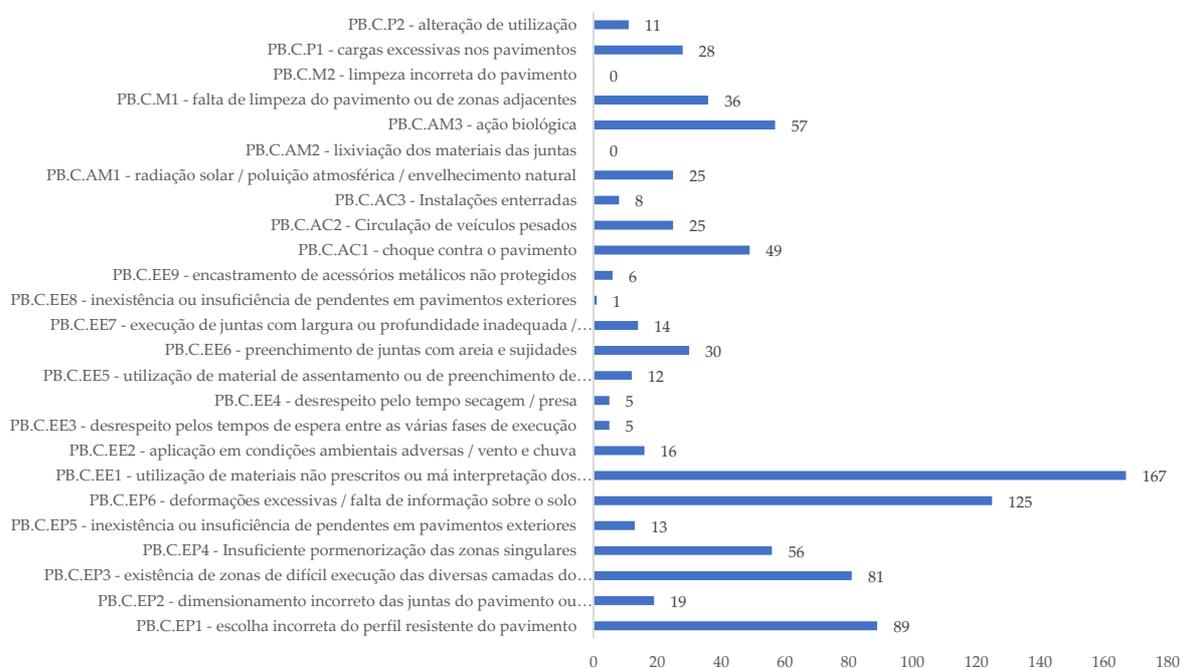


Figura 5.6 - Relação PB.A.CE1 - empolamento / causas

Da análise da (figura 5.6) consideraram-se relevantes as causas desta anomalia PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento com 89 casos, PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento com 81 casos, a PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo, com 125 casos e PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto com 167 casos, são as mais relevantes.

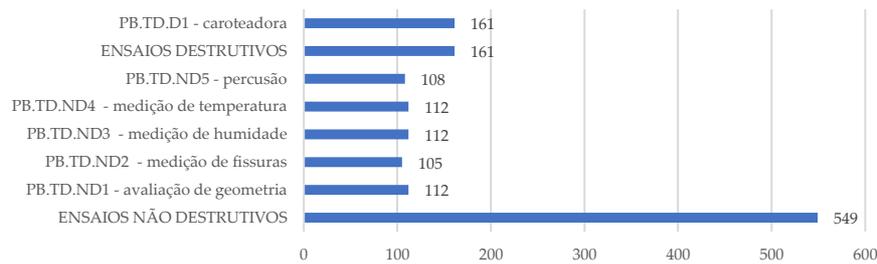


Figura 5.7 - Relação PB.A.CE1 - empolamento / diagnóstico

Verifica-se grande incidência de casos para ensaios não destrutivos na (figura 5.7), para ensaios destrutivos PB.TD.D1 - caroteadora, identificou-se 161 casos.



Figura 5.8 - Relação PB.A.CE1 - empolamento / reparação

Na (figura 5.8) observa-se o maior número de caso na PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base com 125 casos.

Na (figura 5.9) observa-se PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas com 229 casos, PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares com 195 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo com 208 casos, PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto com 117 casos, PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa com 122 casos, PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada com 150 casos, PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades com 227 casos, PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas com 251 casos, PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores com 152 casos, PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 216 casos, PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 214 casos e PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 152 casos.

- Dados de obras para a anomalia - PB.A.CE2 – Fissuração**

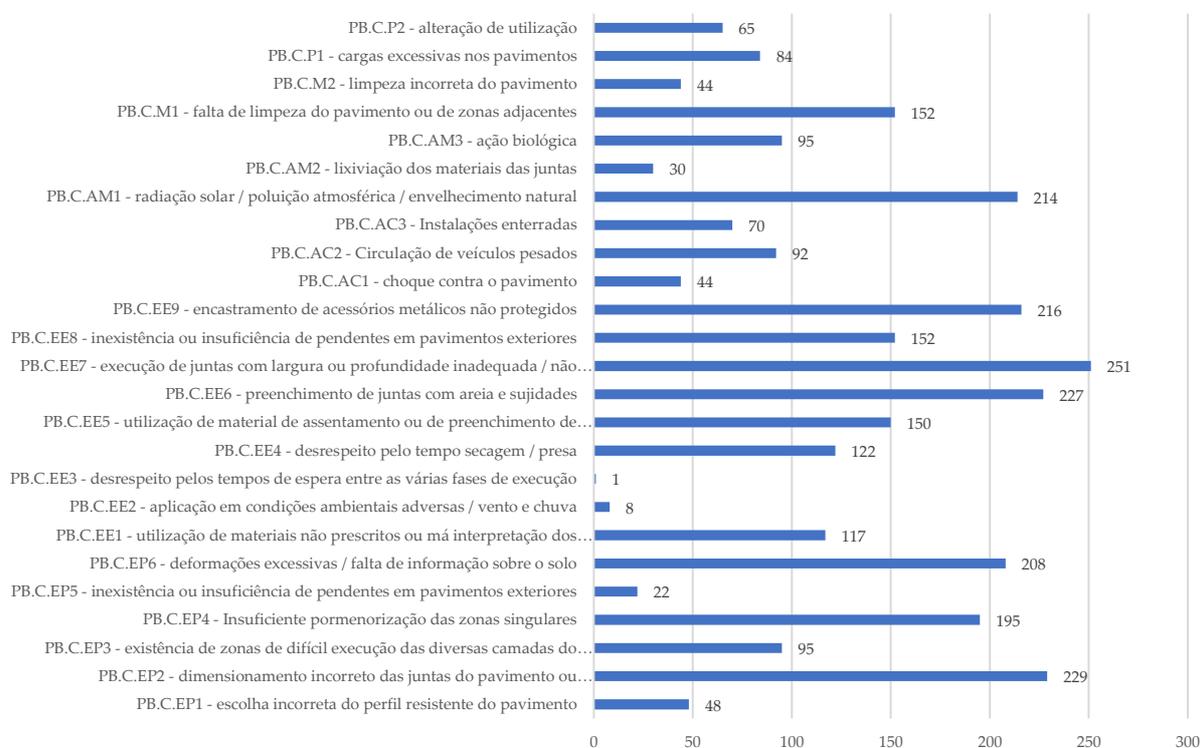


Figura 5.9 – Relação - PB.A.CE2 – fissuração / causas

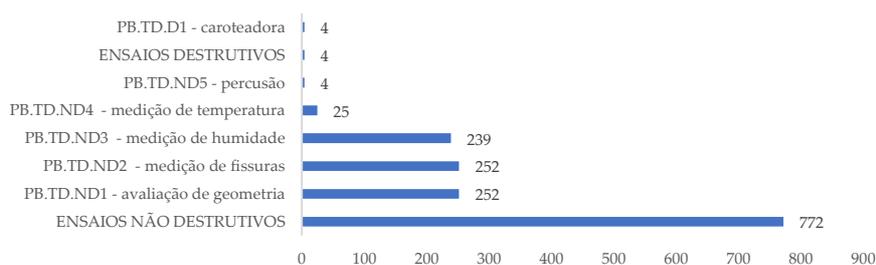


Figura 5.10 – Relação PB.A.CE2 – fissuração / diagnóstico

Na (figura 5.10) observa-se a maior incidência no diagnóstico PB.TD.ND1 - avaliação da geometria com 252 casos, PB.TD.ND2 - medição de fissuras com 252 casos e PB.TD.ND3 - medição de humidade com 239 casos.



Figura 5.11 - Relação PB.A.CE2 - fissuração / reparações

Na (figura 5.11) a medida de reparação PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas com 244 casos é a mais relevante.

As causas das fissuras são diversas desde a falta de limpeza que colmata as juntas até à inexistência de juntas, ou à sua ineficiente execução. A avaliação da dimensão das fissuras é relevante e permite o conhecimento da evolução das mesmas no tempo. A recomendação será a inserção de novas juntas.

- Dados de obras para a anomalia - PB.A.CE3 - Manchas**

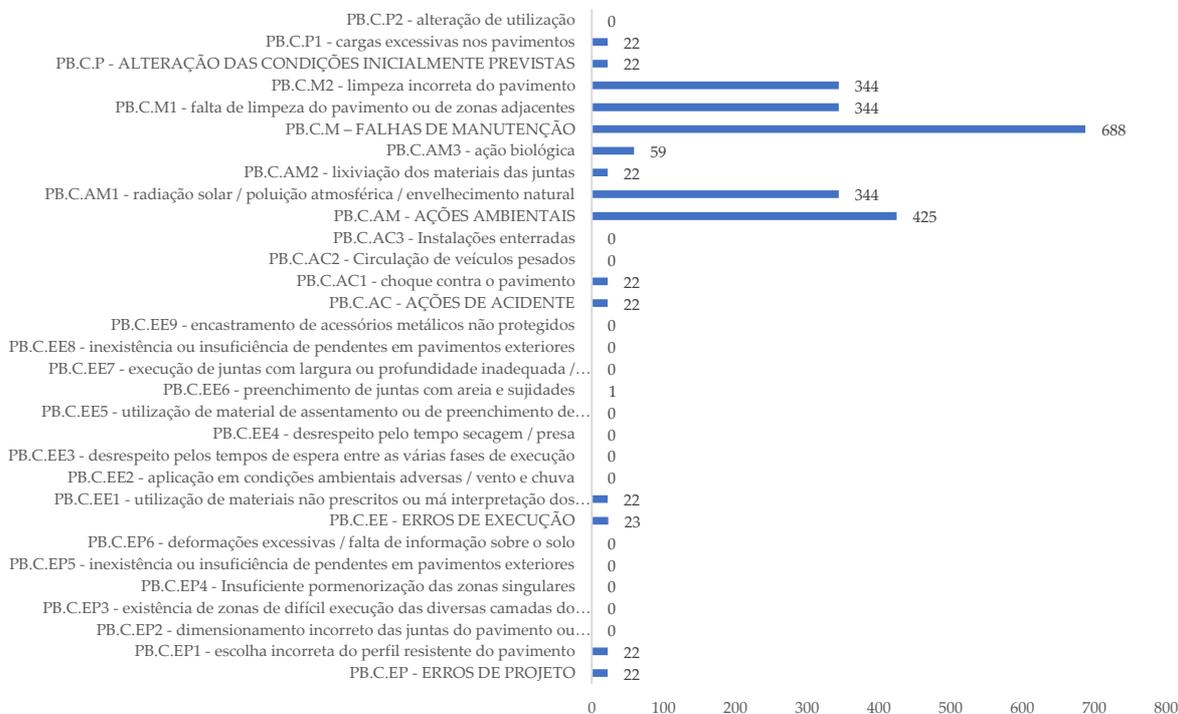


Figura 5.12 - Relação PB.A.CE3 - manchas / causas

Na (figura 5.12) observa-se PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 344 casos, PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 344 casos e PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento com 344 casos.

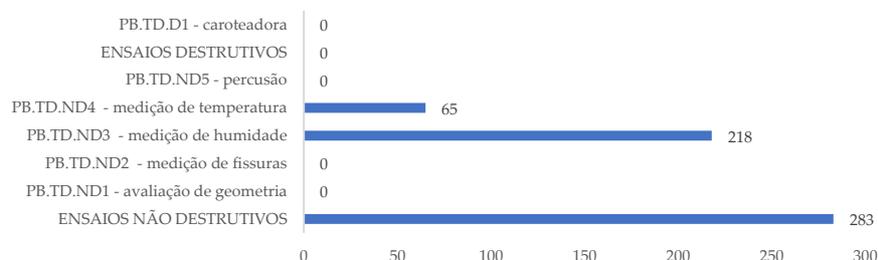


Figura 5.13 - PB.A.CE3 - manchas / diagnóstico

Na (figura 5.13) observa-se o diagnóstico PB.TD.ND3 - medição de humidade com 218 casos e a PB.TD.ND4 - medição de temperatura com 65 casos.



Figura 5.14 - PB.A.CE3 - manchas / reparações

Na (figura 5.14) verificou-se a reparação PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada com 321 casos.

As manchas no pavimento tem diversas origens, no entanto a falta de limpeza especializada e o envelhecimento em conjunto com a ação biológica são as mais relevantes. A aplicação de herbicida terá elevada relevância na ação biológica e a limpeza especializada permite melhorar ou uniformizar a cor no local. A reparação recomendada será a limpeza especializada.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.CE4 - Desgaste**



Figura 5.15 - Relação PB.A.CCE4 - desgaste / causas

Na (figura 5.15) a causa PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 121 casos, PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 145 casos, PB.C.AM3 - ação biológica com 121 casos, PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 146 casos e PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento com 134 casos.

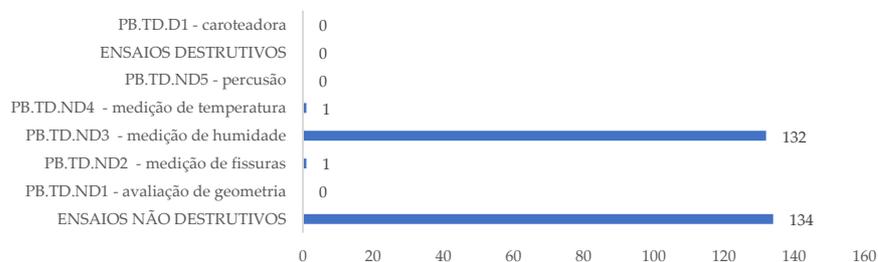


Figura 5.16 - Relação PB.A.CE4 - desgaste / diagnóstico

Na (figura 5.16) o diagnóstico PB.TD.ND3 - medição de humidade com 132 casos é o mais relevante.



Figura 5.17 - Relação PB.A.CE4 - desgaste / reparações

Na (figura 5.17) a reparação PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada com 103 casos é a mais relevante. A anomalia desgaste é muito visível, pois observa-se os inertes no betão sendo a, principal causa, a utilização intensiva do pavimento.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica**

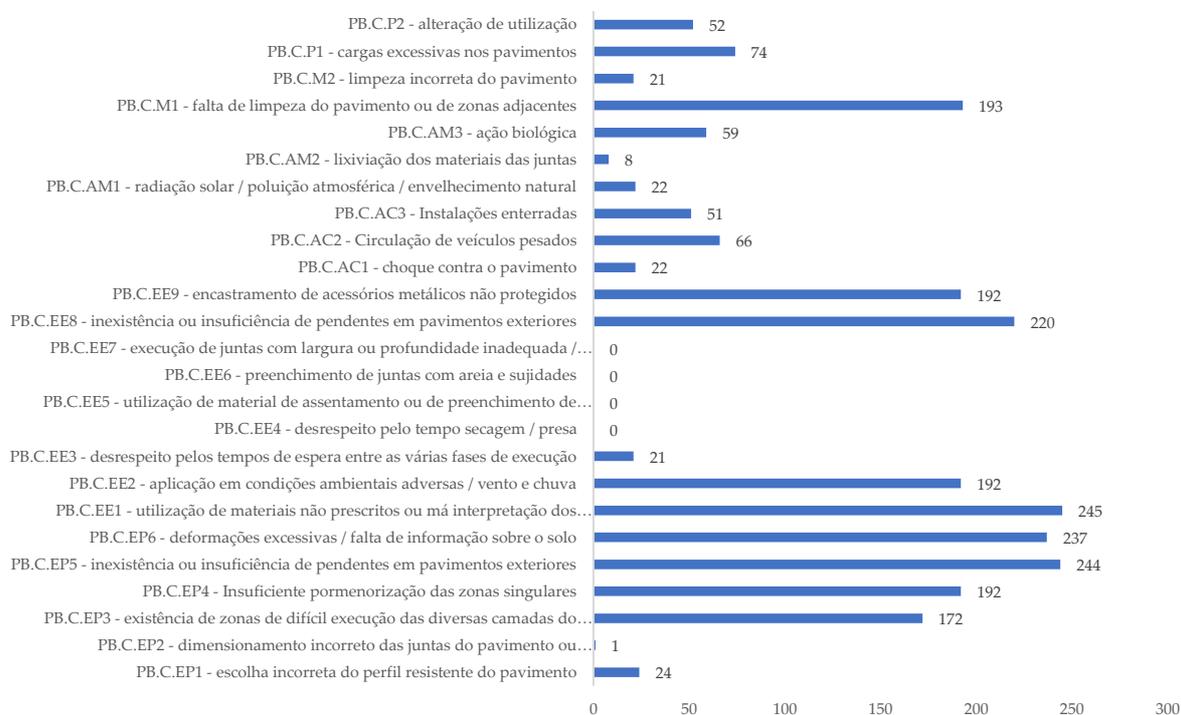


Figura 5.18 - Relação PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica / causas

Na (figura 5.18) as causas mais relevantes são PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento com 172 casos, PB.C.EP4 - Insuficiente

pormenorização das zonas singulares com 192 casos, PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentos em pavimentos exteriores com 244 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo com 237 casos, PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto com 245 casos e PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva com 192 casos, PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentos em pavimentos exteriores com 220 casos, PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 192 casos e PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 193 casos.

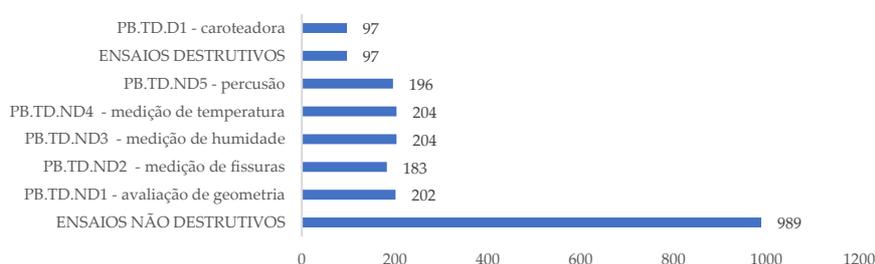


Figura 5.19 - Relação PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica / diagnóstico

Na (figura 5.19) observa-se grande uniformidade nos diagnósticos, o PB.TD.D1 - caroteadora, com valor inferior.

A expansão por humidade ou dilatação, por ação térmica, devem-se principalmente à inexistência de juntas no pavimento ao dimensionamento ineficiente do esquarteamento e à colmatagem das juntas com detritos que impedem o funcionamento das mesmas, o diagnóstico da temperatura e da humidade em tempos diferentes permite saber a variação térmica ou da humidade no local. A recomendação passa pelo aumento das juntas e pela limpeza do pavimento.



Figura 5.20 - Relação PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica / reparação

Na (figura 5.20) a reparação PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada, com valores de 103 casos e a PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão com 43 casos.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.CE6 – Perda de Cor**



Figura 5.21 - Relação entre PB.A.CE6 – perda de cor / causas

Na (figura 5.21) observa-se as causas PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 121 casos, PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 145 casos, PB.C.AM3 - ação biológica com 121 casos, PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 146 casos e PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento com 134 casos.

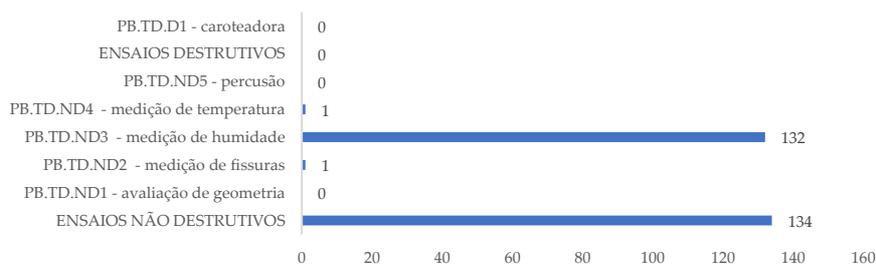


Figura 5.22 - Relação PB.A.CE6 – perda de cor / diagnóstico

Na (figura 5.22) o diagnóstico PB.TD.ND3 - medição de humidade com 132 casos é o mais relevante.



Figura 5.23 - Relação entre PB.A.CE6 - perda de cor / reparações

Na (figura 5.23) a reparação PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada com 103 casos, PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão com 43 casos.

- Dados de obras para a anomalia - PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água**

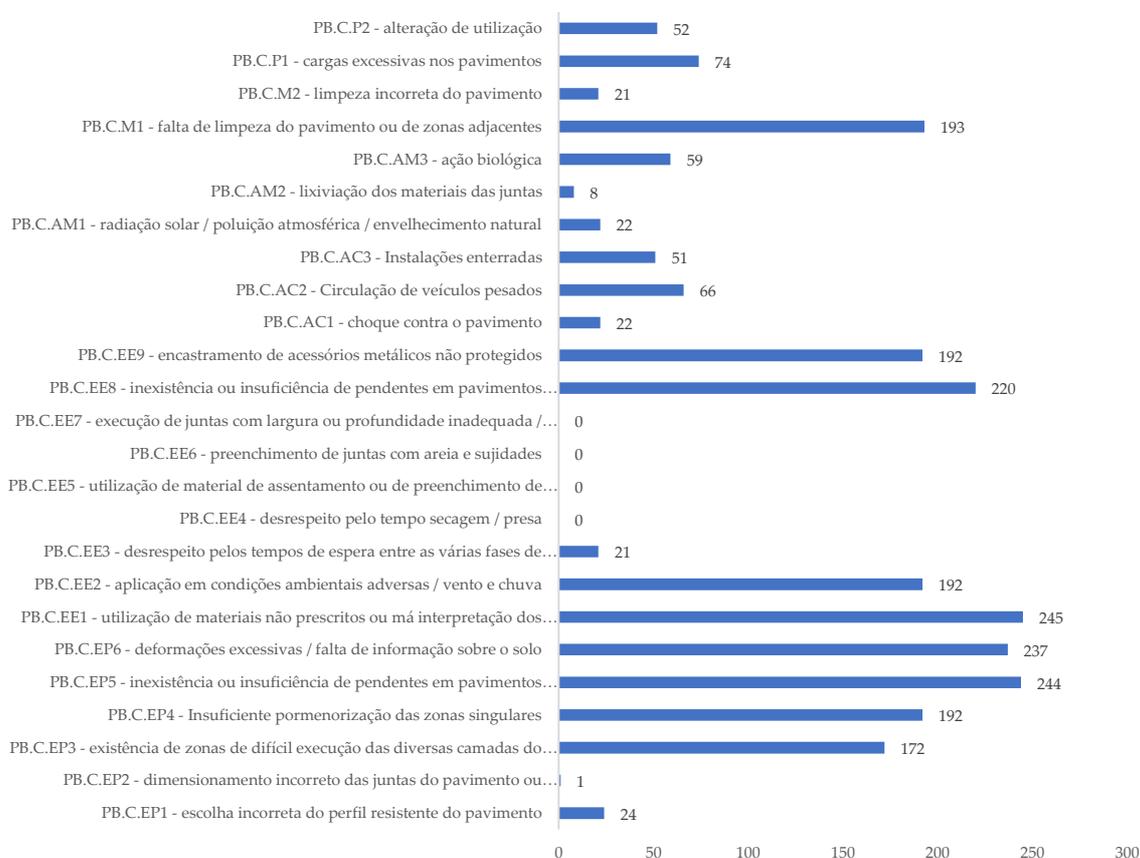


Figura 5.24 - Relação entre PB.A.CE7 - acumulação de detritos - água / causas

Na (figura 5.24) a causa PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento com 172 casos, PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares com 192 casos, PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores com 244 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo com 237 casos, PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto com 245 casos, PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva com 192 casos, PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores com 220 casos, PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 192 casos e PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 193 casos.

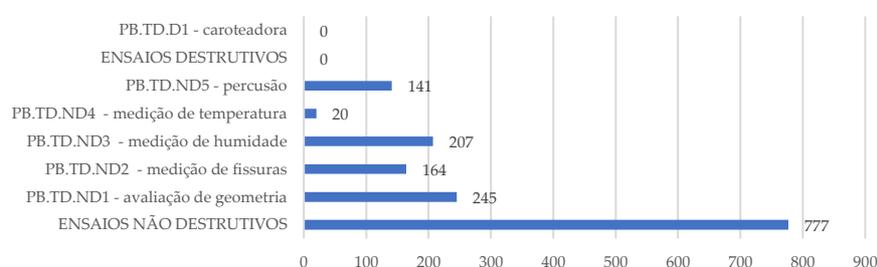


Figura 5.25 - Relação entre PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água / diagnóstico

Na (figura 5.25) observa-se que os diagnósticos PB.TD.ND1 - avaliação de geometria com 245 casos, PB.TD.ND2 - medição de fissuras com 164 casos, PB.TD.ND3 - medição de humidade com 207 casos e PB.TD.ND5 - percussão com 141 casos.



Figura 5.26 - Relação entre PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água - reparação

Na (figura 5.26) a reparação PB.R.SP1 - limpeza do pavimento com 239 casos. A acumulação de detritos é causada, principalmente, pela falta de pendente e falta de manutenção dos órgãos de drenagem.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.TP1 - abatimentos**

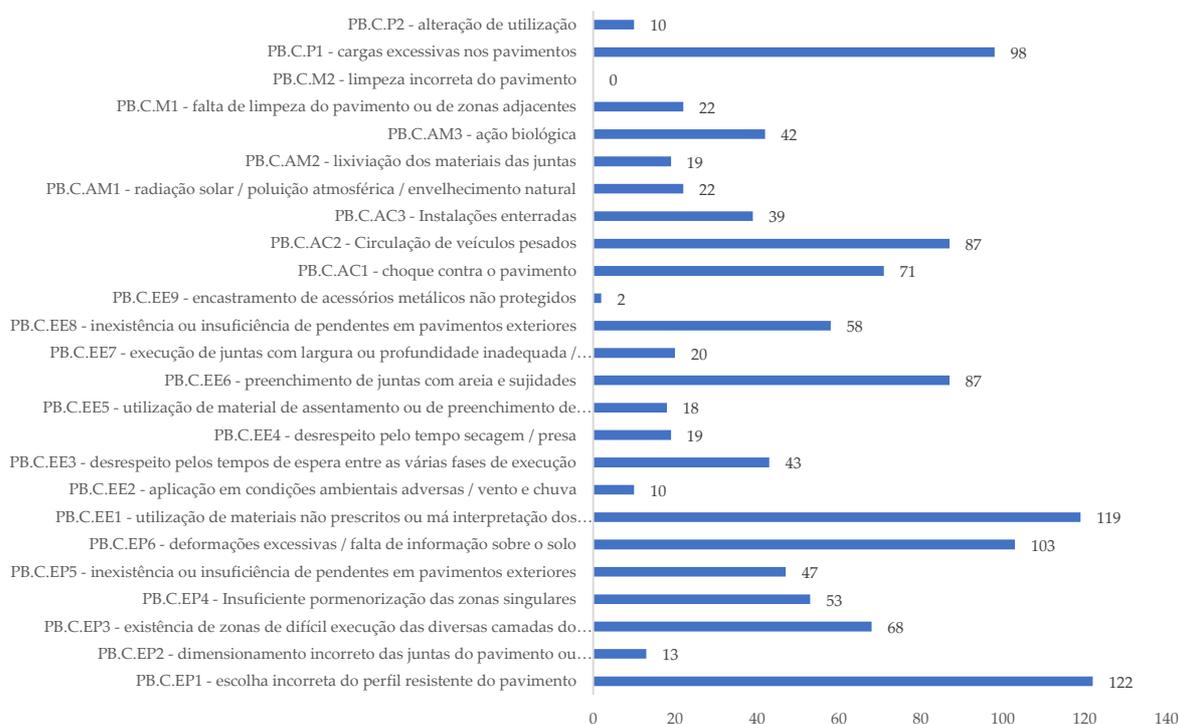


Figura 5.27 - Relação entre PB.A.TP1 - abatimentos / causas

Na (figura 5.27) observa-se PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento com 122 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo com 103 casos, PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto com 119 casos e a PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos com 98 casos.

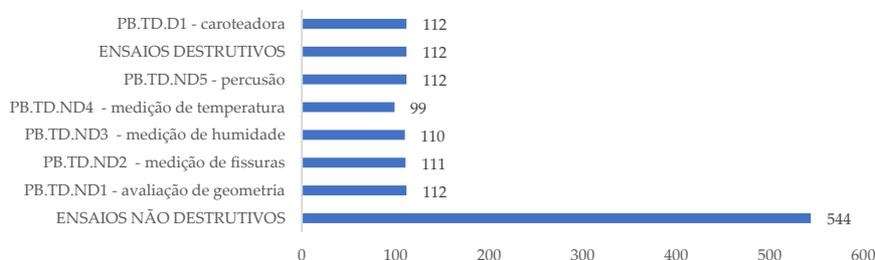


Figura 5.28 - Relação entre PB.A.TP1 - abatimentos / causas

Na (figura 5.28) foi considerado todos os ensaios para melhor entendimento da situação.



Figura 5.29 - Relação entre PB.A.TP1 - abatimentos / reparação

Na (figura 5.29) verificou-se PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base com 102 casos.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos**

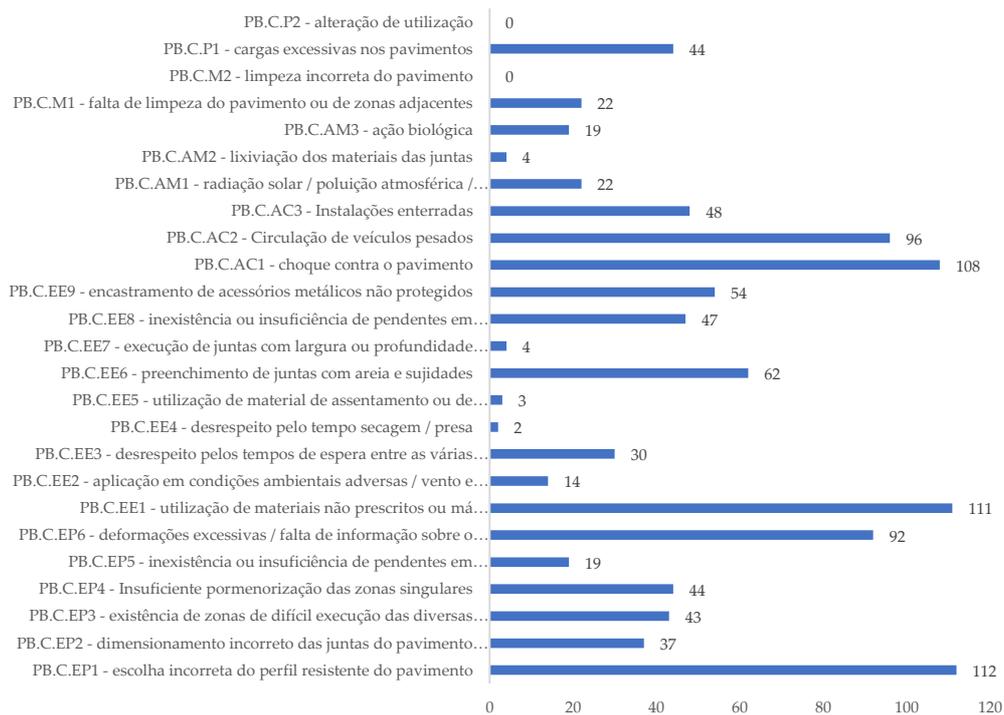


Figura 5.30 - Relação entre PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos / causas

Na (figura 5.30) observa-se que PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento com 112 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo com 92 casos, PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos

dados do projeto com 111 casos, PB.C.AC1 - choque contra o pavimento com 108 casos, PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados com 96 casos.

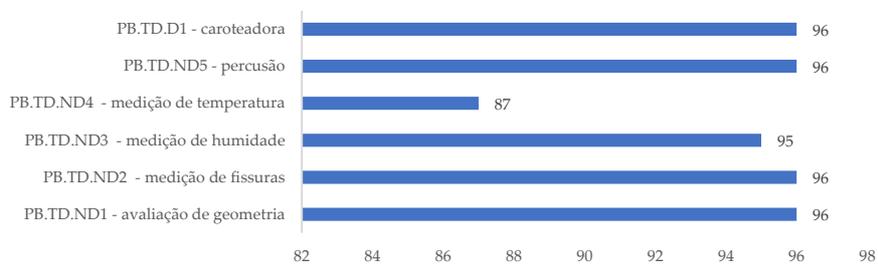


Figura 5.31 - PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos / diagnóstico

Na (figura 5.31) foi considerado todos os ensaios para melhor entendimento da situação.



Figura 5.32 - PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos / reparação

Na (figura 5.32) observou-se a reparação PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas camada de betão, base e sub-base com 102 casos.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.TP3 - vegetação parasitária**

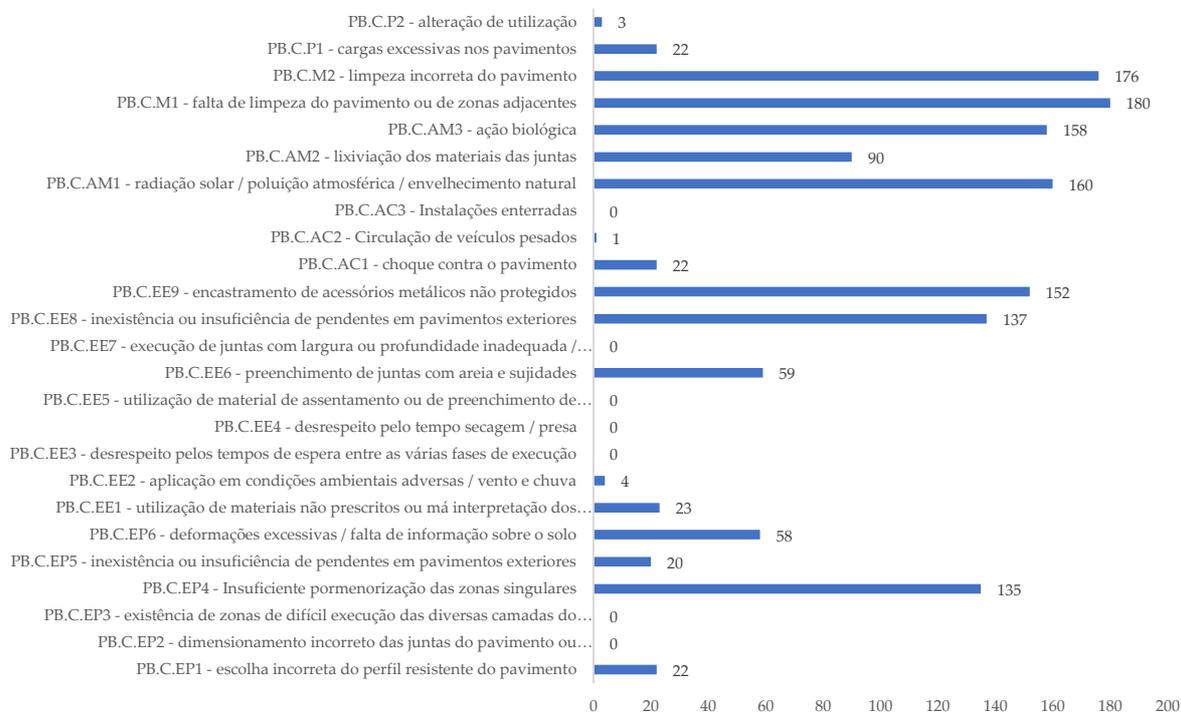


Figura 5.33 - Relação entre PB.A.TP3 - vegetação parasitária / causas

Na (figura 5.33) observa-se PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares com 135 casos, PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores com 137 casos, PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 152 casos, PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 160 casos, PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas com 90 casos, PB.C.AC3 - Instalações enterradas com 158 casos, PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 180 casos e PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento com 176 casos.

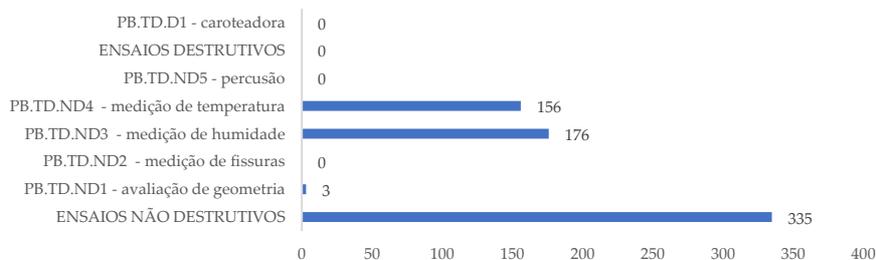


Figura 5.34 - Relação entre PB.A.TP3 - vegetação parasitária / diagnóstico

Na (figura 5.34) observa-se PB.TD.ND3 - medição de humidade, com 176 casos e PB.TD.ND4 - medição de temperatura com 156 casos.



Figura 5.35 - Relação entre PB.A.TP3 - vegetação parasitária / reparações

Na (figura 5.35) observa-se PB.R.SP1 - limpeza do pavimento com 178 casos e PB.R.J4 - aplicação de herbicida 159 casos.

A vegetação parasitária terá como principal origem a incorreta limpeza do pavimento que após acumulação de detritos inicia-se a germinação de sementes inseridas pelo vento ou animais. O diagnóstico principal será a medição de humidade e temperatura visto que são os principais elementos que permitem as condições de início de vegetação. A reparação recomendada será a limpeza do pavimento programada como ação preventiva e a aplicação de herbicida podendo em alguns locais ser necessário recorrer a uma limpeza especializada.

- **Dados de obra para a anomalia - PB.A.ZS1 - juntas**



Figura 5.36 - Relação entre PB.A.ZS1 - juntas / causas

Na (figura 5.36) observa-se as causas PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento com 213 casos, PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas com 240 casos, PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores com 186 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo com 327 casos, PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto com 216 casos, PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada com 155 casos, PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades com 207 casos, PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas com 232 casos, PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 186 casos, PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 210 casos, PB.C.AM3 - ação biológica com 194 casos e PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 213 casos.

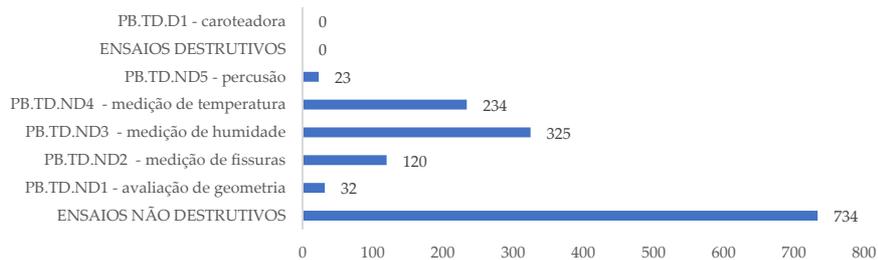


Figura 5.37 - Relação entre PB.A.ZS1 - juntas / diagnóstico

Na (figura 5.37) observa-se PB.TD.ND2 - medição de fissuras com 120 casos, PB.TD.ND3 - medição de humidade, com 325 casos e PB.TD.ND4 - medição de temperatura com 234 casos.

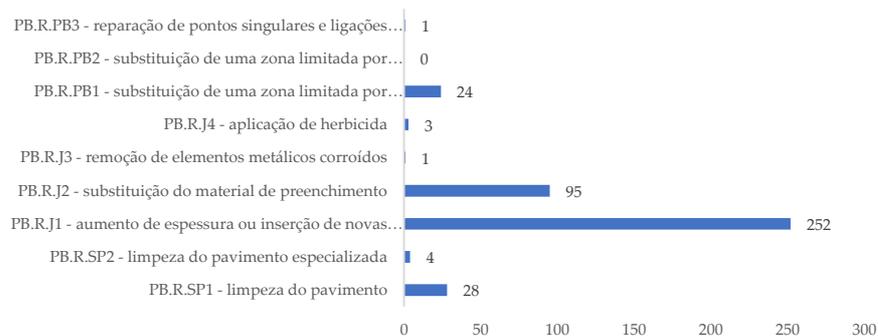


Figura 5.38 - Relação entre PB.A.ZS1 - juntas / reparação

Na (figura 5.38) observa-se PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas com 252 casos e PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento com 95 casos.

As juntas são a principal anomalia relacionando-se com muitas causas, pois observa-se que a falta de manutenção e espaçamento impedem o movimento de dilatação/contração, assim a colmatação das juntas, impedem um funcionamento correto. Como diagnóstico mais usual será a medição da humidade e da temperatura. A reparação mais recomendada é o aumento da espessura das juntas ou a substituição do material de preenchimento das mesmas.

- **Dados de obra para a anomalia - PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos**

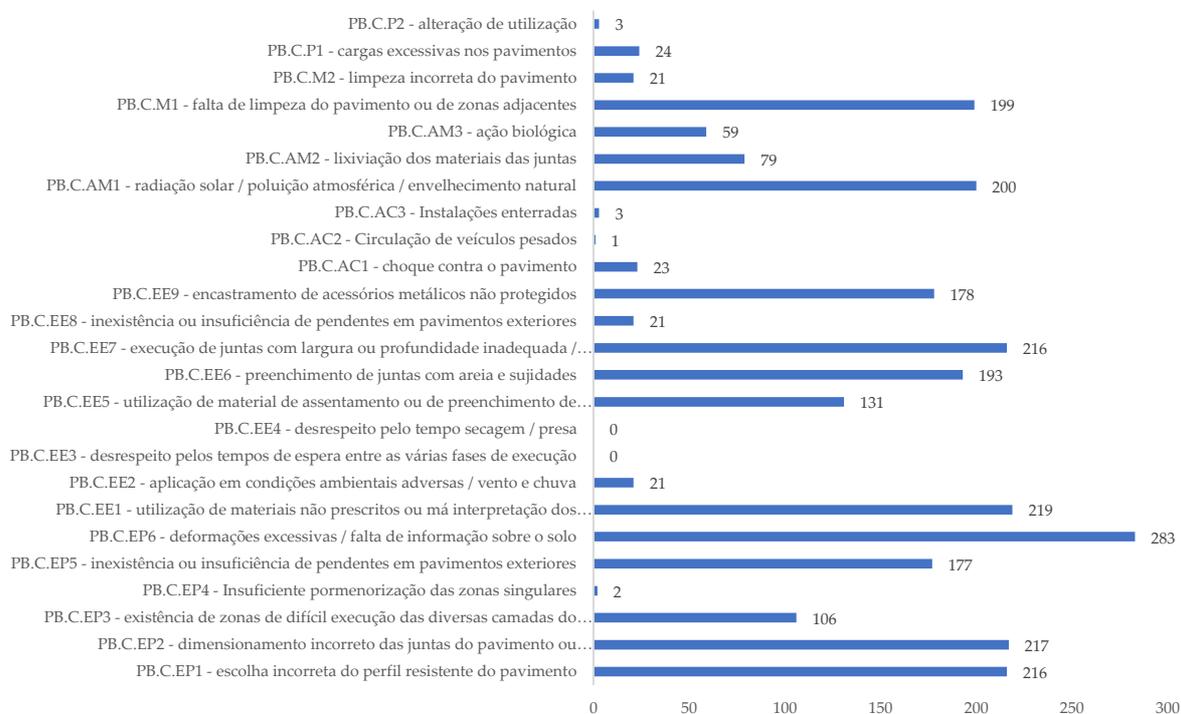


Figura 5.39 - Relação entre PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos / causas

Na (figura 5.39) observa-se as causas PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento com 216 casos, PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas com 217 casos, PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento com 106 casos, PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores com 177 casos, PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo 283 casos, PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto com 219 casos, PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada com 131 casos, PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades com 193 casos, PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas com 216 casos, PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos com 178 casos, PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 200 casos e PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 199 casos.

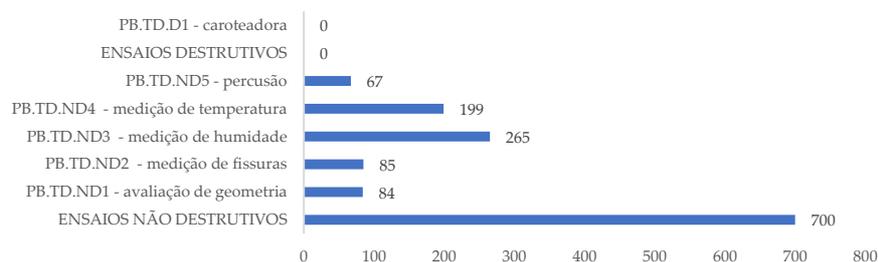


Figura 5.40 - Relação entre PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos / diagnóstico

Na (figura 5.40) observa-se o diagnóstico PB.TD.ND3 - medição de humidade, com 265 casos, PB.TD.ND4 - medição de temperatura com 199 casos



Figura 5.41 - Relação entre PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos / reparações

Na (figura 5.41) observa-se a reparação PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais com 141 casos.

A ligação com outros elementos, lancis, postes de iluminação, pilaretes, etc., são zonas de acumulação de detritos e de fendilhamento, estas zonas em particular devem ser esquarteladas para permitirem a dilatação/ contração dos elementos. A medição de humidade, temperatura e das fissuras são relevantes para uma análise futura e evolutiva.

- Dados de obras para a anomalia - PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular**

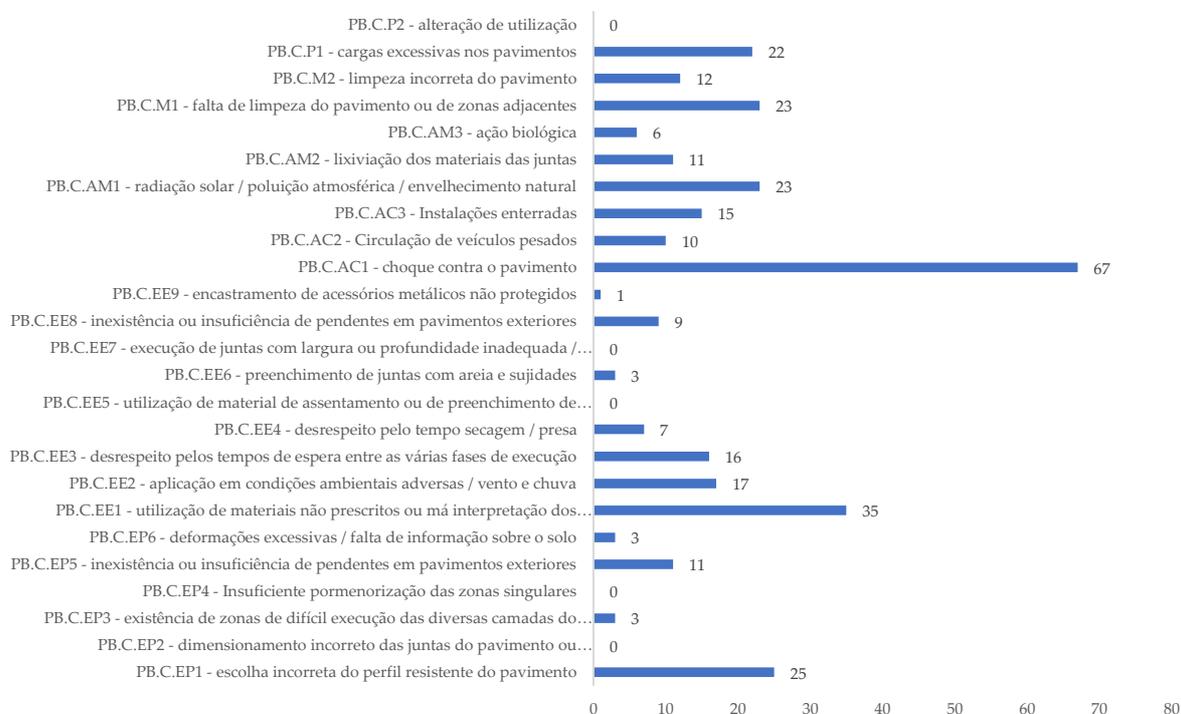


Figura 5.42 - Relação entre PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular / causas

Na (figura 5.42) observou-se a causa PB.C.AC1 - choque contra o pavimento com 67 casos como a causa mais relevante.

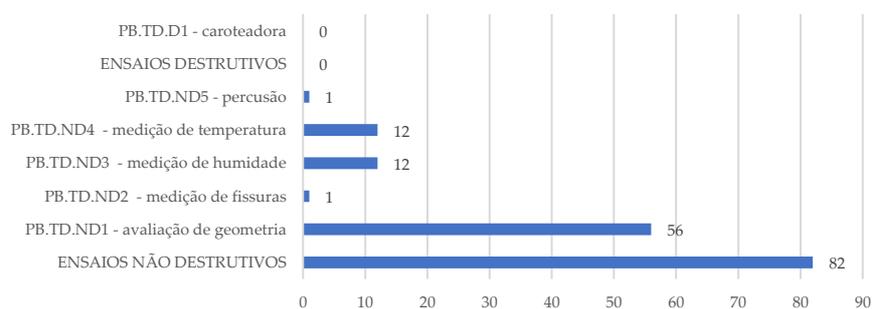


Figura 5.43 - Relação entre PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular / diagnóstico

Na (figura 5.43) o diagnóstico mais relevante é PB.TD.ND1 - avaliação de geometria com 56 casos.



Figura 5.44 - Relação entre PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular / reparação

Na (figura 5.44) a reparação mais relevante é PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão com 76 casos.

A deficiência de planeza ou superfície irregular tem como principais causas, os choques contra o pavimento, assim como o diagnóstico principal será a avaliação de geometria, pois existem pequenas variações de geometria, a substituição por uma zona separada por juntas será uma solução possível.

- **Dados de obras para a anomalia - PB.A.E2 - alteração de cor localizada**

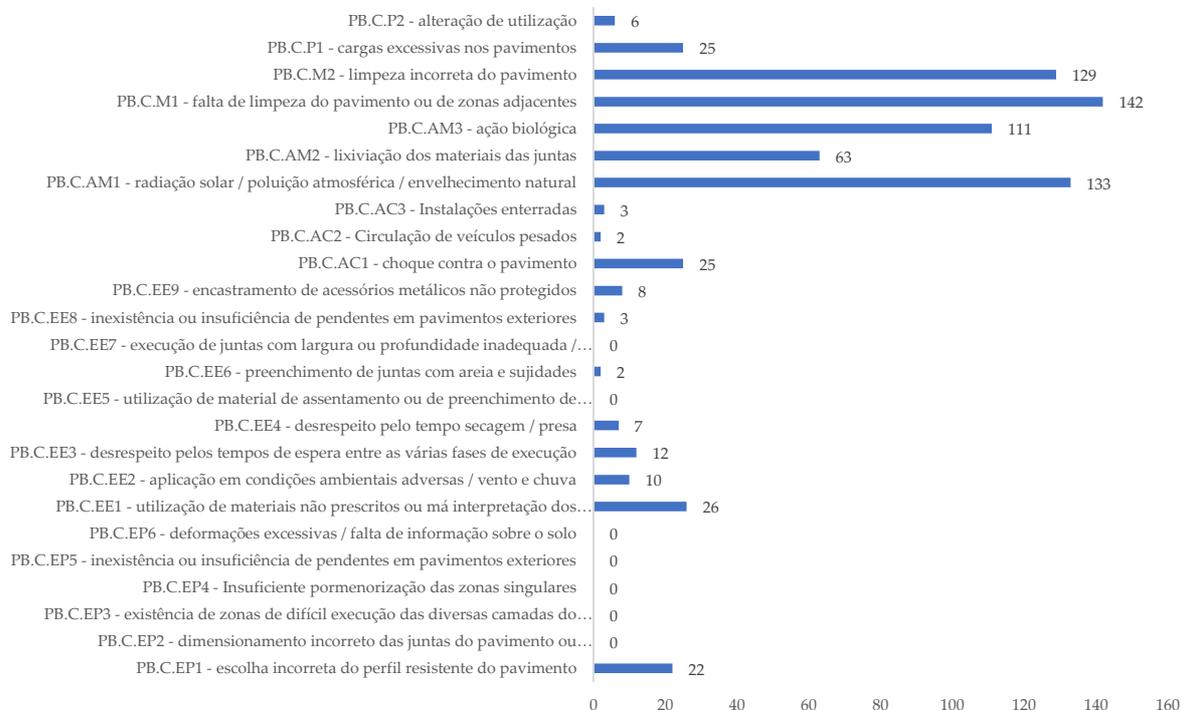


Figura 5.45 - Relação entre PB.A.E2 - alteração de cor localizada / causas

Na (figura 5.45) observou-se as causas PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural com 133 casos, PB.C.AM3 - ação biológica com 111 casos, PB.C.M1

- falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes com 142 casos e PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento com 129 casos.

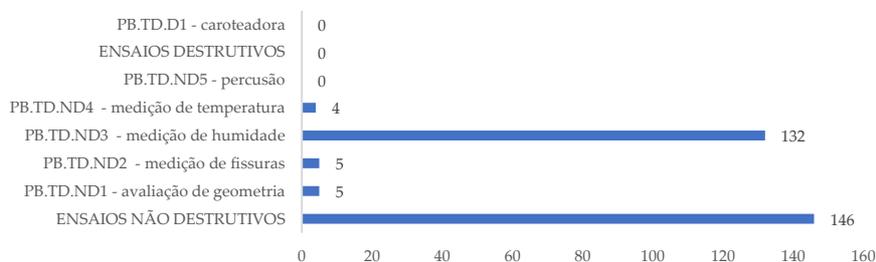


Figura 5.46 - Relação entre PB.A.E2 - alteração de cor localizada / diagnóstico

Na (figura 5.46) o diagnóstico PB.TD.ND3 - medição de humidade com 132 casos foi o mais relevante.

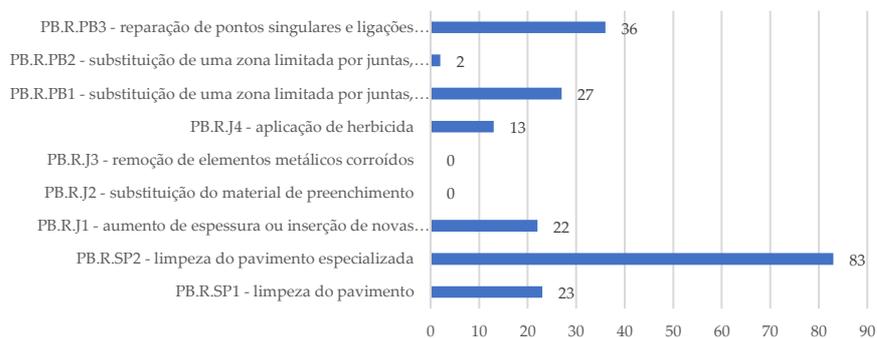


Figura 5.47 - Relação entre PB.A.E2 - alteração de cor localizada / reparação

Na (figura 5.47) a reparação mais relevante foi a PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada com 83 casos.

A alteração de cor localizada é relevante por diversas causas, principalmente, a acumulação de detritos, a ação biológica e o envelhecimento dos materiais. Como diagnóstico recomendável será a medição da humidade. A limpeza especializada pode reduzir ou eliminar estas anomalias principalmente em zonas de pequena dimensão, no entanto, em casos mais graves poderá recorrer a outra solução mais intrusiva.

5.4.2 Alterações à matriz teórica

A matriz de observação de relações entre os dados inspecionados em obras encontra-se no apêndice 6, esta matriz é a final e deve ser utilizada como guia em futuras inspeções. Após apurar os dados foi possível verificar todo o sistema com as alterações propostas à matriz teórica, apresentadas nas (tabelas 5.7 a 5.12), assim resume-se as novas relações e as relações não verificadas.

Tabela 5.7 - Novas relações causa / anomalias

| | Causas | Anomalias | Justificação |
|----|---|--|---|
| 1 | PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.A.ZS1 - juntas | Nas juntas verificou-se esta ligação, a qual não se estabeleceu teoricamente |
| 2 | PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos | Devido a diferença de rigidez dos pavimentos e das camadas de suporte, são causa de assentamentos, principalmente no caso dos postes de iluminação. |
| 3 | PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos | Devido a diferença de rigidez dos pavimentos e das camadas de suporte, são causa de assentamentos, principalmente no caso dos postes de iluminação. |
| 4 | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | As diferentes rugosidades causadas pelas condições adversas da sua aplicação, são causa de acumulação de água e detritos. |
| 5 | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica | A rugosidade e dependendo da profundidade que foi afetada, nas variações térmicas potenciam anomalias. |
| 6 | PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | A deformação do solo pode causar acumulação de detritos ou água. |
| 7 | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | PB.A.CE2 - fissuração | O aparecimento de fissuração tem relação com a presa do betão, nas condições de humidade e temperatura. |
| 8 | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.A.CE2 - fissuração | A pendente do pavimento pode causar acumulação de detritos que com a variação de humidade pode causar fissuração. |
| 9 | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica | A variação térmica elevada causa expansão nos materiais, sendo que os metais são causa. |
| 10 | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | Quando se acumula detritos junto aos acessórios metálicos inicia-se anomalias. |
| 11 | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.A.CE2 - fissuração | As variações térmicas causadas pela radiação solar e poluição podem causar fissuração. |
| 12 | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.A.TP3 - vegetação parasitária | As variações térmicas causadas pela radiação solar e poluição podem causar o início de |

| | | | |
|----|---|--|--|
| | | | acumulação de sementes e vegetação. |
| 13 | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.A.ZS1 - juntas | As variações térmicas causadas pela radiação solar e poluição podem causar o início de acumulação de sementes e vegetação. |
| 14 | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.A.E2 - alteração de cor localizada | As variações térmicas causadas pela radiação solar e poluição podem causar alteração de cor. |
| 15 | PB.C.AM3 - ação biológica | PB.A.ZS1 - juntas | As juntas e acumulação de detritos e sementes inicia-se a vegetação. |
| 16 | PB.C.AM3 - ação biológica | PB.A.E2 - alteração de cor localizada | A ação biológica causa alteração de cor. |
| 17 | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.A.CE2 - fissuração | A falta de limpeza causa acumulação de detritos pode causar fissuração. |
| 18 | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | A falta de limpeza causa acumulação de detritos. |
| 19 | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.A.ZS1 - juntas | A falta de limpeza causa acumulação nas juntas. |
| 20 | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos | A falta de limpeza causa acumulação principalmente junta a outros elementos. |
| 21 | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.A.E2 - alteração de cor localizada | A falta de limpeza causa acumulação de detritos pode causar alteração de cor. |
| 22 | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.A.E2 - alteração de cor localizada | A limpeza do pavimento com meios mecânicos muito abrasivos ou ácidos pode causar alteração de cor em alguns locais. |

Tabela 5.8 - Novas relações diagnóstico / anomalias

| | Diagnóstico | Anomalias | Justificação |
|----|------------------------------------|--|---|
| 23 | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | Em alguns casos existia um processo de fissuração, pelo que se justifica em casos pontuais. |
| 24 | PB.TD.ND3 - medição de humidade | PB.A.CE1 - empolamento | No empolamento a humidade pode se útil para análise da situação. |
| 25 | PB.TD.ND3 - medição de humidade | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | Na acumulação de detritos a humidade pode se útil para análise da situação. |
| 26 | PB.TD.ND3 - medição de humidade | PB.A.TP1 - abatimentos | No abatimentos a humidade pode se útil para análise da situação. |
| 27 | PB.TD.ND4 - medição de temperatura | PB.A.CE1 - empolamento | A temperatura nos empolamentos pode se útil para análise da situação. |

| | | | |
|----|------------------------------------|---|---|
| 28 | PB.TD.ND4 - medição de temperatura | PB.A.TP3 - vegetação parasitária | A temperatura no início da vegetação parasitária pode se útil para análise da situação. |
| 29 | PB.TD.ND4 - medição de temperatura | PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos | A temperatura do betão e dos elementos de ligação permite justificar as anomalias. |

Tabela 5.9 - Novas relações reparações / anomalias

| | Reparações | Anomalias | Justificação |
|----|---|-------------------------|---|
| 30 | PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.A.CE6 - perda de cor | A perda de cor pode ser reduzida com a aplicação de produtos especializados para betão. |

Tabela 5.10 - Relações teóricas não validadas causas / anomalias

| | Causas | Anomalias | Justificação |
|---|--|---|--|
| 1 | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | Esta relação não foi justificada pois as juntas preenchidas e desde que exista pendente não acumula água. |
| 2 | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | Esta relação não foi justificada pois a falta de juntas e desde que exista pendente não acumula água. |
| 3 | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | PB.A.TP3 - vegetação parasitária | Esta relação não foi justificada pois a falta de juntas e desde que exista pendente não acumula água e sementes. |
| 4 | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentos em pavimentos exteriores | PB.A.CE3 - manchas | Não se verificou esta relação anomalia/causa. |
| 5 | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentos em pavimentos exteriores | PB.A.CE4 - desgaste | No desgaste não se verificou com a falta de pendentos. |
| 6 | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | PB.A.CE3 - manchas | Não se verificou esta situação. |
| 7 | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.A.TP3 - vegetação parasitária | Não se estabeleceu uma relação. |
| 8 | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos | Não se estabeleceu uma relação. |
| 9 | PB.C.P2 - alteração de utilização | PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos | Não se estabeleceu uma relação. |

Tabela 5.11 - Relações teóricas não validadas diagnóstico / anomalias

| | Diagnóstico | Anomalias | Justificação |
|----|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| 10 | PB.TD.ND1 - avaliação da planimetria | PB.A.CE4 - desgaste | Não se estabeleceu uma relação. |

Tabela 5.12 - Relações teóricas não validadas reparações / anomalias

| | Reparações | Anomalias | Justificação |
|----|--|-------------------------|---------------------------------|
| 11 | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | PB.A.CE2 - fissuração | Não se estabeleceu uma relação. |
| 12 | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | PB.A.CE6 - perda de cor | Não se estabeleceu uma relação. |

5.4.3 Reparções urgentes

As reparações urgentes têm como base um plano de manutenção, e têm, como principal objetivo, a redução ou anulação de processos patológicos que, numa fase inicial, são de fácil reparação e com a evolução podem ser causa de anomalias mais gravosas, assim foram seleccionadas 5 anomalias que necessitam de intervenção imediata pelo risco que apresentam para os utilizadores dos espaços públicos, nomeadamente em quedas de nível.

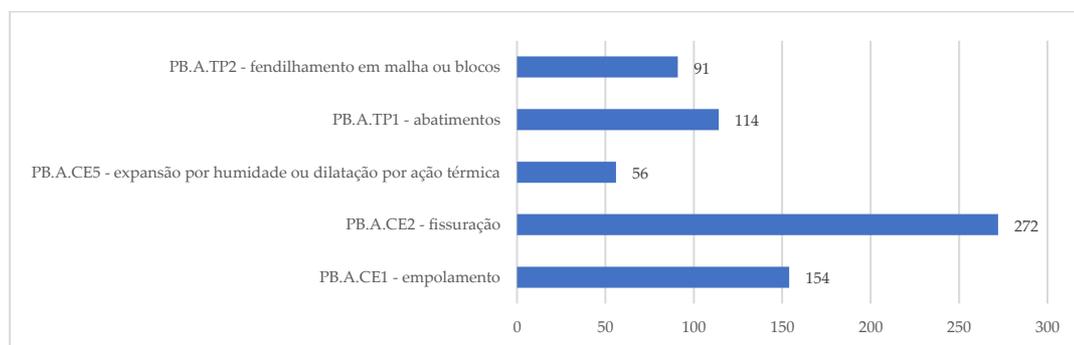


Figura 5.48 - Área a intervir com urgência por anomalia

Da análise na (figura 5.48) observa-se que as fissuras são as mais verificadas, pois a falta de esquadramento pode ser uma das causas desta anomalia, assim como a expansão por humidade nos solos ou ação térmica. Os abatimentos são graves pois podem evoluir para um fendilhamento em malha ou blocos, tendo que ser executada uma reparação maior. O empolamento também é relevante, pois em muitos locais, foi identificado uma saliência que pode causar quedas de nível.

5.4.4 Plano de esquarteamento em obra

Na fase inicial de análise será obtida informação de área, foto aérea ou planta de pavimentos, que permitirá obter de imediato áreas dos locais a inspecionar e definição de um mapeamento, com uma quadricula de 7 x 7 metros por módulo, com cerca de 50 m² adaptado a figura geométrica que mais se adapta aos caminhos ou áreas circulares.

As anomalias são assinaladas e registadas para efeitos de relatório preliminar e localização das reparações. Assim é feita uma proposta de um plano de esquarteamento considerando as melhores condições em obras visitadas.

- **Esquarteamento até 3 x 3**

Na proposta inicial de tipos de esquarteamento da dissertação, conclui-se que os dados obtidos das anomalias verificadas, são conforme a (figura 5.53), para esquarteamento até 3 x 3 metros.

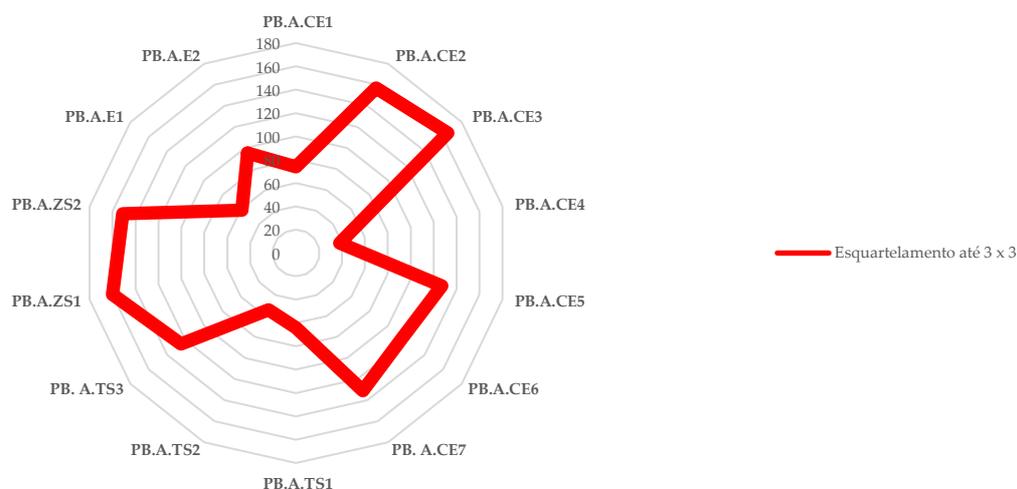


Figura 5.49 - Relação anomalias tipo e esquarteamento até 3 x 3 m

A mancha na (figura 5.49), permite observar a maior incidência da PB.A.CE2, PB.A.CE3, PB.A.CE 5, PB.A.CE 6, PB.A.CE 7, PB.A.ZS1 e PB.A.ZS2 com número de casos superior a 100 casos.

- **Esquarteamento entre 3 x 3 e 5 x 5 m**

Na proposta inicial de tipos de esquarteamento, conclui-se que os dados obtidos das anomalias verificadas, são conforme (figura 5.50), para esquarteamento de 3 x 3 até 5 x 5 metros.

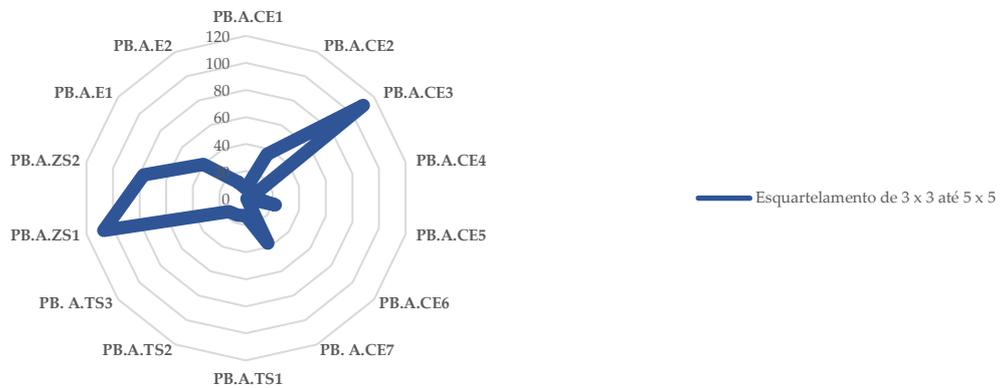


Figura 5.50 - Relação anomalias tipo e esquartelamento entre 3 x 3 e 5 x 5

Na mancha da (figura 5.50) observa-se a relevância das anomalias PB.A.CE3 e PB.A.ZS1 que em relação a (figura 5.49), demonstra uma redução da incidência das outras anomalias identificadas num esquartelamento de 3 x 3 metros.

- **Esquartelamento superior a 5 por 5 m**

Na proposta inicial de tipos de esquartelamento, conclui-se que os dados obtidos das anomalias verificadas, são conforme a (figura 5.51), para esquartelamento superior a 5 x 5 metros.

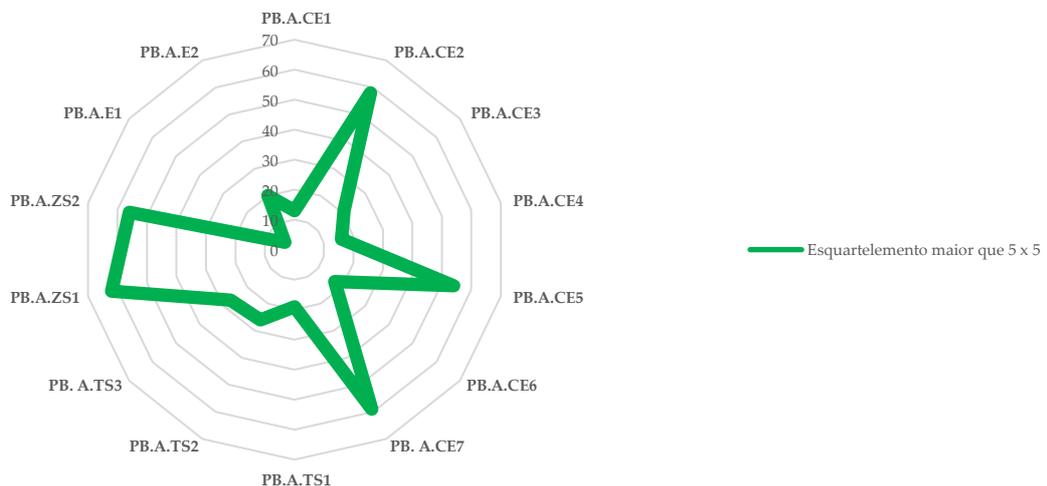


Figura 5.51 - Anomalias / esquartelamento superior a 5 x 5

Na mancha na (figura 5.51) observa-se a relevância das anomalias PB.A.CE 2, PB.A.CE 5, PB.A.CE 7, PB.A.ZS1 e PB.A.ZS2, o que demonstra uma relação com as figuras anteriores (figura 5.49 e 5.50), para esquartelamento inferior a 5 x 5 metros.

Observa-se algumas alterações em relação aos outros tipos de esquarteamento, no entanto a fissuração continua elevada assim como acumulação de detritos / água.

- **Análise comparativa entre pavimentos**

Dos três tipos de esquarteamento propostos na dissertação, conclui-se que existem diferenças conforme demonstrado em figuras anteriores no entanto, para melhorar a análise junta-se os três gráfico em um, para melhor comparação.

Na (figura 5.52) observa-se a sobreposição dos diversos tipos de esquarteamento onde existem variações relevantes, pelo que a opção do esquarteamento, será um fator importante, na escolha do projetista assim como para uma boa execução em fase de obra.

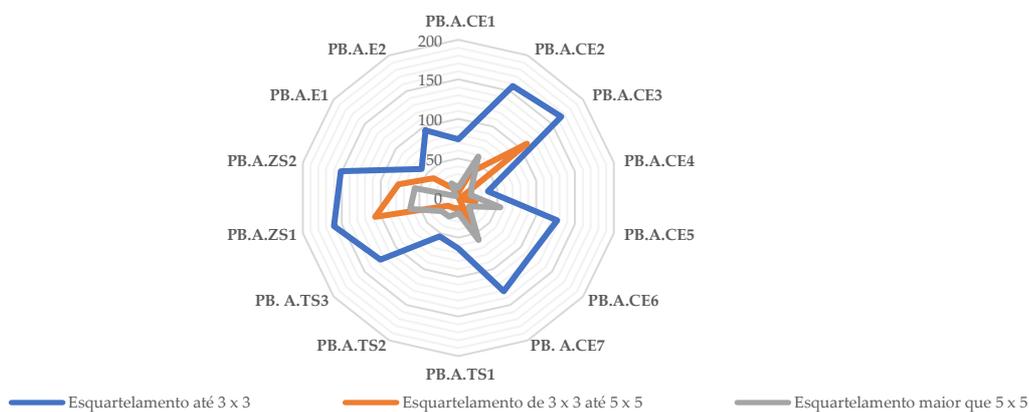


Figura 5.52 - Relação entre esquarteamentos propostos

Na (figura 5.52) e após análise do proposto, conclui-se que não existe uma uniformidade de anomalias independentemente da amostra por tipo de esquarteamento, logo este fator influencia o aparecimento de anomalias.

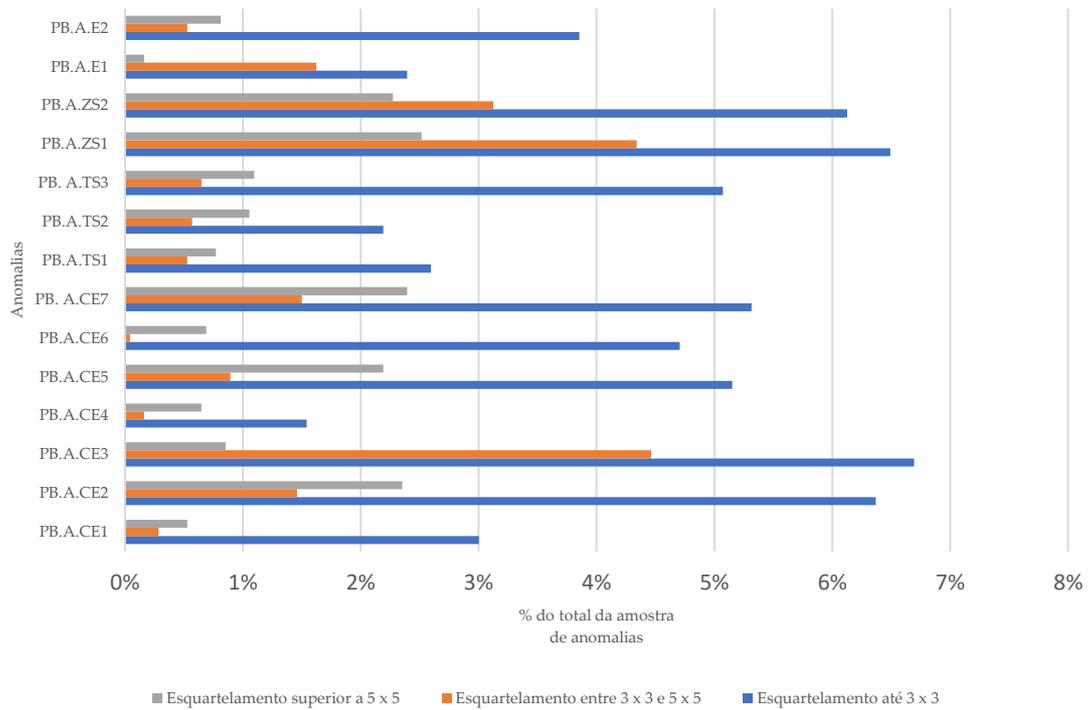


Figura 5.53 - Relação entre % do total da amostra de anomalias e anomalias

Na (figura 5.53) representa-se o valor percentual de cada tipo de anomalia a dividir pelo total de todas as anomalias observadas, assim verifica-se a percentagem por anomalia no contexto global. As colunas não são idênticas, sendo que, nos picos de cada anomalia, também verifica-se alterações consideráveis, o que demonstra que o tipo de esquartelamento tem influência nas anomalias apresentadas.

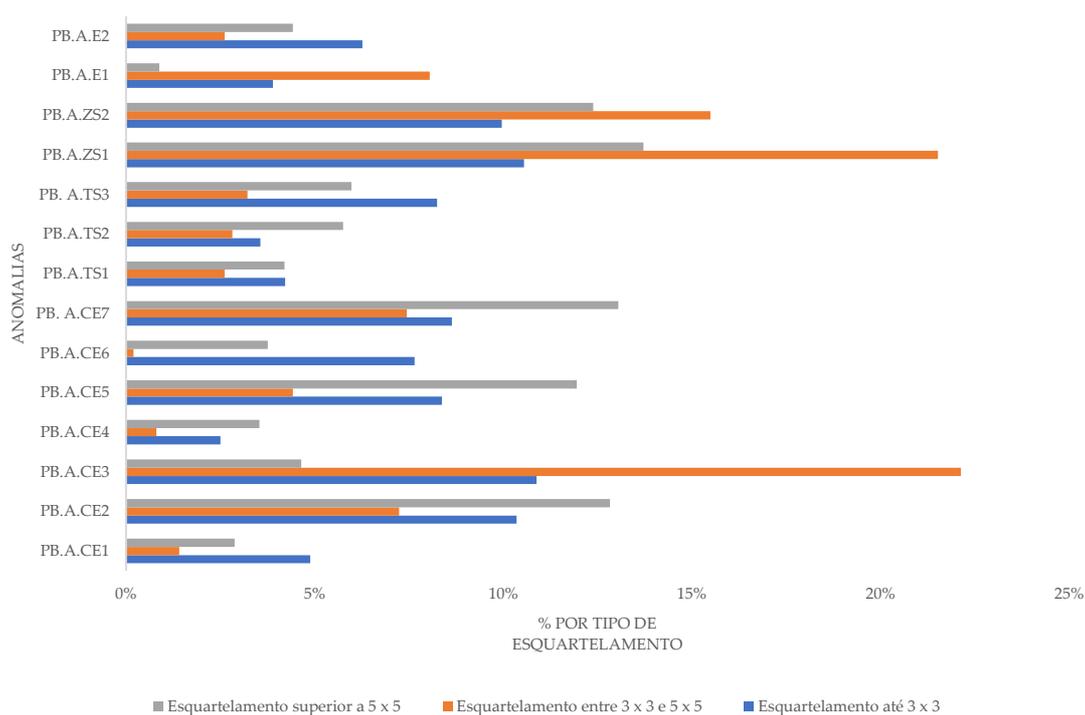


Figura 5.54 - Relação entre % do total da amostra de anomalias e anomalias

Na (figura 5.54) observa-se a variação percentual da relação de cada anomalia tipo pelo total de anomalias, por cada tipo de esquarteamento, representando cada coluna em percentual (número de anomalias de cada um dos esquarteamentos tipo a dividir pela soma de todas as anomalias desse tipo de esquarteamento), deste modo pode observar-se quais as anomalias mais significativas em cada tipo de esquarteamento.

O esquarteamento entre 3 x 3 metros apresentado na (figura 5.54) tem maior uniformidade, logo na vida útil do pavimento, a ocorrência de anomalias é mais uniforme, o que significa, que para o esquarteamento a relação 1:1 proposta em (ACE, 1994), será de considerar em projeto.

No entanto existem casos onde verifica-se picos percentuais, o que indica, uma forte relação entre os diversos tipos de esquarteamento versus anomalias.

5.5 Conclusão

Os elementos apresentados neste capítulo permitem validar a informação obtida nas diversas inspeções, obtendo a informação necessária para a validação de todo o sistema.

A existência de um modelo de comparação de esquartelamento torna-se relevante, independentemente das obras, pois permite a modelação, em determinadas anomalias, e concluir que, independentemente da amostra, as figuras geométricas não são iguais, logo existem diferenças consideráveis, quando da opção de esquartelamento.

A introdução de um desenho no projeto de pavimentos, com uma proposta de esquartelamento, será essencial para a fase de obra e de manutenção, reduzindo-se algumas das anomalias verificadas. O projeto poderá ter como base um estudo que permita, optar por soluções de pavimento em betão e tipo de juntas, que facilitem a sua manutenção, reparação ou substituição.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

Este capítulo apresenta as conclusões da dissertação e as perspectivas futuras.

6.1 Considerações finais

O objetivo desta dissertação é fornecer as opções e as melhores soluções para projetos de pavimento em betão em áreas exteriores.

Nos últimos anos, este segmento de mercado tem ensaiado, cada vez mais, desenvolvimentos tecnológicos, não só dos fabricantes de materiais que propõem novas soluções construtivas, mas também das próprias empresas aplicadoras, adaptando os métodos às novas realidades construtivas.

O desenvolvimento de documentação técnica para especificação e execução de pavimentos em betão está em fase de estudo, pelo que com mais informação disponível, poderão ser elaboradas alterações legislativas e normativas.

Nesta investigação foi apresentado um sistema de inspeção, diagnóstico e reparação em pavimento em betão, validado durante a campanha de inspeções que constituiu a parte experimental do trabalho.

Este sistema destina-se a ser usado como uma ferramenta auxiliar em trabalhos de inspeção a pavimento em betão e tem como base a aplicabilidade a diversos perfis de pavimentos em betão

Verificar as principais anomalias, possíveis causas, métodos diagnósticos e técnicas de reparação, são validadas, assim como existe uma correspondência entre estas variáveis, de forma a auxiliar um possível inspetor em atividade real.

A base de dados criada permite perceber a importância deste tipo de sistema e a sua aplicabilidade lógica.

Com a base teórica e a base prática é possível verificar as diversas condições e minimizar a ocorrência de muitos dos fenómenos aqui descritos que costumam estar associados a elevados custos de manutenção.

6.2 Conclusões gerais

As conclusões deste trabalho não estão apenas relacionadas com a tecnologia de pavimentos em betão, com ou sem pigmentação, mas também com as considerações gerais do sistema proposto, especialmente relacionadas com os dados gerados e pela sua validação.

O projeto de pavimentação pedonal em betão, deve levar em consideração os requisitos funcionais específicos de segurança e durabilidade. Este sistema pode ser aplicado a outro tipo de pavimento, com a devida adaptação aos materiais que o constituem.

Em Portugal, não existem dados sobre este segmento de mercado disponíveis, no entanto pode ser interessante este nicho de mercado evoluir, com o conhecimento das anomalias existentes e tipificação de anomalias e esquartelamento.

As anomalias em pavimento em betão, numa primeira fase ocorrem ainda na fase de preparação do solo e das diversas camadas que constituem o pavimento, as condições climatéricas também são importantes na altura da betonagem, a escolha das juntas e tipo de esquartelamento é muito importante como pretende-se informar, pois são a maior causa de anomalias, também a escolha do betão com ou sem armadura ou fibras, influenciam a dilatação do material condicionando o resultado final.

Os processos construtivos devem ser executados por empresa com capacidade técnica e de equipamento que permitam obter um resultado final esperado, pois a mão de obra é um dos fatores com elevada relevância na escolha desta solução, sendo que a formação nesta área é muito relevante.

A manutenção do pavimento em betão deve ser considerada como uma medida preventiva, na ocorrência de anomalias, devendo também ser eficaz o suficiente para detetar e minimizar a sua evolução; a tabela de anomalias criada contém informação resumida sobre as suas principais características, nomeadamente causas relacionadas, classificação e métodos de diagnóstico, níveis de gravidade e técnicas de reparação apropriadas.

Este sistema também é aplicável na fase de projeto pois fornece indicações sobre as anomalias, podendo o projetista identificar as causas, reduzindo assim as futuras reparações.

Este modelo é decisivo porque fornece previsões, portanto, permite medidas corretivas para prevenir o desenvolvimento das anomalias, além de facilitar as fiscalizações.

As técnicas de diagnóstico devem ser realizadas *in situ* e serem selecionadas com base no equipamento necessário para um relatório preliminar.

O sistema contém as fichas de diagnóstico para os ensaios, em pavimento em betão, que contém as principais informações sobre o método selecionado, podendo também auxiliar nas atividades de fiscalização.

A reparação do pavimento em betão deve ser seleccionada de acordo com a anomalia, pois uma reparação em tempo útil, permite reduzir o custo da manutenção.

Neste sistema, também é proposta uma ficha de reparação, que contém as informações descritivas dos tipos de intervenção previsíveis e seus respetivos custos.

Quanto às possíveis causas, considerando a amostra estudada, ao estudarem-se fenómenos de anomalias no pavimento em betão, o erro de execução é a maior causa possível, embora outros grupos, como erros de projeto, encontrem-se equiparados.

6.3 Desenvolvimento e perspetivas futuras

O trabalho descrito nesta dissertação pode promover possíveis desenvolvimentos futuros para estudo de pavimentos. Pondera-se continuar a inspecionar os pavimentos em betão para aumentar a amostragem para melhorar o sistema e as informações de validação do sistema. Poderá desenvolver-se um programa de análise adaptado a cada instituição e às suas necessidades para obter a informação sobre pavimentos.

O sistema poderá ser aplicado a outros sistemas e programas existentes no mercado, pois a sua base é o Excel, tendo em consideração que os dados adquirido poderão ser úteis, para projetistas, empreiteiros e produtores de betão.

As análises dos dados colhidos permitem obter outros resultados conforme a análise pretendida, neste caso o esquartelamento tipo, as anomalias e o relatório preliminar. Com os dados existentes e com outros objetivos poderão fazer-se outras análises.

Aplicar o processo proposto ao projeto, obra, manutenção e demolição de pavimentos.

Elaborar um manual português explicando as especificações e tecnologia de aplicação do pavimento em betão, com indicações sobre o esquartelamento.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

BIBLIOGRAFIA

- Sousa Coutinho, A. (1994). *Fabrico e propriedades do Betão*. Lisboa: LNEC.
- ACE. (1994). *Guide for Concrete Floor and Slab Construction*. ACI COMMITTEE 302. USA: American Concrete Institute.
- AQC. (2021). *Fiches Pathologie du Bâtiment 1995*. Obtido em 18/11/2021 de *Qualite Construction*: <https://qualiteconstruction.com/>
- Azevedo, M. (2009). *Directivas para a Concepção de Pavimentos Critérios de Dimensionamento de Pavimentos*. Obtido de <https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/InfraestruturasRodoviaras/InovacaoNormalizacao/Paginas/DivulgacaoTecnica.aspx>
- BASF. (2021). BASF. Obtido em 18/11/2021 de <https://www.basf.com>
- BAYFERROX. (2021). Obtido de *Bayferrox® Pigments in practice* em 18/11/2021 de <https://www.lanxess.com>
- Branco, Pereira & Santos (2006). *Pavimentos rodoviários*. Coimbra: Almedina.
- Brito, J. (2001). *Normalização de Processos na Inspeção de Pontes*. Seminário sobre Segurança e Reabilitação das Pontes em Portugal. Porto: FEUP.
- Bobcat, 2021, obtido em 18/11/2021 de <https://www.bobcat.com>
- Certoma, 2021 obtido em 18/11/2021 de <https://www.certoma.pt>
- CIB. (1993). *Building Pathology - A State of the art report*. CIB Report - Publication 155 . USA: CIB (1993) -*Building Pathology - Building Pathology -A State of the art report - CIB Report - Publication 155 - June 1993*.
- Cimentoitambe, 2021 obtido em 18/11/2021 de <https://www.cimentoitambe.com.br>
- Cóias, T. R. (2003). “*Construdoctor*”: *Um serviço de pré- diagnóstico via internet*”. 3º Encontro sobre *Conservação e Reabilitação de Edifícios*. Lisboa.
- Cóias, V. (2004). *Guia Prático para a Conservação de Imóveis*. Lisboa: Dom Quixote.
- Concremix. (2021). Obtido em 18/11/2021 de <http://www.concremix.com.br>

- Correia, J. (2013). *Elementos de Técnicas de Reabilitação e Construção*. Lisboa: Instituto Superior Técnico - UTL. Obtido de Correia, J. *Elementos de Técnicas de Reabilitação e Construção*, Instituto Superior Técnico. Lisboa: UTL.
- CRMCA. (10 de 11 de 2021). Obtido em Colorado Ready Mixed Concrete Association em 10/11/2021 de www.crmca.org
- Coutinho, A. D., & Gonçalves, A (1994). *Fabrico e propriedades do betão*, Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia civil.
- Czarnecki, B., & Poon, B. (2017). *Concrete Sidewalk Design Analysis and Optimization for Improved Life Cycle and Sustainability*. Conferen of the transportation Association of Canada, St. Jon's NL. The City Calgary.
- Delatte, N. J. (2014). *Engineering Concrete Pavement Design, Construction and Performance - Second Edition*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Drilbor, 2021 obtido em 18/11/2021 de <https://www.maquinasportugal.com>
- D.P.T.I. (2015). *Guide to Bikeway Pavement Design, Construction & Maintenance for South Australia - Department of Planning, Transport and Infrastructure Safety and Service Division*. Australia: Government of South Austrália.
- DIAGNOSTICA. (2003). *Sistema Pericial de Apoio ao Diagnóstico de Patologias em Edifícios*. Eibenstock, 2021, obtido em 18/11/2021 de <https://www.eibenstock.com>
- Fernandes, M. (2019). *Mecânica dos Solos - Volume 1 - Conceitos e Princípios*. Porto: EDIÇÕES UP.
- Figueiras, P. (1997). *Verificação aos Estados Limites de Utilização*. Porto: Faculdade de Engenharia da U.P.
- Flores-Colen, Brito & Freitas. (2010). *Discussion of criteria for prioritization of predictive maintenance of building façades: survey of 30 experts*. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, ASCE, Volume 24, Issue 5.
- Form+test, 2022 obtido em 3/1/2022 de <https://www.formtest.de/en/>
- Garcia, J. (2006). *Dissertação de mestrado - Sistema de inspecção e diagnóstico de revestimentos epóxidos em pisos industriais*. Lisboa: IST.
- Infociments. (2021). Obtido em 18/11/2021 de <http://www.infociments.fr>

- IPQ. (2007). *NP ENV 206-1, Betão parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade*. Lisboa: IPQ.
- JAE. (1995). *Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária nacional*. Lisboa: Junta Autónoma de Estradas.
- Laser, 2021, obtido em 18/11/2021 de <https://www.ferramentas.pt>
- Leica, 2021, obtido em 18/11/2021 de <https://www.leica.pt>
- LNEC. (1962). *Vocabulário de Estradas e Aeródromos*. Lisboa: LNEC.
- Lynn, E. & A., R. (1994). *Materials and Procedures for the repair of joints seals in concrete pavements*. Washington: Strategic Highway Research Program (SHRP).
- Michaelis & Martins, 2021 obtido em 18/11/2021 de <https://www.michaelismartins.com>
- Nascimento, J. (1985). *Exigências funcionais de revestimentos de piso*. Lisboa: LNEC.
- Neves, J. (2007). *Elementos de Construção e Manutenção de Infra-Estruturas de Transportes*. Lisboa: IST.
- Nunes, Â. (2005). *Betão à Vista*. *Engenharia e Vida* nº 10, 38-43.
- Nunes, Â. (2005). *Pavimentos de Betão em Espaços Urbanos: funcionalidade durabilidade Português*.
- PATORREB. (2004). *Obtido em Grupo de estudos da patologia da construção - U. Porto Fichas de Patologia em 10/10/2021 de <http://patorreb.com/pt>*
- PAVIBETÃO. (2021). *Obtido em 10/10/2021 de <http://www.pavibetao.com>*
- PCA - Transportation Department. (1984). *Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements*. Illinois: Portland Cement association.
- Piovesan, Â. (2009). *Estudo sobre a influência da adição de pigmentos em propriedades de durabilidade e na cromacidade do concreto de cimento Portland branco*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul .
- Rodrigues, P. (1999). *Juntas em Pisos Industriais*. São Paulo.
- SECIL. (2021). *Obtido em Betão Branco: prescrição e utilização em 20/11/2021 de <https://secilpro.com>*
- Sika. (2021). *Obtido em 20/11/2021 de <http://prt.sika.com>*

Silvestre, J. (2005). Dissertação de mestrado - Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos cerâmicos aderentes. Lisboa: IST.

TOPECA. (2021). Obtido em 20/11/2021 de <http://www.topeca.pt>

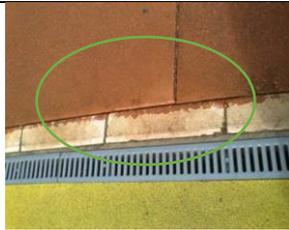
Valverde.Miranda, C. (1988). Dimensionamento de Pavimentos Rígidos. Maia: Jornada Técnica.

Vieira, M. (2016). Especificação E 464. Lisboa: LNEC.

Williamson, N. (2003). Defects in Industrial Concrete Floors - Their Causes and How to Avoid Them. 5th Internacional Colloquium Industrial Floors. Estugarda - Alemanha: Technique Academy Esslingen.

Wurth, 2022, obtido em 3/1/2022 de <https://eshop.wurth.pt>

A - APÊNDICE 1 - FICHAS DE ANOMALIAS

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.CE1 | | EMPOLAMENTO | | | |
|--|---|--|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: A cota inicial da camada de acabamento ou desgaste, demonstra uma elevação em áreas localizadas, criando um degrau em relação às superfícies que se encontram estáveis. | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | C PB..M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.A3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: Infiltrações de água nas zonas afetadas e consequente elevação do pavimento na zona envolvente, aspeto estético afetado, perda de resistência do pavimento na zona limitada por lancil, alteração das condições de utilização por deficiência de planimetria com possibilidade de quedas de nível e acidentes. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECIONAR: Zona periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Ligações com outros elementos; Ocorrência de infiltrações em juntas (j); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B); Características do solo e das diversas camadas. | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - caroteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: condições para que o fenómeno progrida (S/N); Área de pavimento em betão afetada (...) m ² ; Desnível (...) mm; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B); Deverá ser analisada as diversas camadas do pavimento para obter informação sobre o empolamento. | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | Urgência de reparação | | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com área ≤ 0,1 m ² | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | | |
| | Nível 2 | 0,1 m ² < área da anomalia < 1 m ² | Informar a entidade responsável pela manutenção | | |
| | Nível 3 | Anomalia com área ≥ 1 m ² ; Várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório ≥ 1 m ² de área | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | |
| | | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | |
| | | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.CE2 | | FISSURAÇÃO | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: Fissuração da camada de acabamento ou desgaste, verificar a existência de juntas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: Infiltrações de água nas zonas afetadas, aspeto estético afetado. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Largura das fendas (mm); Ocorrência de infiltrações em juntas (j); Fissuração estabilizada; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - caroteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...)%; largura das fendas (...) mm; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | Urgência de reparação | | |
| Área afetada (até 50 m ²); Abertura das fendas em (mm) | Nível 1 | Fissura isolada (≤ 2 mm) | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | | |
| | Nível 2 | Fissura longitudinal significativa, ramificada com eventual perda de agregados (2 mm < abertura ≤ 4 mm) | Informar a entidade responsável pela manutenção | | |
| | Nível 3 | Fissura longitudinal grave ramificada ou em grelha ligeira com perda de material (abertura > 4 mm); fissura transversal de qualquer gravidade | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | |
| | | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | |
| | | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.CE3 | | MANCHAS | | | |
|--|--|---|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: manchas da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de re-tração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: | | | | | |
| infiltrações de água nas zonas afetadas; | | | | | |
| aspecto estético afetado; | | | | | |
| alteração das condições de utilização por deficiência de planimetria; | | | | | |
| quedas por falta de aderência. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: | | | | | |
| Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); | | | | | |
| Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); | | | | | |
| Zonas de assentamentos ou poças de água; | | | | | |
| Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - caroteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: | | | | | |
| condições para que o fenómeno progrida (S/N); | | | | | |
| percentagem de área de pavimento em betão afetada (...)%; | | | | | |
| Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Área da anomalia < 1 m ² | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | Anomalia com área ≥ 1 m ² | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.CE4 | | DESGASTE | | | |
|---|---|--|---|--|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | | | |
| DESCRIÇÃO: desgaste da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | C PB..M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.A3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente por menorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentés em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de tração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentés em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: | | | | | |
| aspeto estético afetado; desgaste precoce do pavimento. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: | | | | | |
| Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - caroteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: | | | | | |
| condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | Urgência de reparação | | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Área da anomalia < 1 m ² | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | | |
| | Nível 2 | Anomalia com área ≥ 1 m ² | Informar a entidade responsável pela manutenção | | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| | |
|--|--|
| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.CE5 | EXPANSÃO POR HUMIDADE OU DILATAÇÃO POR AÇÃO TÉRMICA |
|--|--|

LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas



DESCRIÇÃO: expansão por humidade ou dilatação por ação térmica da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas

CAUSAS PROVÁVEIS:

| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
|--|---|---|---|--|---|
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | C.PB.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.A3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |

CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS:

infiltrações de água nas zonas afetadas e consequente descolamento do pavimento circundante;
 aspeto estético afetado;
 perda de resistência do pavimento;
 alteração das condições de utilização por deficiência de geometria;
 desgaste precoce do pavimento;
 quedas e acidentes.

ASPETOS A INSPECIONAR:

Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j);
 Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m²);
 Ligações com outros elementos;
 Largura junta (mm);
 Ocorrência de infiltrações em juntas (j);
 Expansão por Ação da humidade ou temperatura;
 Zonas de assentamentos ou poças de água;
 Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B).

ENSAIOS A REALIZAR:

| | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - carreteadora |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|

PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO:

condições para que o fenómeno progrida (S/N);
 percentagem de área de pavimento em betão afetada (...)%;
 largura da junta (...) mm;
 Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B).

NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO:

| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | Urgência de reparação |
|---------------------------------------|---------------------|---|---|
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com área ≤ 0,1 m ² | Nenhuma; aguardar manutenção periódica |
| | Nível 2 | 0,1 m ² < área da anomalia < 1 m ² | Informar a entidade responsável pela manutenção |
| | Nível 3 | Anomalia com área ≥ 1 m ² ; várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório ≥ 1 m ² de área | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada |

SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO:

| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO |
|---|--|---|
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.CE6 | | PERDA DE COR | | | |
|---|---|--|---|--|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | | | |
| DESCRIÇÃO: perda de cor da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.A3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: aspecto estético afetado. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Zonas de assentamentos ou poças de água; Lixiviação das juntas; Valor estético das zonas afetadas – Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - caroteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...)%; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com área ≤ 0,1 m ² | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | Anomalia com área > 0,1 m ² | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.CE7 | | ACUMULAÇÃO DE DETRITOS / ÁGUA | | | |
|--|---|--|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: acumulação de detritos / água da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: | | | | | |
| infiltrações de água nas zonas afetadas e consequente causa de anomalias no pavimento circundante; aspecto estético afetado; perda de resistência do pavimento; alteração das condições de utilização por deficiência de planimetria; quedas, acidentes devido à falta de aderência. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECIONAR: | | | | | |
| Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Ocorrência de infiltrações em juntas (j); Zonas de assentamentos ou poças de água; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - carreteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: | | | | | |
| condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com área < 1m ² | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório ≥ 1 m ² de área | | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.TP1 | | ABATIMENTOS | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: abatimentos da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: | | | | | |
| infiltrações de água nas zonas afetadas e consequente abatimento do pavimento circundante; aspeto estético afetado; perda de resistência do pavimento; alteração das condições de utilização por deficiência de geometria; quedas e acidentes por falta de base de sustentação. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: | | | | | |
| Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Degradação da base (m ²); Degradação da sub-base (m ²); Ligações com outros elementos; Assentamento estabilizado; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - carreadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: | | | | | |
| condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...)%; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com área ≤ 0,1 m ² | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | 0,1 m ² < área da anomalia < 1 m ² | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | Nível 3 | Anomalia com área ≥ 1 m ² | | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.TP2 | | FENDILHAMENTO EM MALHA OU BLOCOS | | | |
|--|---|--|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: fendilhamento em malha ou blocos da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: | | | | | |
| infiltrações de água nas zonas afetadas e consequente assentamento do pavimento circundante; | | | | | |
| aspecto estético afetado; | | | | | |
| perda de resistência do pavimento; | | | | | |
| alteração das condições de utilização por deficiência de geometria; | | | | | |
| quedas e acidentes causados pelo abatimento. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: | | | | | |
| Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); | | | | | |
| Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); | | | | | |
| Ligações com outros elementos; | | | | | |
| Largura das fendas (mm); | | | | | |
| Ocorrência de infiltrações em juntas (j); | | | | | |
| Zonas de assentamentos ou poças de água; | | | | | |
| Assentamento estabilizado; | | | | | |
| Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - carreadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: | | | | | |
| condições para que o fenómeno progrida (S/N); | | | | | |
| percentagem de área de pavimento em betão afetada (...); | | | | | |
| largura das fendas (...); | | | | | |
| Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m ²); Abertura das malhas (mm) | Nível 1 | Malha de fendilhação de abertura de pequena dimensão e sem ascensão de finos (abertura < 2 mm e malha > 20 cm) | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | Malha de fendilhação de abertura de qualquer dimensão e com perda de material (fendas com abertura < 2 mm e malha < 20 cm, ou fendas com abertura entre 2 e 4 mm para qualquer tipo de malha, ou fendas com abertura > 4 mm e malha > 40 cm) | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | Nível 3 | Malha de fendilhação de abertura de grande dimensão com perda de material e ascensão de finos (fendas com abertura > 4 mm e malha < 40 cm) | | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.TP3 | | VEGETAÇÃO PARASITÁRIA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: vegetação parasitária da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de re- tração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: infiltrações de água nas zonas afetadas e consequente aumento de vegetação; aspeto estético afetado; quedas e acidentes e escorregamentos. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Zonas de assentamentos ou poças de água; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - carreadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com área ≤ 0,1 m ² | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | Anomalia com área ≥ 0,1 m ² ; várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório ≥ 1 m ² de área e na área de 1 m ² | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|
| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.ZS1 | | JUNTAS | | | |
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: juntas da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | C PB..M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.A3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: infiltrações de água nas zonas afetadas; aspeto estético afetado; perda de resistência do pavimento; alteração das condições de utilização por deficiência de geometria; quedas e acidentes. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Largura das juntas (mm); Ocorrência de infiltrações em juntas (j); Lixiviação das juntas; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - carreteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...); largura das juntas (...) mm; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m²) | Nível 1 | Anomalia com comprimento linear ≤ 0,1 m | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | 0,1 m < comprimento linear da anomalia < 1 m | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | Nível 3 | Anomalia com comprimento linear ≥ 1 m; várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório ≥ 1 m de comprimento | | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | |
| | | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | |
| | | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.ZS2 | | LIGAÇÃO COM OUTROS ELEMENTOS | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: ligação com outros elementos descolamento da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.A1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: | | | | | |
| infiltrações de água nas zonas afetadas; | | | | | |
| aspecto estético afetado; | | | | | |
| perda de resistência do pavimento. | | | | | |
| ASPECTOS A INSPECCIONAR: | | | | | |
| Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); | | | | | |
| Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); | | | | | |
| Ligações com outros elementos; | | | | | |
| Zonas de assentamentos ou poças de água; | | | | | |
| Lixiviação das juntas; | | | | | |
| Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - carreadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: | | | | | |
| condições para que o fenómeno progrida (S/N); | | | | | |
| percentagem de área de pavimento em betão afetada (...)%; | | | | | |
| Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | Urgência de reparação | | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com comprimento linear ≤ 0,1 m | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | | |
| | Nível 2 | Anomalia com comprimento linear ≥ 1 m; várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório ≥ 1 m de comprimento | Informar a entidade responsável pela manutenção | | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.E1 | | DEFICIÊNCIAS DE PLANEZA OU SUPERFÍCIE IRREGULAR | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: deficiências de planeza ou superfície irregular da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.AC1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | C.PB..M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: infiltrações de água nas zonas afetadas; aspeto estético afetado; alteração das condições de utilização por deficiência de geometria. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECIONAR: Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Ocorrência de infiltrações em juntas (j); Zonas de assentamentos ou poças de água; Assentamento estabilizado; Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - caroteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m ²) | Nível 1 | Anomalia com área ≤ 0,1 m ² | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | 0,1 m ² < área da anomalia < 1 m ² | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | Nível 3 | Anomalia com área ≥ 1 m ² | | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | |
| | | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | |
| | | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | |

| | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|
| FICHA DE ANOMALIA: PB.A.E2 | | ALTERAÇÃO DE COR LOCALIZADA | | | |
| LOCALIZAÇÃO: Superfície corrente, Remates, Juntas | |  | |  | |
| DESCRIÇÃO: alteração de cor localizada da camada de acabamento ou desgaste em áreas localizadas | | | | | |
| CAUSAS PROVÁVEIS: | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | PB.C.AC1 - choque contra o pavimento | PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | PB.C.P2 - alteração de utilização |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | PB.C.AC3 - Instalações enterradas | PB.C.AM3 - ação biológica | | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de tração elevada | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | | | |
| | PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | | | |
| | PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores | | | | |
| | PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | |
| CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS: aspecto estético afetado. | | | | | |
| ASPETOS A INSPECCIONAR: Zona corrente (z), periférica (p), zonas singulares (s), juntas (j); Área / comprimento de pavimento em betão afetado (m ²); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| ENSAIOS A REALIZAR: | | | | | |
| TD.ND1 - avaliação da geometria | PB.TD.ND2 - medição de fissuras | TD.ND3 - medição de humidade | TD.ND4 - medição de temperatura | TD.ND5 - percussão | TD.D1 - caroteadora |
| PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO: condições para que o fenómeno progrida (S/N); percentagem de área de pavimento em betão afetada (...); Valor estético das zonas afetadas - Alto (A); médio/baixo (B). | | | | | |
| NÍVEL DE GRAVIDADE / URGÊNCIA DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | | Urgência de reparação | |
| Área afetada (até 50 m²) | Nível 1 | Anomalia com área < 0,1 m ² | | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | Nível 2 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório ≥ 1 m ² de área e na área de 1 m ² | | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO: | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | PB.R.J - JUNTAS | | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento corrente | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | | |
| | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | |
| | PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | | | |

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

B - APÊNDICE 2 - FICHAS DE DIAGNÓSTICO

FICHA DE ENSAIO PB.T.ND1

| | |
|--|--|
| <p>Designação:</p> |  |
| <p>avaliação geométrica</p> | |
| <p>Objetivo:</p> | |
| <p>a) avaliar se a geometria do pavimento em betão está de acordo com o especificado. b) avaliar se as pendentes para evacuação de águas estão de acordo com o especificado.</p> | |
| <p>Equipamento Necessário:</p> | |
| <p>Estação total (Leica, 2021), Inclinómetro (LaserLiner, 2021), ou equivalente.</p> |  |
| <p>Descrição do Método:</p> | |
| <p>1. colocação do inclinómetro no pavimento e verificação da geometria da superfície do pavimento ou a inclinação real; 2. verificação das cotas existentes e inclinações com recurso a estação total ou taqueómetro, para áreas de maior extensão.</p> | |
| <p>Vantagens:</p> | |
| <p>método expedito, rápida interpretação dos dados e grau de precisão aceitável. Envolve trabalhos de topografia.</p> | |
| <p>Limitações:</p> |  |
| <p>dificuldade de identificar a inclinação uniforme devido à área ser elevada; nesse caso, recorrer à amostragem.</p> | |

FICHA DE ENSAIO PB.T.ND2

| | |
|--|---|
| Designação: | |
| medição de humidade superficial | |
| Objetivo: | |
| a) medição da humidade na superfície do pavimento em betão. | |
| Equipamento necessário: | |
| Medição da humidade superficial (Wurth, 2021) | |
| Descrição do método | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. colocação do equipamento na superfície do pavimento; 2. leitura do valor do mostrador; 3. repetição da medição em diferentes pontos da superfície. | |
| Vantagens: | |
| método expedito, rápida interpretação dos dados e grau de precisão aceitável. | |
| Limitações: | |
| <p>nada de significativo a assinalar, exceto quando chove o que pode inviabilizar as medições.</p> <p>Escala de medição do betão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betão molhado - 1,5% - Betão seco - varia de 1 a 1,4 %. |  |

FICHA DE ENSAIO PB.T.ND3

| | |
|---|---|
| Designação: |  |
| medição de temperatura superficial. | |
| Objetivo: | |
| a) medição da temperatura na superfície do pavimento em betão. | |
| Equipamento necessário: | |
| Termómetro (Wurth, 2021) | |
| Descrição do método: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. colocação do equipamento na superfície do pavimento; 2. leitura do valor do mostrador; 3. repetição da medição em diferentes pontos da superfície. | |
| Vantagens: | |
| método expedito, rápida interpretação dos dados e grau de precisão aceitável. | |
| Limitações: | |
| nada significativo a assinalar. | |

FICHA DE ENSAIO PB.T.ND4

| | |
|--|---|
| Designação: |  |
| medição de fissuras ou juntas. | |
| Objetivo: | |
| a) quantificar a abertura de fendas ou fissuras e juntas. | |
| Equipamento necessário: | |
| comparador - Medição de fissuras (FORM+TEST, 2022). | |
| Descrição do método: | |
| 1. colocação do equipamento junto à fissura ou junta; 2. leitura do valor no mostrador. | |
| Vantagens: | |
| método expedito, rápida interpretação dos dados (comparador) ou régua. | |
| Limitações: | |
| menor grau de precisão. | |

FICHA DE ENSAIO PB.T.ND5

| | |
|--|--|
| Designação: |  |
| percussão | |
| Objetivo: | |
| a) observar possíveis zonas com anomalias nas camadas inferiores ou nas ligações. | |
| Equipamento necessário: | |
| Martelo de borracha (Ractem, 2021) | |
| Descrição do método: | |
| Impulsionar o martelo a cerca de 30 cm da superfície em pavimento em betão e detetar pela variação sonora, a possível identificação de zonas com anomalias. | |
| Quando se deteta um som cavo, reverberante e de baixa frequência (mais grave) num pavimento percutido, isso revela uma zona oca, enquanto um som sólido, de alta frequência e limpo é sinal de contacto total; as ocorrências podem ser marcadas com giz ou lápis. | |
| Deve ser sempre o mesmo operador para cada local. | |
| Vantagens: | |
| método expedito, rápida interpretação dos dados e grau de precisão aceitável. | |
| Limitações: | |
| menor grau de precisão. | |

FICHA DE ENSAIO PB.T.D1

| | |
|---|---|
| Designação: |  |
| Caroteadora | |
| Objetivo: | |
| a) extração de amostras em profundidade, para caracterização das camadas subjacentes ao pavimento em betão. | |
| Equipamento necessário: | |
| Caroteadora (BDE182 - EIBENSTOCK, 2021) | |
| Descrição do método: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. extração de amostras, por intermédio de uma coroa circular diamantada que perfura com rotação; 2. análise visual para caracterização sumária; 3. ensaios laboratoriais (eventualmente); 4. tamponamento dos furos com argamassa de reparação em cor idêntica. | |
| Vantagens: | |
| análise visual ou laboratorial das camadas constituintes do sistema de pavimentação. | |
| Limitações: | |
| necessidade de preparação das condições de ensaio; custos do equipamento elevados; ensaio destrutivo; caso as amostras vão para laboratório devem ser inseridas em recipiente próprio. | |

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

C - APÊNDICE 3 - FICHAS DE REPARAÇÃO

FICHA DE REPARAÇÃO - PB.R.SP1 - LIMPEZA DO PAVIMENTO CORRENTE



ELEMENTO:

Camada superficial do pavimento.

DESIGNAÇÃO:

Limpeza do pavimento:

- a) com varredoura mecânica;
- b) com sopradora;
- c) com mangueira .

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

Aluguer de equipamento varredoura mecânica, sopradora ou máquina de lavar à pressão.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

- a) organizar a passagem da varredoura mecânica no pavimento;
- b) organizar a passagem da sopradora no local, escolher local de recolha de folhas em sacos;
- c) organizar a localização dos pontos de água ou apoio de carrinha com depósito, verificar bom funcionamento do órgão de drenagem.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

- a) operador de varredoura - 1 hora 200 m²;
- b) operador de sopradora - 1 hora - 100 m²;
- c) lavagem operador - 1 hora - 100 m².

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

(a,b,c) varredoura, sopradora, mangueira.

CUSTO ESTIMADO:

(a,b,c,) - 5,00 €/m².

RESULTADO ESPECTÁVEL:

- a) remoção de depósitos de finos, folhas e vegetação;
- b) remoção de folhas;
- c) limpeza com jato de água elimina parte da sujidade e verifica funcionamento do órgão de drenagem.

RECOMENDAÇÕES:

Limpeza do pavimento:

- a) com varredoura mecânica, a velocidade de operação e o peso da máquina são condicionantes;
- b) com sopradora, levanta pó e ruído elevado;
- c) com mangueira ou jato de água, gasto elevado de água.

FICHA DE REPARAÇÃO - PB.R.SP2 - LIMPEZA DO PAVIMENTO ESPECIALIZADA



ELEMENTO:

Camada superficial do pavimento.

DESIGNAÇÃO:

Limpeza do pavimento:

- a) com detergente neutro;
- b) com solvente comercial;
- c) com vapor de água.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

(a) produto de limpeza neutro, (b) produto de limpeza industrial (ver solvente para tipo de mancha), vapor de água onde for aplicável.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS

(a,b,c) pré-molhagem da superfície do pavimento em betão, limpeza dos pavimentos com produto indicado (conforme indicações do fabricante), deixando-se atuar o produto durante alguns minutos, depois lavagem com mangueira.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

- 1 operador (a) - 20 minutos/mancha.
- 1 operador (b,c) - 40 minutos /mancha.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

(a,b,) escova macia; (f) equipamento de aquecimento de água com jato

CUSTO ESTIMADO:

(a, b, c) - 15 €/ m².

RESULTADO ESPECTÁVEL:

- a) manutenção do pavimento em betão;
- d) remoção de substâncias orgânicas, gorduras e pastilhas elásticas;
- c) auxiliar da limpeza com jato de água e com produtos químicos; amolece e elimina a mancha.

RECOMENDAÇÕES:

A dificuldade da limpeza encontra-se na escolha do produto industrial, pois caso não seja o recomendado para o tipo de manchas, pode não resultar, assim, deve ser feita consulta ao mercado para resolução da mancha; jato com água aquecida gera uma nuvem de vapor e pode ser causa de expansão térmica dos pavimentos.

FICHA DE REPARAÇÃO - PB.R.J1 - AUMENTO DE ESPESSURA OU INSERÇÃO DE NOVAS JUNTAS

**ELEMENTO:**

Juntas

DESIGNAÇÃO:

Aumentar ou novas juntas:

a) com a utilização de serra de corte.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

Refazer a junta com a utilização de serra de corte.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

Limpar a zona e refazer a junta, com material equivalente ao existente, ou fazer novo esquartelamento com a utilização de serra de corte.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

1 operador 30 minutos/ por 3m lineares de junta.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

Vassoura, material de preenchimento das juntas.

CUSTO ESTIMADO:

7 € /m linear.

RESULTADO ESPECTÁVEL:

Refazer a junta ou fazer novas juntas e colocar o pavimento operacional.

RECOMENDAÇÕES:

Este processo deve ter como base o projeto de execução, e o relatório sobre um possível esquartelamento.

FICHA DE REPARAÇÃO - PB.R.J2 - SUBSTITUIÇÃO DO MATERIAL DE PREENCHIMENTO

**ELEMENTO:**

Juntas.

DESIGNAÇÃO:

Juntas e tipo de juntas existentes em obra, refazer a junta com material equivalente ao existente.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

Junta simples refazer esquadramento.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

Limpar a zona e refazer a junta, com material equivalente ao existente.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

1 operador 30 minutos/ por 3 m lineares de junta.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

Vassoura, material de preenchimento das juntas.

CUSTO ESTIMADO:

10 € /m linear.

RESULTADO ESPECTÁVEL:

Refazer a junta e colocar o pavimento operacional.

RECOMENDAÇÕES:

A diversidade de juntas e o material de preenchimento em muitos casos é silicone, no entanto e dependendo do local podem ser usados outros materiais.

REPARAÇÃO - PB.R.J3 - REMOÇÃO DE ELEMENTOS METÁLICOS CORROÍDOS



ELEMENTO:

Superfície do pavimento.

DESIGNAÇÃO:

Remoção ou tratamento de elementos metálicos corroídos no pavimento:

- a) com produto removedor de ferrugem;
- b) com solvente comercial para a zona envolvente.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

(a,b) - removedor de ferrugem e solvente comercial que não afetem os restantes elementos pois podem ser causa de manchas.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

(a,b) limpeza do local e aplicação conforme indicações do fabricante dos produtos.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

1 operador 30 minutos/ por peça.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

(a,b) escova rígida ou lixa, vassoura e pano de limpeza.

CUSTO ESTIMADO:

(a,b) - 50 € / peça

RESULTADO ESPECTÁVEL:

- a) remoção de ferrugem e limpeza
- b) manutenção do pavimento em betão

RECOMENDAÇÕES:

O processo decorre conforme indicações do fabricante dos produtos, sendo que alguns destes produtos são causadores de manchas.

FICHA DE REPARAÇÃO PB.R.J4 - APLICAÇÃO DE HERBICIDA



ELEMENTO:

Superfície do pavimento.

DESIGNAÇÃO:

Limpeza do pavimento:

- a) com produto herbicida;
- b) limpeza ou aspiração de detritos.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

(a) produto de herbicida a aplicar por aplicados com formação e com cuidados para a outra vegetação e animais.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

(a) aplicação de herbicida, (b) remoção dos detritos passado o tempo necessário.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

1 operador 30 minutos/ por peça.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

(a) equipamento necessário pode ser um depósito com aplicador, utilização de EPS; (b) aspirador ou vassoura.

CUSTO ESTIMADO:

(a,b) - 15 € / peça

RESULTADO ESPECTÁVEL:

- a) remoção de vegetação
- b) manutenção do pavimento em betão

RECOMENDAÇÕES:

Os produtos tipo herbicidas devem obedecer às normas vigentes e com aplicadores com formação específica. Terá que existir cuidados com os animais e outra vegetação existente.

**FICHA DE REPARAÇÃO - PB.R.PB1 - SUBSTITUIÇÃO DE UMA ZONA LIMITADA POR JUNTAS,
CAMADA SUPERFICIAL EM BETÃO**



ELEMENTO:

Camada superficial do pavimento.

DESIGNAÇÃO:

Remoção da camada superficial do pavimento.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

Neste trabalho implica o conhecimento do projeto de execução ou relatório, para que a mistura do betão seja a mesma, podem ser executadas juntas para limitar a zona a intervir.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

Remoção da camada superficial do pavimento com apoio de máquinas e refazer a camada com betão com as mesmas características.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

2 operacionais para 40 m² por dia.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

Bobcat ou retroescavadora, camião, serra de corte de betão, vedações e sinalização.

CUSTO ESTIMADO:

150 € / m².

RESULTADO ESPECTÁVEL:

reparação entre juntas de uma zona de pavimento.

RECOMENDAÇÕES:

A zona de aplicação de betão, ficará impedida de ser utilizada por um período de 30 dias.

**FICHA DE REPARAÇÃO - PB.R.PB2 - SUBSTITUIÇÃO DE UMA ZONA LIMITADA POR JUNTAS,
CAMADA DE BETÃO, BASE E SUB-BASE**



ELEMENTO:

Todas as camadas do pavimento.

DESIGNAÇÃO:

Remoção de todas as camadas do pavimento.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

Este trabalho implica o conhecimento do projeto de execução ou relatório, para que a mistura do betão seja a mesma, podem ser executadas juntas para limitar a zona a intervir, será de refazer todas as camadas com as devidas compactações e estabilização da fundação, em caso de necessidade.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

Remoção de todas as camadas do pavimento com apoio de máquinas e refazer as camadas com possível melhoramento de fundação.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

2 operacionais para 20 m² por dia.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

Bobcat ou retroescavadora, camião, serra de corte de betão, vedações e sinalização, cilindro.

CUSTO ESTIMADO:

250 € / m²

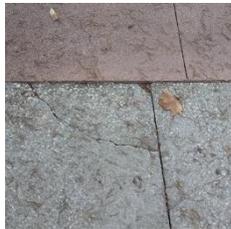
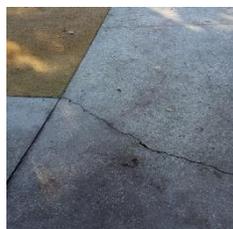
RESULTADO ESPECTÁVEL:

reparação entre juntas de uma zona de pavimento.

RECOMENDAÇÕES:

A zona de aplicação de betão ficará impedida de ser utilizada por um período de 30 dias.

FICHA DE REPARAÇÃO - PB.R.PB3 - REPARAÇÃO DE PONTOS SINGULARES E LIGAÇÕES COM OUTROS MATERIAIS



ELEMENTO:

Superfície do pavimento.

DESIGNAÇÃO:

Zona de ligações entre diversos materiais:

- (a) - Lancil Calcário;
- (b) - Lancil em Aço corten;
- (c) - Lancil em PVC;
- (d) - sumidouro;
- (e) - estátua.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS:

- (a,d,e) aplicação de calda de cimento pigmentada ou na cor natural do betão;
- (b,c) limpeza.

DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS:

- (a,d,e) limpeza da zona e aplicação de calda de cimento pigmentada ou na cor natural do betão;
- (b,c) limpeza com escova macia.

MÃO DE OBRA E PRAZO DE EXECUÇÃO ESTIMADO:

1 servente x 1 hora: limpeza de a,b,c (pavimentos) 20 m².

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO:

Vassoura .

CUSTO ESTIMADO:

(a,b,c,d,e) - 50 €/m².

RESULTADO ESPECTÁVEL:

- (a,d,e) impedir a entrada de água;
- (b,c) manutenção do pavimento em betão.

RECOMENDAÇÕES:

Aplicação de calda, implica a aproximação de cor do existente, preencher a zona indicada e não as juntas, a limpeza garante o funcionamento do sistema.

D - APÊNDICE 4 - TABELA DE NÍVEIS DE GRAVIDADE

| Tabela de Relação entre anomalias, níveis de gravidade e ações | | | | | |
|--|---|--|--|--|---|
| Anomalia | Parâmetros | Níveis de gravidade | Descrição do nível de gravidade | Urgência de reparação | |
| | | | | | |
| PBA.CE - Anomalias na camada exterior do pavimento | PBA.CE1 - empolamento | Nível 1 | Anomalia com área $\leq 0,1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | $0,1 \text{ m}^2 <$ área da anomalia $< 1 \text{ m}^2$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 3 | Anomalia com área $\geq 1 \text{ m}^2$ | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| | PBA.CE2 - fissuração | Abertura das fendas em (mm) | Nível 1 | Fissura isolada ($\leq 2 \text{ mm}$) | Nenhuma; aguardar manutenção periódica |
| | | | Nível 2 | Fissura longitudinal específica, ramificada, com eventual perda de agregados ($2 \text{ mm} <$ abertura $\leq 4 \text{ mm}$) | Informar a entidade responsável pela manutenção |
| | | | Nível 3 | Fissura longitudinal grave ramificada ou em grelha ligeira com perda de material (abertura $> 4 \text{ mm}$); fissura transversal de qualquer gravidade | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada |
| | PBA.CE3 - manchas | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Área da anomalia $\leq 1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica |
| | | | Nível 2 | Anomalia com área $\geq 1 \text{ m}^2$ | Informar a entidade responsável pela manutenção |
| | | | Nível 3 | Área da anomalia $\leq 1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica |
| | PBA.CE4 - desgaste | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Área da anomalia $\leq 1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica |
| | | | Nível 2 | Anomalia com área $\geq 1 \text{ m}^2$ | Informar a entidade responsável pela manutenção |
| | | | Nível 3 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}^2$ de área | Informar a entidade responsável pela manutenção |
| | PBA.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Anomalia com área $\leq 0,1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica |
| Nível 2 | | | $0,1 \text{ m}^2 <$ área da anomalia $< 1 \text{ m}^2$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| Nível 3 | | | Anomalia com área $\geq 1 \text{ m}^2$; várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}^2$ de área | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| PBA.CE6 - perda de cor | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Anomalia com área $\leq 0,1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | Anomalia com área $> 0,1 \text{ m}^2$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 3 | Anomalia com área $< 1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| PBA.CE7 - acumulação de detritos/ água | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Anomalia com área $< 1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}^2$ de área | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| | | Nível 3 | Anomalia com área $\leq 0,1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| PBA.TP1 - abastecimento | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Anomalia com área $\leq 1 \text{ m}^2$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 2 | $0,1 \text{ m}^2 <$ área da anomalia $< 1 \text{ m}^2$ | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| | | Nível 3 | Anomalia com área $\geq 1 \text{ m}^2$ | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| PBA.TP2 - fendilhação tipo pé de crocodilo | Abertura das malhas (m) | Nível 1 | Malha de fendilhação de abertura de pequena dimensão e sem ascensão de fios $< 0,2 \text{ m}$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | Malha de fendilhação de abertura de qualquer dimensão e com perda de material malha entre $0,4$ e $0,5 \text{ m}$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 3 | Malha de fendilhação de abertura de grande dimensão com perda de material e ascensão de fios com malha $\geq 0,5 \text{ m}$ | Informar com urgência a entidade responsável pela manutenção; vedação da zona afetada | |
| PBA.TP3 - vegetação parasitária | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Anomalia com área $\leq 0,1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | Anomalia com área $> 0,1 \text{ m}^2$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 3 | Anomalia com comprimento linear $\leq 0,1 \text{ m}$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| PBA.ZS1 - juntas | Comprimento em (m) | Nível 1 | $0,1 \text{ m} <$ comprimento linear da anomalia $< 1 \text{ m}$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | Anomalia com comprimento linear $\geq 1 \text{ m}$; várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}$ de comprimento | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 3 | Anomalia com comprimento linear $\leq 0,1 \text{ m}$ | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| PBA.ZS2 - ligação com outros elementos | Comprimento em (m) | Nível 1 | Anomalia com comprimento linear $\leq 0,1 \text{ m}$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | Anomalia com comprimento linear $\geq 1 \text{ m}$; várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}$ de comprimento | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 3 | Anomalia com área $\leq 0,1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| PBA.I1 - deteriorações de planeza ou superfície irregular | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}^2$ de área e na área de 1 m^2 | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 2 | Anomalia com área $\leq 1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 3 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}^2$ de área e na área de 1 m^2 | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| PBA.I2 - abração de cor localizada | Área Inspeccionada ($\geq 60 \text{ m}^2$) | Nível 1 | Anomalia com área $\leq 1 \text{ m}^2$ | Nenhuma; aguardar manutenção periódica | |
| | | Nível 2 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}^2$ de área e na área de 1 m^2 | Informar a entidade responsável pela manutenção | |
| | | Nível 3 | várias anomalias de qualquer área na mesma localização e com um somatório $\geq 1 \text{ m}^2$ de área e na área de 1 m^2 | Informar a entidade responsável pela manutenção | |

**E - APÊNDICE 5 - RELATÓRIO
PRELIMINAR TIPO**

RELATÓRIO PRELIMINAR TIPO

OBRA

PROCESSO N°

DATA

Índice

1 - Introdução

2 - Procedimentos

2.1 - Mapeamento do local e do pavimento

2.2 - Ficha de inspeção

2.3 - Fichas de validação

3 - Reparação

4 - Conclusão

5- Anexos

1 - INTRODUÇÃO

(local, data da inspeção, idade da obra, área, condições climáticas e a manutenção)

2 - PROCEDIMENTOS

(dados referentes ao projeto, dados sobre o solo de fundação, plano de manutenção, saber se a obra está na fase de garantia)

2.1 - MAPEAMENTO DO LOCAL E DO PAVIMENTO

(planta de projeto ou informação da internet para um mapeamento do local, dividir o espaço em módulos de 50 m²)

2.2 - FICHA DE INSPEÇÃO

(preenchimento das fichas de inspeção com as informações disponíveis)

2.3 - FICHAS DE VALIDAÇÃO

(preenchimento das fichas de validação com a observação das anomalias, causas, diagnóstico e reparações)

3 - REPARAÇÃO

(preenchimento da ficha de orçamento e urgência de reparações)

4 - CONCLUSÃO

(resumo da informação e as opções para a resolução de anomalias e processo de reparação)

5- ANEXOS

Nos anexos e em complemento da informação apresentada poderá ser fornecido:

- Ficha de inspeção;
- Ficha de validação;
- ficha de orçamento e urgência de reparações;
- Desenhos;
- Planos de manutenção;
- Ensaios.

| FICHA DE INSPEÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--|-----------|-----------------------------|-------|------------|---|-----|-----|------------------------|-----|---------------------------------|-----|----------------|-----|-------------------|-----|--------------------|-----|---------------------------|--|--------|--|---|--|
| FICHA DE INSPEÇÃO: | | FI01 | | | | | | | | | | DATA: | | 07/01/2022 | | | | | | | | | | | |
| RESPONSÁVEL/FUNÇÃO: | | Eugénio Nunes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBJECTIVO DA INSPEÇÃO: | | Inspeção para dissertação de mestrado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL: | | BETÃO | | Betão C20/25 cor natural | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOCALIZAÇÃO: | | Rua José Gomes Ferreira - Fanqueiro - Loures | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIÇÃO: | | Campo de Jogos com zona de estadia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caracterização Construtiva: | | Pavimento em betão | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contactos efectuados (proprietário / projectista / empreiteiro) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Designação do betão: | | C20/25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caracterização da base: | | Tout-Venant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caracterização da sub-base: | | Tout-Venant | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Área Total | | 765 | | Número de Módulos de 50 m 2 | | | | 12 | | | | Número de Módulos com anomalias | | | | 5 | | | | | | | | | |
| Utilização: | | Pedonal | | x | | Ciclovía | | | | Parques Infantis | | | | Zonas de estar | | x | | Zonas de transição | | | | Outros | | | |
| Distância à zona marítima: | | < 1 km | | | | >1 e <5 Km | | | | > 5 Km | | x | | | | | | | | | | | | | |
| Exposição solar: | | Reduzida | | | | Elevada | | x | | Acção do vento: | | reduzida | | | | moderada | | x | | elevada | | | | | |
| Acabamento superficial: | | rugoso | | | | liso | | x | | Ligação entre camadas: | | sim | | | | não | | x | | | | | | | |
| Exposição à humidade: | | alta | | x | | baixa | | | | Agentes poluentes: | | urbana | | x | | rural | | | | marítima | | | | | |
| Preenchimento das juntas: | | sim | | | | não | | x | | Material: | | Betão | | | | Ano de Conclusão: | | 2019 | | | | | | | |
| Tipo de envolvente: | | rural | | | | urbana | | x | | Acção da chuva: | | severa | | | | moderada | | x | | Rede de drenagem pluvial: | | sim | | x | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE ANOMALIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 | A14 | A15 | A16 | A17 | A18 | A19 | A20 | | | | | |
| Verificado anomalias: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| sim | | | | x | x | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| não | x | x | | | | x | x | | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | |
| Linearidade: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Linear | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| Caminho com curvas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Circunferência | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distância entre juntas (m) | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | | | | | | | | | | | | | |
| Largura das juntas (mm) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | |
| Cor: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Branco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cinzento | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| Amarelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Azul | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vermelho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esquartelamento: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esquartelamento até 3x3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esquartelamento entre 3 x3 e 5 x 5 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| Esquartelamento superior a 5 x 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANUTENÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| tipo de manutenção: | m | x | rc | | rp | | (m - trabalhos manutenção; rc - reparação curativa; rp - reparação preventiva) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| periodicidade das inspeções: | mensal | x | semestral | | anual | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| intervenções data: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVAÇÕES: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| FICHA DE VALIDAÇÃO DE ANOMALIAS TOTALIZADORA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-------------------|------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| ÁREA TOTAL | 765 | DATA DA INSPEÇÃO: | 07/01/2022 | Nº DE FICHAS | 5 | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BETÃO (BE) | x | Betão C20/25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANOMALIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.A.CE - Anomalias na camada exterior do pavimento | | | | PB.A.TP - Anomalias que afetam todo o sistema do pavimento | | | | | | | | | | | | | |
| PB.A.CE1 - empolamento | | | | PB.A.TP1 - abatimentos | | | | | | | | | | | | | |
| PB.A.CE2 - fissuração | 3 | | | PB.A.TP2 - ferrugem em malha ou blocos | | | | | | | | | | | | | |
| PB.A.CE3 - manchas | 5 | | | PB.A.TP3 - vegetação parásita | | | | | | | | 1 | | | | | |
| PB.A.CE4 - desgaste | | | | PB.A.ZS - Anomalias em zonas singulares do pavimento | | | | | | | | | | | | | |
| PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica | | | | PB.A.ZS1 - juntas | | | | | | | | 1 | | | | | |
| PB.A.CE6 - perda de cor | | | | PB.A.ZS2 - ligação com outros elementos | | | | | | | | 2 | | | | | |
| PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | | | | PB.A.E - Anomalias estéticas | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular | | | | | | | | 1 | | | | | |
| | | | | PB.A.E2 - alteração de cor localizada | | | | | | | | | | | | | |
| CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona corrente | | 2 | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona Periférica | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zonas singulares | | 1 | | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | |
| Juntas | | 2 | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Área / comprimento de PBC afectado (m²) | | 2 | 2,5 | | | | | 0,5 | 2 | 1,5 | 5 | | | | | | |
| Área da anomalia em que é visível empolamento (m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Área a intervir com urgência (m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Degradação da base (m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Degradação da sub-base (m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ligações com outros elementos | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | |
| Largura das fissuras (mm) | | 1,3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ocorrência de infiltrações em juntas | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Expansão por ação da humidade ou temperatura | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zonas de assentamentos ou poças de água | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lixiviação das juntas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Assentamento estabilizado | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor estético das zonas afectadas - alto | | 3 | 5 | | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | |
| Valor estético das zonas afectadas - médio/baixo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esquetelamento até 3 x 3 | | 3 | 5 | | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | |
| Esquetelamento entre 3 x 3 e 5 x 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esquetelamento superior a 5 x 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAUSAS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | | 2 | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| PB.C.EP4 - insuficiente pormenorização das zonas singulares | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o solo | | 3 | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentes em pavimentos exteriores | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | 2 | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| PB.C.AC - ACÇÕES DE ACIDENTE | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.C.AC1 - choque contra o pavimento | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.AC3 - Instalações enterradas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.AM - ACÇÕES AMBIENTAIS | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento natural | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.AM3 - ação biológica | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | | | 5 | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES INICIALMENTE PREVISTAS | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.P2 - alteração de utilização | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.TD.ND1 - avaliação da geometria | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| PB.TD.ND2 - medição de fissuras | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| PB.TD.ND3 - medição de humidade | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| PB.TD.ND4 - medição de temperatura | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| PB.TD.ND5 - percussão | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAIOS DESTRUTIVOS | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.TD.D1 - carotadora | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TÉCNICAS DE REPARAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento (m²) | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada (m²) | | | 5 | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | |
| PB.R.J - JUNTAS | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas (m) | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos (m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.J4 - aplicação de herbicida (m²) | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUOS EM BETÃO | | | | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TS1 | PB.A.TS2 | PB.A.TS3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
| PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão (m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base (m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais (m²) | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOTAS: | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| FICHA DE ORÇAMENTO URGÊNCIA DE REPARAÇÕES | | | | | |
|--|--|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| Rua José Gomes Ferreira - Fanqueiro - Loures | | | | | |
| | ÁREA TOTAL (m²) | 765 | Ficha de Inspeção | FI01 | |
| | ÁREA COM ANOMALIAS (m²) | 13,5 | Ano de Construção | 2019 | |
| MATERIAL | | | | | |
| DADOS PARA APOIO À DECISÃO | | | | | |
| | | Un. | Quantidade | Porcentagem do total | |
| 1 | PB.A.CE - Anomalias na camada exterior do pavimento | | | | |
| 1.1 | PB.A.CE1 - empolamento | | | | |
| 1.1.1 | Área a manter conforme plano de manutenção | m2 | 0 | 0,00% | |
| 1.1.2 | Área a vedar e intervir com urgência | m2 | 0 | 0,00% | |
| 1.2 | PB.A.CE2 - fissuração | | | | |
| 1.2.1 | Área a manter conforme plano de manutenção | m2 | 2 | 0,26% | |
| 1.2.2 | Área a vedar e intervir com urgência | m2 | 0 | 0,00% | |
| 1.3 | PB.A.CE3 - manchas | m2 | 2,5 | 0,33% | |
| 1.4 | PB.A.CE4 - desgaste | m2 | 0 | 0,00% | |
| 1.5 | PB.A.CE5 - expansão por humidade ou dilatação por ação térmica | | | | |
| 1.5.1 | Área a manter conforme plano de manutenção | m2 | 0 | 0,00% | |
| 1.5.2 | Área a vedar e intervir com urgência | m2 | 0 | 0,00% | |
| 1.6 | PB.A.CE6 - perda de cor | m2 | 0 | 0,00% | |
| 1.7 | PB.A.CE7 - acumulação de detritos / água | m2 | 0 | 0,00% | |
| 2 | PB.A.TP - Anomalias que afetam todo o sistema do pavimento | | | | |
| 2.1 | PB.A.TP1 - abatimentos | | | | |
| 2.1.1 | Área a manter conforme plano de manutenção | m2 | 0 | 0,00% | |
| 2.1.2 | Área a vedar e intervir com urgência | m2 | 0 | 0,00% | |
| 2.2 | PB.A.TP2 - fendilhamento em malha ou blocos | | | | |
| 2.2.1 | Área a manter conforme plano de manutenção | m2 | 0 | 0,00% | |
| 2.2.2 | Área a vedar e intervir com urgência | m2 | 0 | 0,00% | |
| 2.3 | PB.A.TP3 - vegetação parasitária | m2 | 0,5 | 0,07% | |
| 3 | PB.A.ZS - Anomalias em zonas singulares do pavimento | | | | |
| 3.1 | PB.A.ZS1 - juntas | | | | |
| 3.1.1 | Área a manter conforme plano de manutenção | m2 | 2 | 0,26% | |
| 3.1.2 | Área a vedar e intervir com urgência | m2 | 0 | 0,00% | |
| 3.2 | PB.A.ZS2 - ligações com outros elementos | m2 | 1,5 | 0,20% | |
| 4 | PB.A.E - Anomalias estéticas | | | | |
| 4.1 | PB.A.E1 - deficiências de planeza ou superfície irregular | m2 | 5 | 0,65% | |
| 4.1 | PB.A.E2 - alteração de cor localizada | m2 | 0 | 0,00% | |
| | Área total a intervir conforme plano de manutenção | m2 | 13,5 | 1,76% | |
| | Área total a intervir com urgência | m2 | 0 | 0,00% | |
| ORÇAMENTO PARA REPARAÇÕES | | | | | |
| | | | Quantidade | Preço Unitário | Preço Total |
| 1 | PB.R.SP - SUPERFICIE DO PAVIMENTO | | | | |
| 1.1 | PB.R.SP1 - limpeza do pavimento (m²) | m2 | 0,5 | 5,00 € | 2,50 € |
| 1.2 | PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada (m²) | m2 | 9 | 15,00 € | 135,00 € |
| 2 | PB.R.J - JUNTAS | | | | |
| 2.1 | PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas (m) | m | 6 | 7,00 € | 42,00 € |
| 2.2 | PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento (m) | m | 0 | 10,00 € | 0,00 € |
| 2.3 | PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos (m²) | m2 | 0 | 50,00 € | 0,00 € |
| 2.4 | PB.R.J4 - aplicação de herbicida (m²) | m2 | 0,5 | 15,00 € | 7,50 € |
| 3 | PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUOS EM BETÃO | | | | |
| 3.1 | PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão (m²) | m2 | 0 | 150,00 € | 0,00 € |
| 3.2 | PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base (m²) | m2 | 0 | 250,00 € | 0,00 € |
| 3.3 | PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais (m²) | m2 | 1 | 50,00 € | 50,00 € |
| | | | Total estimado | | 237,00 € |
| NOTAS: | | | | | |

F - APÊNDICE 6 - CASOS DE ESTUDO

MATRIZ DE OBSERVAÇÃO DE RELAÇÕES ENTRE OS DADOS INSPECIONADOS EM OBRAS

| | PB.A.CE1 | PB.A.CE2 | PB.A.CE3 | PB.A.CE4 | PB.A.CE5 | PB.A.CE6 | PB.A.CE7 | PB.A.TP1 | PB.A.TP2 | PB.A.TP3 | PB.A.ZS1 | PB.A.ZS2 | PB.A.E1 | PB.A.E2 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| PB.C.EP - ERROS DE PROJETO | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EP1 - escolha incorreta do perfil resistente do pavimento | x | x | | | | | x | x | x | | x | x | x | |
| PB.C.EP2 - dimensionamento incorreto das juntas do pavimento ou inexistência de juntas | x | x | | | x | | | x | x | | x | x | | |
| PB.C.EP3 - existência de zonas de difícil execução das diversas camadas do pavimento | x | x | | | x | | x | x | x | | x | x | x | |
| PB.C.EP4 - Insuficiente pormenorização das zonas singulares | x | x | | | x | | x | x | x | | x | x | | |
| PB.C.EP5 - inexistência ou insuficiência de pendentem em | | | | | x | | x | x | x | | x | x | x | |
| PB.C.EP6 - deformações excessivas / falta de informação sobre o | x | x | | | x | | x | x | x | | x | x | | |
| PB.C.EE - ERROS DE EXECUÇÃO | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.EE1 - utilização de materiais não prescritos ou má interpretação dos dados do projeto | x | x | x | | x | x | x | x | x | | x | x | x | x |
| PB.C.EE2 - aplicação em condições ambientais adversas / vento e chuva | | | | | | x | x | | | | | | x | x |
| PB.C.EE3 - desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases | | | | | x | | | | | | | | x | x |
| PB.C.EE4 - desrespeito pelo tempo secagem / presa | | x | | | | | | | | | | | x | x |
| PB.C.EE5 - utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada | x | x | | | x | | | | | | x | x | | |
| PB.C.EE6 - preenchimento de juntas com areia e sujidades | x | x | | | x | | | | | x | x | x | | |
| PB.C.EE7 - execução de juntas com largura ou profundidade inadequada / não execução das juntas | x | x | | | x | | | | | | x | x | | |
| PB.C.EE8 - inexistência ou insuficiência de pendentem em | | | | | x | | x | x | | | x | x | x | |
| PB.C.EE9 - encastramento de acessórios metálicos não protegidos | | | | | x | x | x | | | | x | x | x | |
| PB.C.AC - AÇÕES DE ACIDENTE | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.AC1 - choque contra o pavimento | | | | | | | | x | x | x | | | x | |
| PB.C.AC2 - Circulação de veículos pesados | | x | | | x | | | x | x | x | | | x | |
| PB.C.AC3 - Instalações enterradas | | | | | | | | x | x | x | | | x | |
| PB.C.AM - AÇÕES AMBIENTAIS | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.AM1 - radiação solar / poluição atmosférica / envelhecimento | x | x | x | | | | | | | x | x | x | | x |
| PB.C.AM2 - lixiviação dos materiais das juntas | | | | | | x | | | | | | | | |
| PB.C.AM3 - ação biológica | | | x | | | x | x | x | x | x | | | x | x |
| PB.C.M - FALHAS DE MANUTENÇÃO | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.M1 - falta de limpeza do pavimento ou de zonas adjacentes | | x | x | | | x | x | | | x | x | x | | x |
| PB.C.M2 - limpeza incorreta do pavimento | | x | x | | | x | x | | | x | x | x | | x |
| PB.C.P - ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.C.P1 - cargas excessivas nos pavimentos | | x | | x | | | x | x | x | | | | x | |
| PB.C.P2 - alteração de utilização | | | | | | | | | | | | | | |
| TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.TD.ND1 - avaliação da geometria | x | x | | | x | | x | x | x | x | x | | x | |
| PB.TD.ND2 - medição de fissuras | x | x | | | x | | x | x | x | | x | x | | |
| PB.TD.ND3 - medição de humidade | x | x | x | | x | x | x | x | | x | x | x | | x |
| PB.TD.ND4 - medição de temperatura | x | x | | | x | | x | x | | x | x | x | | |
| PB.TD.ND5 - percussão | x | x | | | x | | x | x | | x | x | x | | |
| ENSAIOS DESTRUTIVOS | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.TD.D1 - carreadora | x | | | | | | x | x | x | | x | x | | |
| TÉCNICAS DE REPARAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.SP - SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.SP1 - limpeza do pavimento | | | x | | | | | | | | | | x | x |
| PB.R.SP2 - limpeza do pavimento especializada | | | x | | | x | x | | | x | | x | | x |
| PB.R.J - JUNTAS | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.J1 - aumento de espessura ou inserção de novas juntas | x | x | | x | x | | | | | | x | | | |
| PB.R.J2 - substituição do material de preenchimento | | x | | | x | | | | | | x | | | |
| PB.R.J3 - remoção de elementos metálicos corroídos | | | | | | | | | | | | x | | |
| PB.R.J4 - aplicação de herbicida | | x | x | | | x | | | | x | x | | | |
| PB.R.PB - PAVIMENTO CONTÍNUO EM BETÃO | | | | | | | | | | | | | | |
| PB.R.PB1 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada superficial em betão | | x | | x | x | | x | | | | | | x | |
| PB.R.PB2 - substituição de uma zona limitada por juntas, camada de betão, base e sub-base | x | | | | | | | x | x | | | | | |
| PB.R.PB3 - reparação de pontos singulares e ligações com outros materiais | | x | | | | | | | x | | | x | | |



2022

EUGÉNIO NUNES

SISTEMA DE DIAGNÓSTICO, ANÁLISE E REPARAÇÃO DE
PAVIMENTOS EXTERIORES PEDONAIS EM BETÃO