



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos

PROJECTO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E LOCAL - PDUL

NORMAS PARA ESTRADAS URBANAS MUNICIPAIS
**MANUAL DE CONSTRUÇÃO
E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS
URBANAS MUNICIPAIS**

OUTUBRO 2021



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos

PROJECTO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E LOCAL - PDUL

NORMAS PARA ESTRADAS URBANAS MUNICIPAIS
**MANUAL DE CONSTRUÇÃO
E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS
URBANAS MUNICIPAIS**



OUTUBRO 2021

FICHA TÉCNICA

República de Moçambique
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
Programa de Desenvolvimento Urbano e Local – PDUL

Título: Guião Metodológico para Elaboração de Planos Director Municipais de Água e Saneamento Urbano

Edição: Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
Direcção Nacional de Urbanização e Habitação

Produção: José Walters Monteiro

Apoio Técnico: Dinis Moreno, Faizal Julaya, Armando Paulino, Hafido Abacassamo, Lázaro Matlava,
Tomás Banze, Hugo Chissaque, Augusto Macie, Tânia Daúde, Arcénio Manjate, Idélcia Mapure

Assistência Técnica Metodológica: Maria Sónia dos Santos, Ângelo Benesse, Adelino da Cruz e Alda Saíde.

Revisão e Controle de Qualidade: Ângelo Benesse, André Herzog, Hannah Kim, Márcia Oliveira, Federico Cabrillo.

Desenho Gráfico: Elográfico, Lda.

Impressão e Acabamento:

Tiragem: 0000 exemplares

Edição: 1ª edição, 2021

Registo:

Apoio Financeiro: Governo de Moçambique, Banco Mundial (BM) e Governo do Japão

ÍNDICE

Índice de Figuras	5
Índice de Tabelas	9
1. Introdução	13
1.1. Contextualização	14
1.2. Objectivo do Manual	16
1.3. Público alvo	16
1.4. Estrutura do Manual	16
2. Construção de estradas	21
2.1 Especificações técnicas	22
2.1.1 Especificações Técnicas Gerais	23
2.2. Obrigações contratuais do empreiteiro	27
2.3 Equipamento de terraplenagem	28
2.3.1 Tipos de trabalho e equipamentos recomendáveis	29
2.3.2 Exemplos de equipamentos de terraplenagem	30
2.4 Selecção de equipamento para compactação	33
3 Manutenção e conservação de estradas municipais	37
3.1 Conceitos gerais	38
3.1.1 O conceito de manutenção rodoviária	38
3.1.2 Âmbito da intervenção municipal	39
3.1.3 Manutenção de rotina	39
3.1.4 Manutenção periódica	40
3.2 Planeamento da manutenção de estradas municipais	41
3.2.1 Benefícios da implementação de um plano de gestão da manutenção	42
3.2.2 Chaves para um programa de sucesso	42
3.2.3 Inventário das vias	43
4 Defeitos em pavimentos	47
4.1 Defeitos em pavimentos asfaltados	49
4.1.1 Defeitos de superfície	50
4.1.2 Defeitos caracterizados por deformações	58
4.1.3 Defeitos caracterizados por fendilhação	65
4.2 Defeitos em estradas não revestidas	69
4.3 Defeitos em pavimentos de blocos de pavê	79

FICHA TÉCNICA

República de Moçambique
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
Programa de Desenvolvimento Urbano e Local – PDUL

Título: Guião Metodológico para Elaboração de Planos Director Municipais de Água e Saneamento Urbano

Edição: Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
Direcção Nacional de Urbanização e Habitação

Produção: José Walters Monteiro

Apoio Técnico: Dinis Moreno, Faizal Julaya, Armando Paulino, Hafido Abacassamo, Lázaro Matlava,
Tomás Banze, Hugo Chissaque, Augusto Macie, Tânia Daúde, Arcénio Manjate, Idélcia Mapure

Assistência Técnica Metodológica: Maria Sónia dos Santos, Ângelo Benesse, Adelino da Cruz e Alda Saíde.

Revisão e Controle de Qualidade: Ângelo Benesse, André Herzog, Hannah Kim, Márcia Oliveira, Federico Cabrillo.

Desenho Gráfico: Elográfico, Lda.

Impressão e Acabamento:

Tiragem: 0000 exemplares

Edição: 1ª edição, 2020

Registo:

Apoio Financeiro: Governo de Moçambique, Banco Mundial (BM) e Governo do Japão

ÍNDICE

Índice de Figuras	5
Índice de Tabelas	9
1. Introdução	13
1.1. Contextualização	14
1.2. Objectivo do Manual	16
1.3. Público alvo	16
1.4. Estrutura do Manual	16
2. Construção de estradas	21
2.1 Especificações técnicas	22
2.1.1 Especificações Técnicas Gerais	23
2.2. Obrigações contratuais do empreiteiro	27
2.3 Equipamento de terraplenagem	28
2.3.1 Tipos de trabalho e equipamentos recomendáveis	29
2.3.2 Exemplos de equipamentos de terraplenagem	30
2.4 Selecção de equipamento para compactação	33
3 Manutenção e conservação de estradas municipais	37
3.1 Conceitos gerais	38
3.1.1 O conceito de manutenção rodoviária	38
3.1.2 Âmbito da intervenção municipal	39
3.1.3 Manutenção de rotina	39
3.1.4 Manutenção periódica	40
3.2 Planeamento da manutenção de estradas municipais	41
3.2.1 Benefícios da implementação de um plano de gestão da manutenção	42
3.2.2 Chaves para um programa de sucesso	42
3.2.3 Inventário das vias	43
4 Defeitos em pavimentos	47
4.1 Defeitos em pavimentos asfaltados	49
4.1.1 Defeitos de superfície	50
4.1.2 Defeitos caracterizados por deformações	58
4.1.3 Defeitos caracterizados por fendilhação	65
4.2 Defeitos em estradas não revestidas	69
4.3 Defeitos em pavimentos de blocos de pavê	79

4.3.1 Deformações em pavimentos de pavê	80
4.3.2 Desgaste superficial	81
4.3.3 Erosão na borda dos pavimentos de pavê	82
4.4 Técnicas de tratamento de defeitos em pavimentos asfaltados	83
4.4.1 Reparação de fissuras por selagem	83
4.4.2 Reparação de fissuras por enchimento	83
4.4.3 Reparação de fissuras em profundidade total	83
4.4.4 "Fog seal"	83
4.4.5 Pinturas selantes	84
4.4.6 Revestimento superficial duplo	84
4.4.7 Lama asfáltica	84
4.4.8 Microrrevestimento	84
4.4.9 Misturas betuminosas a quente finas	84
4.4.10 Remendos	84
4.4.11 Sumário das técnicas de manutenção de pavimentos asfaltados	84
4.4.12 Tratamento de fissuras	85
4.4.13 Tratamento de defeitos superficiais	86
4.5 Métodos construtivos para o tratamento de defeitos em pavimentos asfaltados	87
4.5.1 Remendos e tratamento de buracos	87
4.5.2 Tratamento de fissuras	90
4.5.3 Materiais para tratamento de defeitos em pavimentos asfaltados	94
4.6 Métodos construtivos para a manutenção de estradas não revestidas	98
4.6.1 Nivelamento ligeiro	100
4.6.2 Nivelamento moderado	102
4.6.3 Nivelamento pesado	105
5. Uso e preservação de estradas municipais	113
5.1 Considerações gerais	114
5.2 Instrumentos legais	114
5.3 Recomendações	114
6. Bibliografia	123
Anexos	125
Anexo A: Acrónimos e Definições	127
Anexo B: Processos Construtivos	137
Anexo C: Introdução ao Método PCI	209
Anexo D: Sinalização de segurança	237

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Diagrama de apresentação da consultoria	14
Figura 1-2	Factores primários que influenciam o desempenho de um pavimento	15
Figura 2-1	Resumo das obrigações contratuais do empreiteiro	27
Figura 2-2	Sequência de execução de um revestimento duplo. Fonte: DNER	73
Figura 2-3	Niveladora	30
Figura 2-4	Bulldozer	30
Figura 2-5	Moto - Scraper	30
Figura 2-6	Dumper articulado	30
Figura 2-7	Camião basculante	30
Figura 2-8	Camião de carroceria fixa	30
Figura 2-9	Escavadora	30
Figura 2-10	Pá-carregadora	30
Figura 2-11	Retroescavadora	31
Figura 2-12	Mini pá carregadora	31
Figura 2-13	Tractor agrícola com grade de discos	31
Figura 2-14	Grade de discos	31
Figura 2-15	Camião aspersor de água	31
Figura 2-16	Tractor agrícola com tanque aspersor	31
Figura 2-17	Rolo vibrador pés de carneiro	31
Figura 2-18	Cilindro de Rolo liso	31
Figura 2-19	Compactador de rolos pneumáticos	32
Figura 2-20	Cilindro estático liso	32
Figura 2-21	Cilindro de 3 rolos	32
Figura 2-22	Cilindro pedestre	32
Figura 2-23	Placa vibradora	32
Figura 2-24	Compactador manual	32
Figura 3-1	Fluxograma do sistema de gestão de uma rede viária municipal. Fonte: DNIT	41
Figura 3-2	Período recomendável para a manutenção de um pavimento	43
Figura 4-1	Defeitos em pavimentos asfaltados	49
Figura 4-2	Mecanismo da desagregação do revestimento	50
Figura 4-3	Desagregação da superfície	50
Figura 4-4	Mecanismo do desgaste e polimento dos agregados do revestimento. Fonte:	51
Figura 4-5	Polimento e desagregação superficial	52

Figura 4-6	Decapagem	53
Figura 4-7	Buracos	53
Figura 4-8	Mecanismo da exsudação do ligante no revestimento. Fonte: DER/SP	55
Figura 4-9	Exsudação do ligante do revestimento. Fonte: DER/SP	55
Figura 4-10	Falhas nas arestas	56
Figura 4-11	Remendos	57
Figura 4-12	Passagem de serviços	58
Figura 4-13	Corrugações/Ondulações em pavimentos asfaltados	59
Figura 4-14	Esquema e foto de rodeira com deformação consolidada, revestimento superficial	60
Figura 4-15	Mecanismo e foto de rodeiras com deformação plástica, em pavimento asfáltico	61
Figura 4-16	Rodeiras: falha por cisalhamento da superfície; e falha por cisalhamento da base. Fonte: ORN 18	61
Figura 4-17	Deformações / elevações	63
Figura 4-18	Escorregamento em massa	64
Figura 4-19	Fissuras do tipo pele de crocodilo	65
Figura 4-20	Fissuras longitudinais	67
Figura 4-21	Fissuras transversais	68
Figura 4-22	Fissuras em bloco	69
Figura 4-23	Defeitos mais comuns em estradas não revestidas	70
Figura 4-24	Secção transversal adequada (esq.) e imprópria (dto.)	71
Figura 4-25	Estrada com drenagem lateral aceitável	72
Figura 4-26	Estrada sem drenagem lateral, erosão na plataforma	72
Figura 4-27	Estrada com corte transversal na plataforma devido à ausência de drenagem	73
Figura 4-28	Estrada que se transforma em canal durante a chuva	73
Figura 4-29	Buracos	73
Figura 4-30	Rodeiras em estradas não revestidas	75
Figura 4-31	Diagrama de ondulações, mostrando o comprimento da onda. Fonte: ARRB	76
Figura 4-32	Profundidade mínima do corte. Fonte: ARRB	77
Figura 4-33	Ondulações em estradas não revestidas	77
Figura 4-34	Poeiras	78
Figura 4-35	Perda de agregado	79
Figura 4-36	Patologias em estradas de pavê	79
Figura 4-37	Deformações alongadas na superfície do pavimento de pavê	80
Figura 4-38	Deformações localizadas na superfície do pavimento de pavê	80
Figura 4-39	Desgaste superficial do pavê	81
Figura 4-40	Erosão na borda dos pavimentos em pavê	82

Figura 4-41	Etapa inicial de tapamento de buracos. Fonte: DNER	89
Figura 4-42	Etapa final de tapamento de buracos. Fonte: DNER	89
Figura 4-43	Colseal. Fonte: Colas	97
Figura 4-44	Colflex C. Fonte: Colas	97
Figura 4-45	Exemplo de secção de tipo de estrada não revestida	98
Figura 4-46	Exemplo de estada urbana não revestida com secção transversal bem definida	98
Figura 4-47	Motoniveladora	99
Figura 4-48	Componentes de uma motoniveladora articulada. Fonte: Baesso e Gonçalves.	99
Figura 4-49	Componentes de uma lâmina. Fonte: Baesso e Gonçalves	99
Figura 4-50	Posição da lâmina para espalhamento. Fonte: Baesso e Gonçalves	99
Figura 4-51	Posição da lâmina para corte. Fonte: Baesso e Gonçalves	99
Figura 4-52	Posição da lâmina para mistura. Fonte: Baesso e Gonçalves	99
Figura 4-53	Posição da lâmina para nivelamento ligeiro. Fonte: USDT	100
Figura 4-54	Esquema do princípio das rodas dianteiras inclinadas. Fonte: Baesso e Gonçalves	101
Figura 4-55	Operador a aplicar o princípio das rodas inclinadas	101
Figura 4-56	Operação de espalhamento com motoniveladora articulada	101
Figura 4-57	Lâmina dentada	102
Figura 4-58	Perfil existente (azul) e perfil desejado (preto)	103
Figura 4-59	Secção de estrada sem geometria adequada e sem drenagem	105
Figura 4-60	Fases 1 e 2, da Etapa 1, para a reconformação de uma estrada. Fonte: Baesso e Gonçalves	106
Figura 4-61	Fases 1 e 2, da Etapa 2, para a reconformação de uma estrada. Fonte: Baesso e Gonçalves	107
Figura 5-1	Destrução de postes de iluminação	115
Figura 5-2	Estacionamento indevido	115
Figura 5-3	Consequência do estacionamento indevido	115
Figura 5-4	Derrame de betão sobre o pavimento	115
Figura 5-5	Ausência de manutenção	116
Figura 5-6	Falta de intervenção atempada das instituições de tutela dos serviços	117
Figura 5-7	Depósito de lixo na via	117
Figura 5-8	Esgoto doméstico sobre a via	118
Figura 5-9	Destrução de sarjeta	119
Figura 5-10	Solução técnica para evitar destruição	119
Figura 5-11.	Ausência de manutenção	119

Figura C-1	Escala de avaliação do Índice da Condição do Pavimento (PCI). Fonte: Shahin, M.Y.	211
Figura C-2	Determinação do número de unidades de amostras.	213
Figura C-3	Exemplo simples sistemática aleatória. Fonte: Shahin	214
Figura C-4	Valores de curvas de dedução para defeitos do tipo Couro de Jacaré. Fonte: Shahin, M.Y.	221
Figura C-5	Determinação do máximo admissível de deduções (m). Fonte: Shahin M.Y.	222
Figura C-6	Curvas de correção para pavimentos asfaltados de aeroportos	223
Figura C-7	Exemplo de 3 tipos de tratamento superficial aplicados na M&R preventiva. Fonte: Shahin M.Y.	227
Figura C-8	Relação PCI x idade do pavimento	228
Figura C-9	Implementação de M&R baseada na matriz de condição do pavimento. Fonte Shahin, M.Y.	229
Figura C-10	Guia para o desenvolvimento da relação PCI x Custo Unitário de grandes M&R. Fonte: Shahin M.Y.	230
Figura C-11	Exemplo de orçamento necessário para grandes M&R para dois cenários de PCI mínimos. Fonte: Shahin, M.Y.	231
Figura C-12	Curva de deterioração do pavimento mostrando os limites do PCI crítico. Fonte: Shahin M.Y.	232
Figura C-13	PCI vs Custo Unitário como resultado da aplicação da M&R preventiva localizada. Fonte: Shahin	233
Figura C-14	Indicação da categoria de M&R usando o PCI crítico. Fonte: Shahin M.Y.	234
Figura C-15	Indicação de categorias de M&R para secções acima ou igual ao PCI crítico. Fonte: Shahin M.Y.	234
Figura C-16	Indicação de categorias de M&R para secções abaixo do PCI crítico. Fonte: Shahin M.Y.	235
Figura D-1	Pista simples - trabalhos moveis no passeio	238
Figura D-2	Pista simples - serviço móvel, topografia	239
Figura D-3	Pista simples - bloqueio de meia pista, circulação alternada	240
Figura D-4	Pista simples - bloqueio de meia pista, desvio para o passeio	241
Figura D-5	Pista simples - bloqueio de passeio ou berma	242
Figura D-6	Pista simples, bloqueio total, desvio fora da pista	243
Figura D-7	Pista simples - serviços na pista continuamente em movimento, pré-marcação	244
Figura D-8	Pista simples - serviços na pista continuamente em movimento, marcação	245
Figura D-9	Pista dupla - serviços móveis na pista, bloqueio da faixa a esquerda	246
Figura D-10	Pista dupla - serviços móveis na pista, bloqueio da faixa a direita	247

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Conteúdo das Especificações Técnicas da SATCC	23
Tabela 4	Equipamentos recomendáveis para diferentes tipos de trabalho.	29
Tabela 5	Equipamentos de compactação recomendáveis para diferentes tipos de materiais	33
Tabela 14	Classificação da estrada quanto à capacidade de drenagem lateral. Fonte: THM12-2000	72
Tabela 15	Técnicas de manutenção de pavimentos asfaltados	85
Tabela 16	Tratamento de fissuras	85
Tabela 17	Tratamento de defeitos superficiais	86
Tabela 18	Fases 1, 2 e 3 do nivelamento moderado. Fonte: ARRB	103
Tabela 19	Fases 4, 5 e 6 do nivelamento moderado (continuação). Fonte: ARRB	104
Tabela B-1	Obrigações gerais do empreiteiro	141
Tabela C-1	Exemplo simples para o nível de rede viária	215
Tabela C-2	Exemplo de ficha de inspeção de uma unidade de amostra	217
Tabela C-3	Defeitos em pavimentos asfaltados e critérios de medição. Fonte: Márcia et al	217
Tabela C-4	Exemplo de ficha de inspeção de uma unidade de amostra para estradas não revestidas	219
Tabela C-5	Defeitos a considerar em pavimentos não revestidos e critérios de medição	219
Tabela C-6	Folha de cálculo do PCI para o exemplo da unidade de amostra dada na Tabela C2	224
Tabela C-7	Exemplo de defeitos e métodos de M&R localizada	226
Tabela C-8	Lista de defeitos estruturais em pavimentos asfaltados usados no plano de trabalho.	235



1

INTRODUÇÃO



I. INTRODUÇÃO

I.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A contextualização da necessidade e importância da criação das Normas de Estradas Municipais é abordada no Guião para Elaboração de Projectos de Estradas Urbanas Municipais. Resumidamente, as Normas serão constituídas de três partes nomeadamente as Normas propriamente ditas contendo um resumo de critérios técnicos relacionados com a elaboração de projectos de estradas urbanas municipais, o Guião para a Elaboração de Projectos de Estradas Urbanas Municipais e o Manual para Construção e Manutenção de Estradas Urbanas Municipais. Este conceito das Normas é ilustrado no diagrama da Figura 1-1.

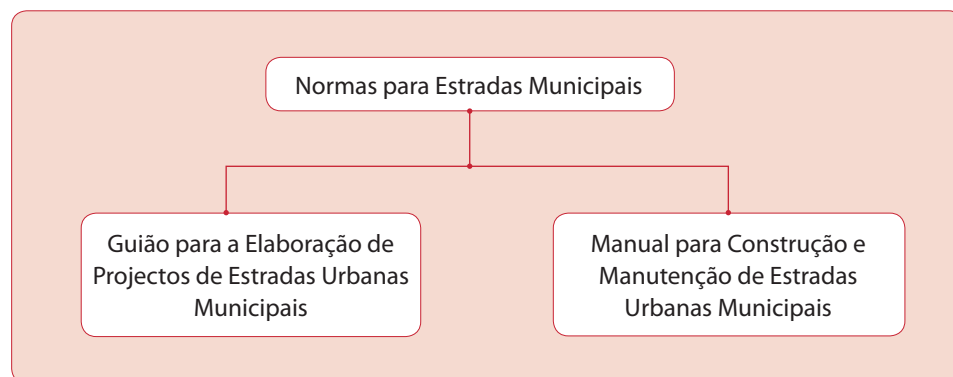


Figura 1-1: Diagrama de apresentação da consultoria

O desempenho satisfatório de um pavimento depende de uma série de factores que podem ser agrupados em três estágios nomeadamente concepção, construção e manutenção, como ilustra a Figura 1-2.

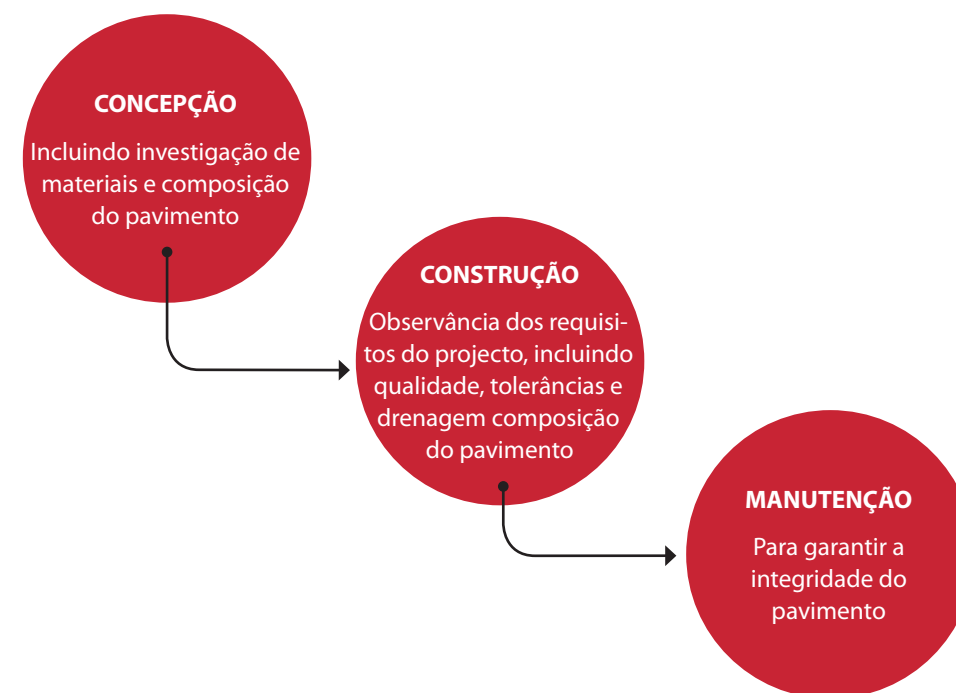


Figura 1-2: Factores primários que influenciam o desempenho de um pavimento

Durante a construção de uma estrada, pela natureza dos trabalhos, considera-se improvável que os requisitos do projecto sejam cumpridos a cem por cento em toda a extensão da estrada e que o pavimento se mantenha intacto até ao final da sua vida útil. O historial das estradas indica que o grau de fiabilidade de estradas de relativamente baixo custo varia de 50 a 80%.

De acordo com o SAPEM, Chap. 2, a variabilidade da construção tem um efeito dominante na capacidade da infraestrutura rodoviária de cumprir com sucesso o seu objetivo. Por exemplo:

- Uma redução de 15% na espessura da camada construída pode resultar em uma redução de 50% na vida útil do pavimento.
- Um aumento de 2% na densidade aparente alcançada, por meio de uma compactação aprimorada, pode quase duplicar a capacidade estrutural de uma camada granular.

Por isso, é importante que os processos construtivos sejam adequados, o controle de qualidade seja efectivo, o uso e conservação das estradas sejam regrados, e que as manutenções sejam devidamente programadas e implementadas, como forma de se atingir um nível de fiabilidade elevado.

Os assuntos relacionados com a concepção de uma estrada, estão tratados no Guião para a Elaboração de Projectos de Estradas municipais.

Este Manual aborda os assuntos relacionados com a construção, manutenção, uso e conservação de estradas urbanas municipais como forma de contribuir para a sustentabilidade das estradas que vierem a ser construídas no âmbito do PDUL e de melhorar a prestação do sector de estradas municipais no global.

1.2. OBJECTIVO DO MANUAL

O objectivo do Manual para Construção e Manutenção de Estradas Urbanas Municipais é servir como documento complementar às Normas de Estradas Municipais como forma de uniformizar os procedimentos para a construção e manutenção de estradas municipais.

1.3. PÚBLICO ALVO

Este Manual deverá constituir uma ferramenta de trabalho para uso dos técnicos dos municípios, projectistas, construtores e outros profissionais afins que actuam na área particular das estradas urbanas municipais.

1.4. ESTRUTURA DO MANUAL

Este Manual aborda procedimentos padronizados para a construção de estradas revestidas e não revestidas, e, aborda também aspectos relacionados com a planificação e práticas de manutenção de estradas municipais. Por último, aborda de forma resumida aspectos ligados ao uso e conservação de estradas municipais, constituindo uma ferramenta de auxílio para o enriquecimento do código de posturas municipais e promover acções de sensibilização popular sobre o uso e conservação das estradas como uma das formas de garantir sustentabilidade ao Projecto. A estrutura do Manual para Construção e Manutenção de Estradas Urbanas Municipais é a seguinte:

Preâmbulo

Capítulos:

1. Introdução
2. Construção de estradas
3. Manutenção e conservação de estradas municipais
4. Defeitos em pavimentos
5. Uso e preservação de estradas municipais
6. Bibliografia

Anexos:

- ANEXO A - Acrónimos e Definições
- ANEXO B - Processos Construtivos
- ANEXO C - Introdução ao Método PCI
- ANEXO D - Sinalização de segurança







2

CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS

2. CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS

Nesta secção serão apresentados os processos construtivos das actividades que se afiguram como de maior relevância no âmbito da construção de estradas urbanas municipais. A abordagem é feita com base nas Especificações Técnicas da SATCC como forma de dotar os utilizadores deste manual de uma ferramenta que facilite a compreensão das mesmas. São também apresentados aspectos relacionados com o impacto socio-ambiental durante a construção.

2.1. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Por definição, as especificações técnicas (ET) descrevem, de forma precisa, completa e ordenada, os materiais e os procedimentos de execução a serem adoptados na construção. Têm como finalidade complementar a parte gráfica do projecto.

Num projecto executivo de uma estrada municipal as Especificações Técnicas são normalmente divididas em três partes:

PARTE 1	Especificações Técnicas Gerais – cobertas pelas normas da SATCC: “ <i>The SATCC Standard Specifications for Road and Bridge Works, September 1998, (Reprinted July 2001)</i> ”;
PARTE 2	Especificações Técnicas Especiais;
PARTE 3	Especificações de referência para alguns materiais.

Especificações técnicas – Parte 1: condições gerais

As Especificações Técnicas Gerais não têm de ser necessariamente apresentadas juntamente com os Documentos do Contrato da empreitada e podem ser adquiridas junto da ANE (Administração Nacional de Estradas) ou na África de Sul na biblioteca do “*Division of Roads and Transport Technology at the Council of Scientific and Industrial Research (CSIR)*” – Pretoria.

Especificações técnicas – Parte 2: condições especiais

Todos os requisitos das Especificações Técnica Gerais - (*The SATCC Standard Specifications for Road and Bridge Works*) relacionados com processos construtivos, materiais, qualidade, mão de obra, assim como os testes especificados, devem estar cobertos pelas Normas da SATCC, excepto quando modificadas pelas Condições Especiais das Especificações Técnicas, conforme forem mencionadas nas Especificações.

As provisões e especificações da Parte 2 devem complementar, emendar ou servir de apoio à Parte 1, Normas da SATCC (*The SATCC Standard Specifications for Road and Bridge Works*). Sempre que existir um conflito as considerações da Parte 2 devem prevalecer sobre as que foram apresentadas na Parte 1.

A Parte 2 está dividida em duas secções como se segue:

- **Secção A:** Considerações Gerais
- **Secção B:** Assuntos relacionados com as Especificações Técnicas (Parte 1)

A numeração das várias secções das Especificações Técnicas, será feita através de prefixos com as letras A e B como apropriado.

A numeração das Cláusulas da Secção B coincidem com a numeração contida nas Normas da SATCC - *The SATCC Standard Specifications for Road and Bridge Works* (Parte 1).

Especificações técnicas – Parte 3: materiais

A parte 3 das Especificações Técnicas Especiais é reservada essencialmente a apresentação de catálogos contendo especificações técnicas de materiais que sirvam como referência para o concorrente e potencial empreiteiro.

2.1.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS

Nesta rubrica são apresentadas as secções que compõem as Especificações Técnicas Gerais (“*The SATCC Standard Specifications for Road and Bridge Works*”), que serão adoptadas como Normas dos Processos Construtivos nos projectos de estradas municipais. A Tabela 12 indica a numeração da secção, seguida da respectiva designação oficial em inglês, e em baixo desta, em itálico, está a tradução do consultor em português. Uma descrição detalhada das especificações mais relevantes para este Projecto é apresentada no Anexo B deste Manual

Tabela 1: Conteúdo das Especificações Técnicas da SATCC

Secção	Designação
SERIES 1000:	GENERAL GERAIS
1100	Definitions and terms Definições e termos
1200	General requirements and provisions Requisitos gerais e provisões
1300	Contractor's establishment on site and general obligations Mobilização do empreiteiro e obrigações gerais
1400	Housing, offices and laboratories for the Engineers site personnel Alojamento, escritórios e laboratórios para o pessoal da Fiscalização no terreno
1500	Accommodation of traffic Acomodação do tráfego

1600	<i>Overhaul</i> Transporte em excesso
1700	<i>Clearing and grubbing</i> Limpeza e desmatção
SERIES 2000:	<i>DRAINAGE</i> DRENAGEM
2100	<i>Drains</i> Valas
2200	<i>Prefabricated culverts</i> Aquedutos pré-fabricados
2300	<i>Concrete kerbing, concrete channelling, chutes and downpipes, and concrete linings for open drains</i> Lancis de betão, canaletas de betão, cascatas e tubos de queda, e revestimentos de betão para valas abertas
2400	<i>Asphalt and concrete berms</i> Bermas de asfalto e de betão
2500	<i>Pitching, stone work and protection against erosion</i> Aglutinação, cantaria e protecção contra erosão
2600	<i>Gabions</i> Gabiões
SERIES 3000:	<i>EARTHWORKS AND PAVEMENT LAYERS OF GRAVEL OR CRUSHED STONE</i> TERRAPLENAGENS E CAMADAS DE PAVIMENTO EM MATERIAL GRANULAR OU BRITA
3100	<i>Borrow materials</i> Materiais de empréstimo
3200	<i>Selection, stockpiling and breaking down the material from borrow pits and cuttings, and placing and compacting the gravel layers</i> Seleccção, amontoamento e desagregação do material proveniente de empréstimos e de cortes, colocação e compactação de camadas granulares
3300	<i>Mass earthworks</i> Terraplenagens gerais
3400	<i>Pavement layers of gravel material</i> Camadas do pavimento em material granular
3500	<i>Stabilization</i> Estabilização
3600	<i>Crushed stone base</i> Bases de material britado
3700	<i>Waterbound macadam base</i> Bases em macadame hidráulico
3800	<i>Breaking up existing pavement layers</i> Demolição de camadas de pavimento existente

SERIES 4000:	<i>ASPHALT PAVEMENTS AND SEALS</i> PAVIMENTOS ASFALTADOS E REVESTIMENTOS
4100	<i>Prime coat</i> Rega de impregnação (primário)
4200	<i>Asphalt base and surfacing</i> Bases betuminosas e revestimentos
4300	<i>Materials and general requirements for seals</i> Materiais e requisitos gerais para revestimentos superficiais
4400	<i>Single seals</i> Revestimentos superficiais simples
4500	<i>Double seals</i> Revestimentos superficiais duplos
4600	<i>Single seal with slurry (Capeseal)</i> Revestimento superficial simples e lama asfáltica (Capeseal)
4700	<i>Sand seals</i> Revestimento com areias betuminosas
4800	<i>Surfacing of bridge decks</i> Revestimento de tabuleiros de pontes
4900	<i>Treatment of surface defects, patching, repairing edge breaks and crack sealing</i> Tratamento de defeitos superficiais, remendos, reparação de bordas e fechamento de fissuras
SERIES 5000:	<i>ANCILLARY ROADWORKS</i> TRABALHOS RODOVIARIOS COMPLEMENTARES
5100	<i>Guide blocks</i> Blocos guia
5200	<i>Guardrails</i> Guardas
5300	<i>Fencing</i> Vedações
5400	<i>Road signs</i> Sinais de trânsito
5500	<i>Road markings</i> Marcação de pavimentos
5600	<i>Cattle grids</i> Protecções para gado bovino
5700	<i>Landscaping and planting plants</i> Paisagismo e plantio de árvores
5800	<i>Finishing the road and road reserve and treating old roads</i> Acabamentos na plataforma e na reserva da estrada, e tratamento de estradas existentes
5900	<i>Painting</i> Pinturas

SERIES 6000:	STRUCTURES ESTRUTURAS
6100	Foundations for structures Fundações para estruturas
6200	Falsework, formwork and concrete finish Cofragens, moldes e acabamentos do betão
6300	Steel reinforcements for structures Armaduras de aço para estruturas
6400	Concrete for structures Betão em estruturas
6500	Prestressing Pré-esforço
6600	No-fines concrete, joints, bearings, bolt groups for electrification, parapets and drainage for structures Betão sem finos, juntas, apoios, conexões para eletrificação, parapeitos e drenagem em estruturas
6700	Structural steelwork Estruturas metálicas
6800	Construction tolerances for structures Tolerâncias de construção para estruturas
SERIES 7000:	TESTING AND QUALITY CONTROL TESTES E CONTROLO DE QUALIDADE
7100	Testing material and workmanship Ensaio de materiais e mão de obra
7200	Quality control Controlo de qualidade

2.2. OBRIGAÇÕES CONTRATUAIS DO EMPREITEIRO

Uma obra tem a fase de selecção do empreiteiro, a fase de pré-construção, a fase de construção propriamente dita e a fase pós construção ou o período de garantia. Após a adjudicação, o empreiteiro tem obrigações contratuais a cumprir, e no nosso contexto, essas obrigações constam do Decreto Lei 5/2016 de 8 de Março, no capítulo III, que podem ser resumidas conforme o fluxograma da Figura 2-1.

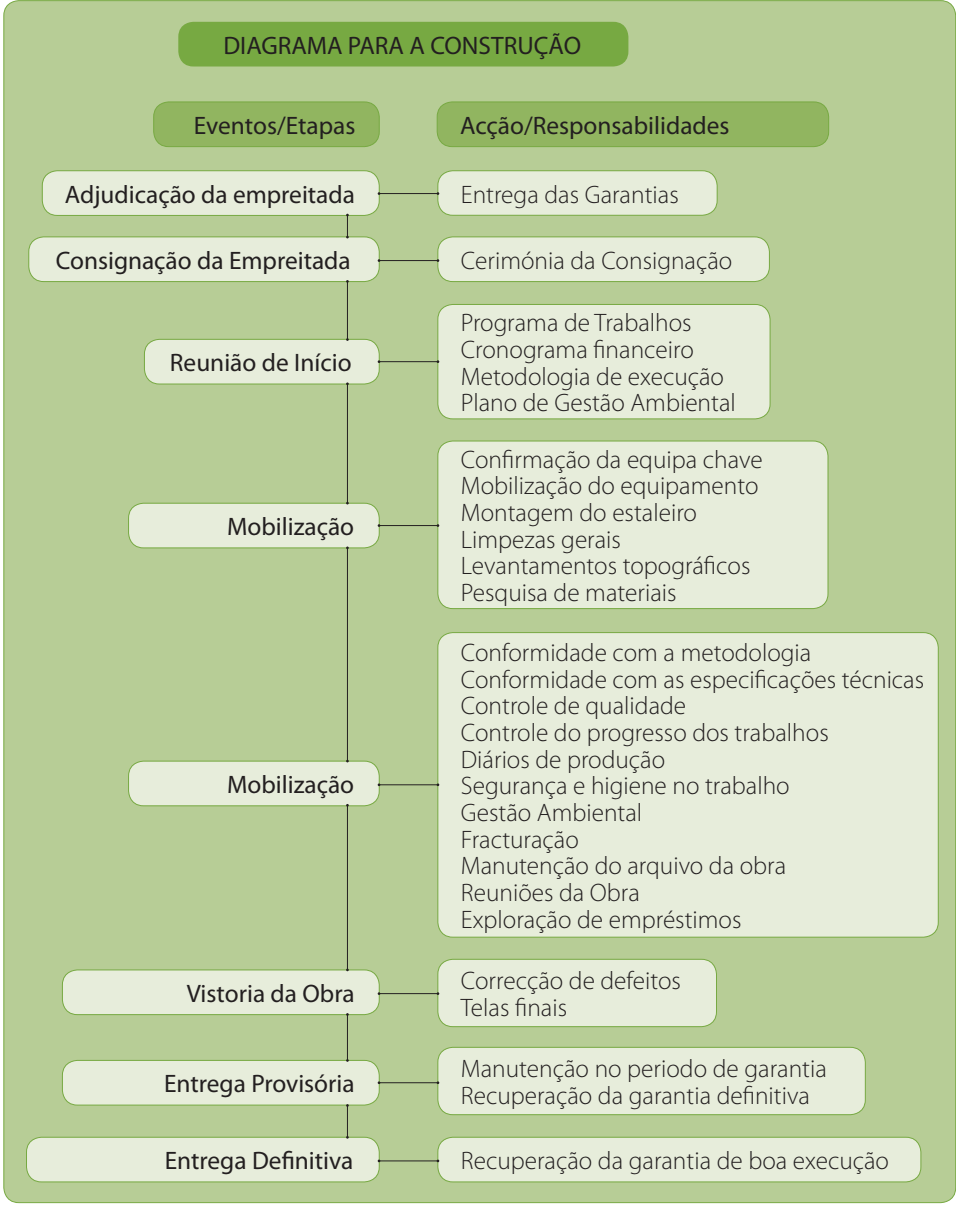


Figura 2-1: Resumo das obrigações contratuais do empreiteiro

2.3. EQUIPAMENTO DE TERRAPLENAGEM

No contexto de construção de uma estrada, a terraplenagem é definida como sendo o conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação de solos, aplicadas na construção de aterros e cortes, dando à superfície do terreno a forma projectada. Por isso, a diversidade das actividades de terraplenagem implicam o uso de vários tipos de equipamento. O sucesso de uma operação de terraplenagem depende, entre outros factores, da selecção dos equipamentos adequados para realizar as diferentes tarefas.

É importante o conhecimento dos vários tipos de equipamento de terraplenagem e sua aplicação para os profissionais desta área de engenharia.

Nesta subsecção são apresentados na Tabela 10 os equipamentos recomendáveis para cada uma das tarefas de terraplenagem acima descritas. São também fornecidas imagens de vários equipamentos.

Uma das tarefas mais complexas em terraplenagem é a compactação de solos, cuja maior ou menor aptidão varia com o tipo de materiais, distinguindo-se os solos coesivos dos não coesivos. Na Tabela 1 são apresentados os equipamentos recomendáveis para os vários tipos de solos.

2.3.1 TIPOS DE TRABALHO E EQUIPAMENTOS RECOMENDÁVEIS

Tabela 4: Equipamentos recomendáveis para diferentes tipos de trabalho.

Tipo de trabalho	Equipamentos recomendáveis
Escavação de solos	Bulldozers / Moto-scrapers / Escavadoras
Escavação de rochas	Perfuratriz / Compressor / Bulldozers / Escavadoras
Extracção de areia	Drag-line / Retroescavadoras
Extracção de rocha	Perfuratriz / Compressor de ar
Carga de materiais	Pás Carregadoras / Escavadoras
Produção de brita	Instalação de britagem
Transporte de materiais	Camiões fora da estrada (Dumper of road) Camiões basculantes Camiões de carroceria fixa
Espalhamento de materiais terrosos	Motoniveladoras Bulldozers
Humedecimento de solos na pista	Camião tanque (camião aspersor)
Mistura de solos; homogeneização de humidade na pista	Grade de disco Motoniveladora
Compactação propriamente dita	Tractor compactador Rolo de pneus (pressão variável) Rolo liso vibratório Rolo pé de carneiro
Serviços auxiliares	Tractores de pneus / Retroescavadoras

2.3.2 EXEMPLOS DE EQUIPAMENTOS DE TERRAPLENAGEM



Figura 2-3: Niveladora



Figura 2-4: Bulldozer



Figura 2-5: Moto - Scraper



Figura 2-6: Dumper articulado



Figura 2-7: Camião basculante



Figura 2-8: Camião de carroceria fixa



Figura 2-9: Escavadora



Figura 2-10: Pá-carregadora



Figura 2-11: Retroescavadora



Figura 2-12: Mini pá carregadora



Figura 2-13: Tractor agrícola com grade de discos



Figura 2-14: Grade de discos



Figura 2-15: Camião aspersor de água



Figura 2-16: Tractor agrícola com tanque aspersor



Figura 2-17: Rolo vibrador pés de carneiro



Figura 2-18: Cilindro de Rolo liso



Figura 2-19: Compactador de rolos pneumáticos



Figura 2-20: Cilindro estático liso



Figura 2-21: Cilindro de 3 rolos



Figura 2-22: Cilindro pedestre



Figura 2-23: Placa vibradora



Figura 2-24: Compactador manual

2.4. SELECÇÃO DE EQUIPAMENTO PARA COMPACTAÇÃO

Tabela 5: Equipamentos de compactação recomendáveis para diferentes tipos de materiais

Tipo de equipamento de compactação	Aterro com rocha	Areia e Saibro		Silt e material argiloso		Argilas		Revesti-mentos superficiais	Asfalto	Camadas estabili-zadas
		Bem gradu-ada	Mal gradu-ada	Areias siltosas e saibro	Argilas arenosas e Saibro argiloso	Magras	Gordas			
Rolos lisos estáticos		X	X					X	X	X
Cilindro pneumático		X	X	XX	XX	X		XX	X	X
Compactador de impacto	X	XX	XX	XX	XX	X				
Compactador de grade	X	X	X	X	X	X	X			
Rolos vibra-dores lisos	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX		XX	XX
Rolos pés de carneiro				XX	XX	XX	XX			

Legenda
XX Recomendado
X Pode ser usado





3

MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS MUNICIPAIS

3. MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS MUNICIPAIS

3.1. CONCEITOS GERAIS

3.1.1 O CONCEITO DE MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA

A partir do momento da implantação de uma estrutura de pavimento, cabe ao órgão responsável pela sua gestão identificar e efectuar as actividades de manutenção necessárias, de modo a permitir que o tráfego possa fluir de forma segura, rápida, confortável e económica. As práticas de manutenção são imprescindíveis e, no nosso contexto de gestão da rede viária municipal, visam estender ao máximo a vida útil de cada rua, até que sejam necessárias obras de recuperação materializadas por resselagem ou reconstruções, devendo, portanto, ser iniciadas logo após a sua abertura ao tráfego.

De acordo com F. Gonçalves, a manutenção de um pavimento compreende todas as intervenções que afectem, directa ou indirectamente, o nível de serventia actual e/ou o desempenho futuro do pavimento. A manutenção pode ser de dois tipos fundamentais: a conservação e a restauração. Um terceiro tipo de intervenção, utilizado quando não se pode aproveitara o pavimento existente, é a reconstrução. As definições relativas aos principais tipos de intervenções impetradas nos pavimentos estão apresentadas abaixo:

Conservação:	Consiste em intervenções que visam a correcção total ou parcial de deficiências funcionais e/ou a protecção da estrutura do pavimento contra uma degradação mais acelerada durante os anos seguinte.
Restauração:	É o processo de se trazer a condição funcional a níveis aceitáveis por meio de intervenções que sejam técnica e economicamente adequadas, o que implica que a durabilidade e o desempenho da solução implementada devem satisfazer requisitos mínimos, além de levarem a um retorno máximo do investimento realizado, dentro das restrições técnicas e operacionais existentes. A restauração requer, portanto, a execução de um projecto de engenharia completo e consistente.
Reconstrução:	Consiste na remoção total do pavimento existente e é utilizada quando: ➔ Os custos de uma restauração superam o da reconstrução do pavimento; ➔ Não há confiabilidade suficientemente aceitável para o desempenho do pavimento restaurado; ➔ O pavimento deve ser restaurado, havendo também uma mudança de traçado na rodovia, motivada, por exemplo, pela necessidade de uma elevação do padrão operacional.

Tal como a restauração, a reconstrução requer a elaboração de um projecto de engenharia executivo.

3.1.2 ÂMBITO DA INTERVENÇÃO MUNICIPAL

Olhando para as intervenções de manutenção descritas na subsecção anterior, seria realístico afirmar que a intervenção dos municípios na manutenção da rede viária sob sua jurisdição circunscreve-se nas actividades de conservação. Contudo, caberá também aos serviços municipais de gestão da rede viária proceder ao inventário da condição das estradas de modo a poder preparar Termos de Referência consistentes para a contratação de consultores para a elaboração de projectos de restauração ou de reconstrução.

As actividades de conservação inserem-se em dois tipos generalizados de manutenção rodoviária: a manutenção de rotina e a manutenção periódica. Existe também um outro tipo de intervenção, a manutenção de emergência, que pode enquadrar-se nas actividades municipais, dependendo do grau de dificuldade que apresente para os meios disponíveis. A abordagem destes conceitos é feita nas subsecções a seguir.

Para todos os efeitos, qualquer que seja a intervenção no pavimento ou na estrada, é necessário fazer-se um inventário das patologias que afectam uma determinada secção a intervir. Neste manual, é feita uma recapitulação bibliográfica dos defeitos frequentes em pavimentos flexíveis betuminosos, estradas revestidas de pavê e estradas não pavimentadas.

3.1.3 MANUTENÇÃO DE ROTINA

É o conjunto de operações de conservação realizadas com objectivo de reparar um defeito e restabelecer o funcionamento da componente da estrada, garantindo conforto e segurança aos usuários. É o grupo de actividades que, devido à sua extensão, prazo e meios de execução, não são passíveis de planeamento detalhado. A extensão de cada actividade individual é geralmente pequena e é difícil prever a localização e o tempo exactos. Consequentemente, a rede rodoviária deve ser monitorizada regularmente para detectar defeitos. As reparações necessárias são anotadas e programadas para atribuição a uma equipa de manutenção de rotina.

Um requisito fundamental de qualquer sistema de gestão de manutenção é que programas de inspecção de rotina sejam estabelecidos, parâmetros-chave de desempenho sejam claramente descritos, incluindo aqueles relacionados a aspectos ambientais e de segurança, e registros de inspecções e quaisquer reparos realizados. Isso não serve apenas para auxiliar na avaliação futura do desempenho dos trabalhos realizados e nas tendências históricas dos custos, mas também para auxiliar em possíveis reivindicações futuras de litígios.

As actividades típicas de manutenção de rotina incluem:

- superfícies betuminosas - remendo de buracos, fechamento de fissuras, varredura, reparos de quebras de borda;
- estrutura do pavimento - remendo (escavação e substituição), correção da forma da superfície, estabilização (zonas localizadas), classificação da berma;
- elementos de drenagem tais como valetas, aquedutos, colectores, caixas de inspecção, drenagem subterrânea, passagens molhadas - limpeza, substituição, verificação de erosões;
- corte de vegetação à beira da estrada, recolha de lixo, varredura, reparos nas estruturas de retenção;
- sinais de trânsito - limpeza, reparações, substituição, pintura;
- marcações de pavimentos - repintar, substituir marcadores reflectivos de pavimentos
- sinais, serviços de iluminação, reparações.

3.1.4 MANUTENÇÃO PERIÓDICA

É o conjunto de operações de conservação realizadas periodicamente, com o objectivo de evitar o surgimento ou o agravamento de defeitos, reduzindo os requisitos de uma intervenção mais substancial. A manutenção periódica compreende actividades cíclicas, geralmente de um tipo mais caro do que as da manutenção de rotina. A necessidade dessas actividades pode ser prevista e o trabalho planeado.

A manutenção periódica está planeada para ser realizada em intervalos de acordo com o processo normal de gestão do ciclo de vida do pavimento. Tais trabalhos destinam-se a restabelecer a condição superficial ou funcional do pavimento, para impermeabilização ou resistência à derrapagem, sem aumentar a capacidade de carga. Em alguns casos, os trabalhos de manutenção periódica podem incluir sobreposições de natureza estrutural para garantir pelo menos a vida útil original e que podem prolongar a vida útil do pavimento.

As actividades periódicas de manutenção periódica incluem:

- Revestimento de asfalto
- Revestimento superficial betuminoso
- Microrrevestimento
- Tratamento de enriquecimento ou rejuvenescimento
- Reparação de passeios
- Reconfiguração de plataformas de estradas não revestidas
- Recarga de bermas não revestidas

3.2. PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO DE ESTRADAS MUNICIPAIS

Uma das grandes dificuldades dos municípios e dos técnicos da área que superintendem a rede viária é a tomada de decisões quanto às vias prioritárias que serão contempladas no programa de manutenção, para que os escassos recursos sejam aproveitados o melhor possível. Existem vários modelos para a planificação da manutenção de redes viárias municipais, mas, no geral, as actividades de manutenção/conservação agrupam-se em 4 fases distintas, como recomenda o DNIT:

- a) Desenvolvimento do Plano de Conservação;
- b) Elaboração do Orçamento Anual de Conservação;
- c) Execução do Programa Anual de Trabalho; e
- d) Avaliação do Desempenho.

De acordo com o DNIT, a interação entre estas fases e respectivas actividades integrantes pode ser vista como ilustra o fluxograma da Figura 3-1.

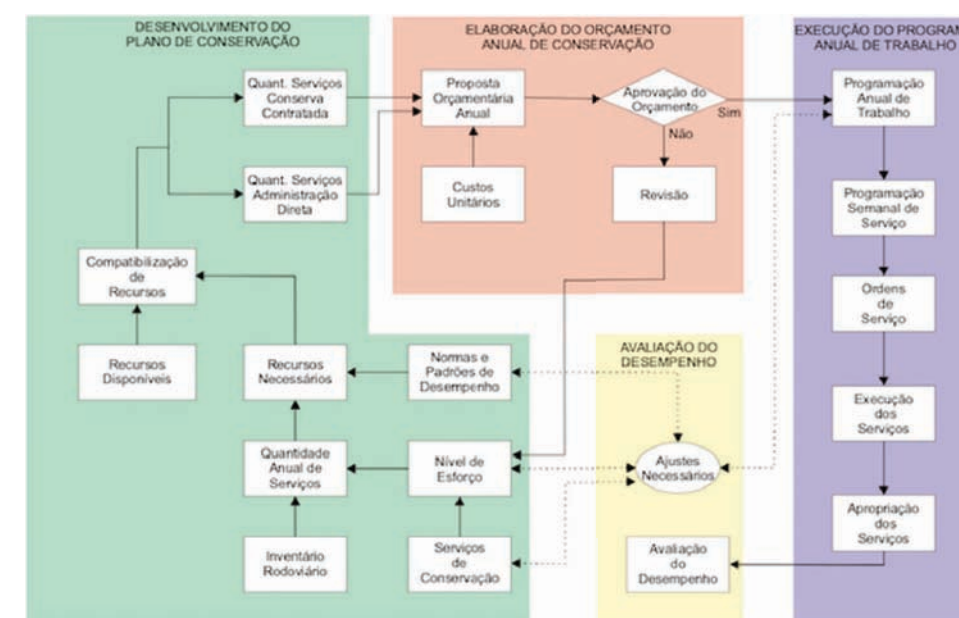


Figura 3-1: Fluxograma do sistema de gestão de uma rede viária municipal.

Fonte: DNIT

3.2.1 BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

1. Fornece os dados necessários aos reguladores e gestores para a determinação do orçamento;
2. Maximiza o retorno do investimento do orçamento de Manutenção e Reparação disponível;
3. Criação de um plano prioritário de 5 anos;
4. Estabelece requisitos mínimos de condição das estradas;
5. Identifica as áreas que precisam de manutenção;
6. Justifica os projectos de Manutenção e Reparação; e
7. Estabelece um critério para distribuição do orçamento disponível entre várias vias.

3.2.2 CHAVES PARA UM PROGRAMA DE SUCESSO

Educação: para implementar efectivamente um programa de conservação de um pavimento, a edilidade, a direcção dos serviços municipais de estradas, os técnicos de estradas e a equipa de manutenção devem ser informados sobre a importância da manutenção preventiva do pavimento, porque razão é necessária e porque razão deve ser uma prioridade. Essa educação deve enfatizar que é mais económico preservar os pavimentos em boas condições do que substituí-los quando desgastados. Os técnicos dos municípios precisam de desenvolver uma melhor compreensão dos benefícios de um programa e das diferenças entre manutenção preventiva, correctiva e de emergência.

O público em geral também deve ser educado sobre a preservação do pavimento. Um público desinformado pode contribuir para a relutância em adoptar estratégias de conservação de pavimentos. Por exemplo, os motoristas geralmente entendem mal o objectivo da manutenção preventiva e reclamam quando as equipas de trabalho vêm concertar uma estrada que parece estar em boas condições. O público pode considerar que o município não está a usar os fundos adequadamente, cuidando de pavimentos que não precisam de reparações.

Filosofia: O desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva requer uma mudança de pensamento, de reabilitação e reconstrução para a conservação.

Momento: Os tratamentos devem ser aplicados a tempo de preservar a estrutura do pavimento. Pavimentos em dificuldades podem não ser candidatos adequados para a manutenção preventiva. A Figura 3-2 ilustra o período recomendável para uma manutenção de pavimentos, no contexto da vida útil.

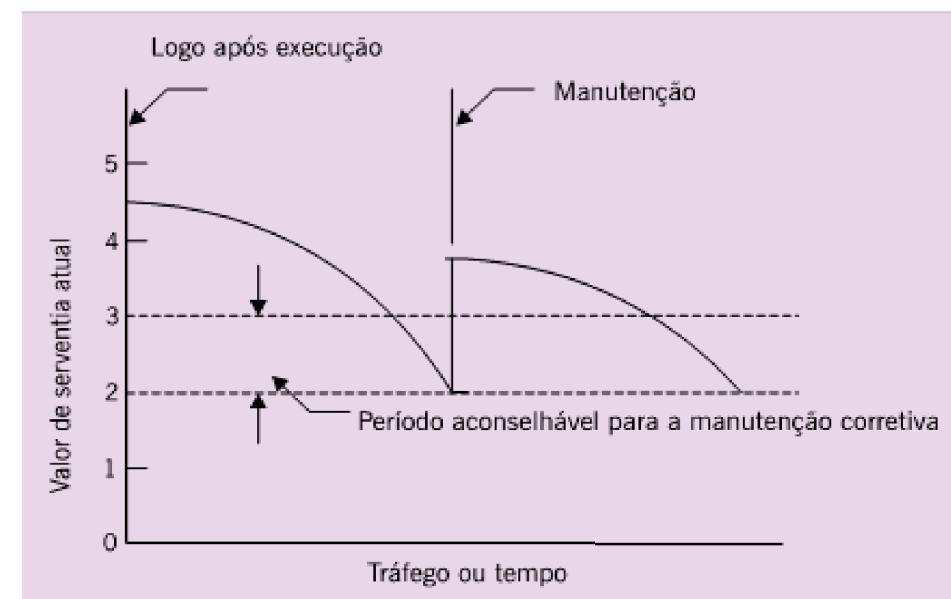


Figura 3-2: Período recomendável para a manutenção de um pavimento

Na Figura 3-2, para estradas de grande volume de tráfego, quando o valor de serventia actual e estipulado atinge 2,5 é o momento recomendável para uma intervenção correctiva. Para os outros pavimentos este valor é igual a 2,0.

Financiamento: um programa eficaz de manutenção preventiva requer financiamento adequado. É necessário estabelecer critérios para a selecção de pavimentos qualificados para a manutenção preventiva, e essa política deve ser aplicada.

3.2.3 INVENTÁRIO DAS VIAS

Uma das tarefas importantes no planeamento da manutenção é o inventário das estradas, o qual inclui duas etapas:

- Identificação e mapeamento da rede viária municipal;
- Avaliação da condição dos pavimentos.

No nosso contexto, o processo de gestão de uma rede viária municipal passa necessariamente pela identificação e mapeamento da rede de estradas do município, incluindo aquelas sob jurisdição da ANE. Esta acção permite obter, para além do referenciamento geográfico, a tipologia do pavimento, extensão e largura de cada uma das estradas.

A avaliação da condição dos pavimentos é uma tarefa que deve ser programada em função da extensão da rede viária e dos recursos disponíveis no município. O que se afigura mais realista para o nosso contexto é programar esta actividade de forma faseada, separando as estradas revestidas das estradas não pavimentadas. Existem vários modelos para a avaliação da condição dos pavimentos sendo um deles o método PCI, da designação inglesa "Pavement Condition Index", sobre o qual se apresenta uma nota introdutória no Anexo C.





4

DEFEITOS EM PAVIMENTOS

4. DEFEITOS EM PAVIMENTOS

Os pavimentos que são bem projectados, construídos e mantidos são capazes de oferecer muitos anos de serviço. No entanto, irá ocorrer deterioração durante a vida útil do pavimento ou quando o pavimento estiver sujeito a condições adversas. Essa deterioração pode levar a uma variedade de problemas no pavimento, podendo afectar a capacidade de manutenção da estrada e/ou a segurança do utilizador da estrada, e levar à danificação do pavimento se não for reparado.

As causas da degradação dos pavimentos podem ser separadas em três grupos: a) Cargas excessivas; b) Condições climáticas e de ambiente; c) Alteração das condições inicialmente consideradas.

Cargas excessivas

Neste grupo incluem-se as tensões excessivas, consideradas quer em valor próprio quer em número de repetições (isto é, por um lado, cargas por eixo excessivas, originando deflexões exageradas, tensões superiores aos limites, corte por insuficiência de coesão ou espessura duma camada ou deformabilidade excessiva desta, devido à consolidação ou ao escasso atrito interno; por outro lado, exagero do número de repetições com a consequente fadiga, ou martelamento dum revestimento de espessura insuficiente).

Condições climáticas e de ambiente

Neste grupo englobam-se as condições climáticas e de ambiente tais como as variações de temperatura e de teor de água. Com efeito, as variações de temperatura podem provocar variações de volume e de resistência de alguns materiais. Quanto às variações de teor de água, devido às precipitações, evaporações, permeabilidade das camadas, capilaridade e drenagem, podem provocar também variações de volume e de resistência de certas camadas, e plastificação de alguns materiais.

Alteração das condições inicialmente consideradas

Neste grupo pode incluir-se a fragilidade estrutural ou degradação das características dos materiais, resultante da fadiga e do envelhecimento dos mesmos, bem como do desgaste interno. Neste grupo podem também incluir-se as técnicas construtivas deficientes, ou o controlo de construção deficiente, os quais podem conduzir a excessos ou insuficiência de ligante, à acumulação de água nas camadas de fundação, à aplicação de materiais de má qualidade, etc. De modo análogo, para certos casos de danificações, parece poder contribuir a deficiente ou insuficiente conservação, como por exemplo a omissão de selagem das fendas e a deficiente conservação das bermas. O próprio dimensionamento dos pavimentos pode conduzir à respectiva degradação, dada a dificuldade em ter em conta muitas das variáveis intervenientes, e respectiva influência, ou por serem falseadas as condições de aplicação dos métodos de dimensionamento na fase de construção.

Podem ainda concorrer para a degradação vários factores simultaneamente, tornando-se difícil definir qual a parte de responsabilidade que cabe a cada um deles.

Muitas autoridades rodoviárias e/ou locais desenvolveram sistemas de classificação de defeitos e estabeleceram padrões de intervenção para cada defeito. Neste manual, para os defeitos em pavimentos flexíveis betuminosos serão considerados os procedimentos da Norma ASTM D6433, enquanto que para os defeitos em estradas não revestidas serão considerados os procedimentos incluídos na bibliografia Shahin, M.Y. Estes procedimentos constam do Anexo 2. Contudo, como estas publicações estão em inglês, será feita nesta secção uma apresentação sumária dos defeitos em pavimentos flexíveis betuminosos e estradas não revestidas. Este manual inclui também defeitos em estradas revestidas com pavê.

4.1. DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFALTADOS

A classificação dos defeitos em pavimentos flexíveis asfaltados pode ser dividida em três grupos: Defeitos de Superfície, Fendilhamento e Deformações. Cada grupo desdobra-se em vários tipos de defeitos, como ilustra o diagrama da Figura 4-1.

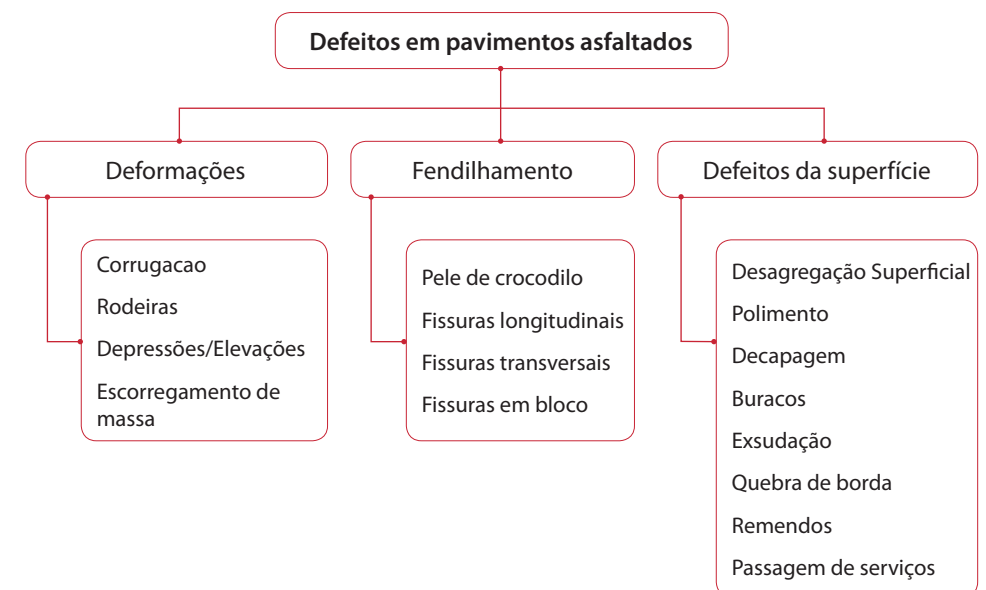


Figura 4-1: Defeitos em pavimentos asfaltados

4.1.1. DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

4.1.1.1 Desagregação superficial

Definição

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento e/ou da argamassa fina do revestimento asfáltico, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Considera-se pela designação genérica “desgaste”, a perda de agregados e/ou argamassa fina do revestimento asfáltico. Caracteriza-se pela aspereza superficial anormal, com perda do envolvimento betuminoso e arrancamento progressivo dos agregados.

Causas

- redução da ligação existente entre o agregado e o ligante devido à oxidação do ligante e pela acção combinada do tráfego e das adversidades climáticas;
- perda de adesividade entre agregado e ligante devido à presença de poeira ou sujidade no momento da construção;
- execução da obra em condições meteorológicas desfavoráveis;
- presença de água no interior do revestimento que originam sobrepressões hidrostáticas capazes de provocar o descolamento da película betuminosa;
- deficiência localizada de ligante asfáltico nos serviços por penetração decorrente de entupimento dos bicos ou má afinação da barra espargidora.

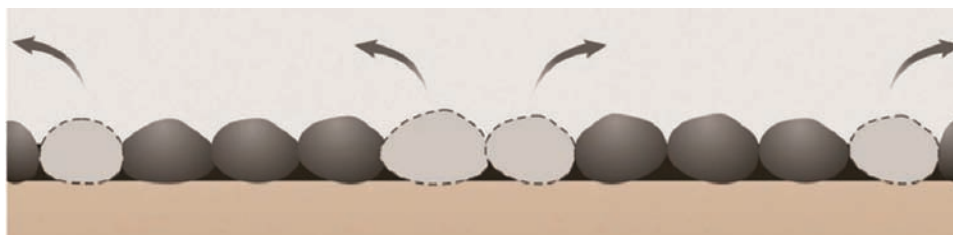


Figura 4-2: Mecanismo da desagregação do revestimento



Figura 4-3: Desagregação da superfície

Mecanismo de ocorrência

Em resultado das causas prováveis acima enumeradas, o ligante asfáltico fica impossibilitado de promover a retenção dos agregados que se soltam progressivamente sob a acção das cargas de tráfego.

Localização

Pode ocorrer em toda a área da superfície do pavimento.

Reparação

Execução de uma nova capa selante (pintura de rejuvenescimento, tratamento superficial ou lama asfáltica), microrrevestimentos.

4.1.1.2 Desgaste e polimento dos agregados do revestimento

Definição

O desgaste corresponde ao empobrecimento progressivo das características ligantes do material betuminoso e ao “polimento”, pelo tráfego, dos agregados do revestimento da camada de rolamento, além da perda de finos do revestimento, como ilustra a Figura 4-4. Com o desgaste e polimento, a superfície de rolamento torna-se escorregadia, principalmente quando molhada e com impregnação de óleo derramado pelo próprio tráfego.

Este defeito só deverá ser considerado quando o grau de polimento influenciar a redução da resistência à derrapagem. A sua presença poderá ser verificada visualmente ou através do tacto sobre a superfície do pavimento.

Causas

- Resistência inadequada do agregado seleccionado ao polimento;
- Acção dos pneus sobre a capa, ao longo do tempo;
- Envelhecimento do revestimento (oxidação do ligante).

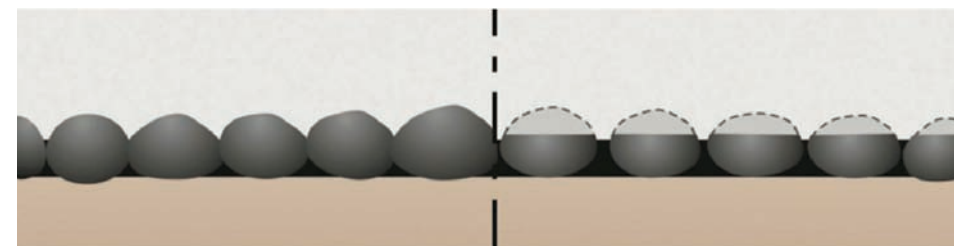


Figura 4-4: Mecanismo do desgaste e polimento dos agregados do revestimento.
Fonte:



Figura 4-5: Polimento e desagregação superficial

Mecanismo de ocorrência

A passagem do tráfego provoca o desgaste progressivo dos agregados.

Localização

Podem ocorrer ao longo de toda a superfície do pavimento, principalmente nas trilhas de roda.

Reparação

Execução de uma nova capa selante (pintura de rejuvenescimento, tratamento superficial ou lama asfáltica), microrrevestimentos.

4.1.1.3 Decapagem

Definição

A decapagem ou descasque, é a perda localizada do revestimento resultante do desprendimento de pedaços à volta de fissuras. Não se deve confundir esta anomalia com um buraco pois a decapagem ocorre apenas ao nível do revestimento.

Causas

Falta de aderência entre o revestimento e a camada subjacente que pode ser causada por uma má preparação da superfície de ligação traduzida por presença de sujidade, excesso de humidade ou falhas na rega de colagem.



Figura 4-6: Decapagem

Mecanismo de ocorrência

O desenvolvimento de fissuras em locais de pouca aderência entre o revestimento e a camada subjacente resulta no desprendimento de pedaços por acção do tráfego.

Localização

Em qualquer lugar da faixa de rodagem.

Reparação

Reposição do revestimento com massas asfálticas.

4.1.1.4 Buracos

Definição

Os buracos são cavidades formadas inicialmente no revestimento do pavimento e possuem dimensões e profundidades variadas. O defeito é muito grave, pois afecta estruturalmente o pavimento, permitindo o acesso das águas superficiais ao interior da estrutura. Também é grave do ponto de vista funcional, já que afecta a irregularidade longitudinal e, como consequência, a segurança do tráfego e o custo do transporte.



Figura 4-7: Buracos

Causas

- Pequeno defeito que piora com a infiltração de água no material da base;
- Perda de superfície devido a outros defeitos (por exemplo, desgaste, decapagem, fissuras e/ou laminação);
- Material da base inapropriado;
- Desintegração da base associada à carga;
- Adesão e recolhimento de aglutinantes nos pneus dos veículos;
- Subida de água pela acção do tráfego (bombeamento).

Mecanismo de ocorrência

As fissuras de fadiga, à medida que evoluem, sofrem um processo de interligação, formando pequenas placas sem vínculo e com bordas desgastadas. Com a passagem das cargas de tráfego, estas placas vão sendo arrancadas, formando buracos no revestimento, os quais podem evoluir ao ponto de atingir a base do pavimento. A água superficial, que já possuía acesso até a base através das trincas, terá ainda maior facilidade de alcançar essa camada. A água sob pressão irá carrear o material mais fino da base e agravar o problema. No caso de desintegração, o processo é semelhante.

Localização

Podem ocorrer em qualquer área do revestimento, principalmente nas trilhas de roda.

Reparação

- Execução de remendos com massas asfálticas (a quente ou a frio);
- Reconstrução localizada das camadas comprometidas e melhoria da drenagem.

4.1.1.5 Exsudação

Definição

Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.

A exsudação é um fenómeno em que uma película ou filme de material betuminoso se forma na superfície do pavimento e caracteriza-se por manchas de variadas dimensões. As manchas resultantes comprometem seriamente a aderência do revestimento aos pneus, principalmente sob tempo chuvoso, causando um sério problema funcional.

Causas

- Excesso de ligante;
- Ligante inadequado;
- Penetração do agregado numa base suave;
- Quebra do agregado;
- Classificação inadequada do asfalto;
- Design de tipo ou mistura;

- Reacção do revestimento superficial antigo;
- Asfalto/revestimento colocado antes dos voláteis do primário terem evaporado;
- Má penetração do primário na base granular;
- Derrames de óleo e combustível.



Figura 4-8: Mecanismo da exsudação do ligante no revestimento.
Fonte: DER/SP



Figura 4-9: Exsudação do ligante do revestimento.
Fonte: DER/SP

Mecanismo de ocorrência

Com a acção do tráfego e de altas temperaturas, o cimento asfáltico da mistura irá expandir-se, ocupando os vazios não preenchidos. Desta forma, ocorre a migração e a concentração do ligante na superfície do revestimento. A passagem das cargas poderá causar um aumento da densificação da mistura nas trilhas de roda (redução do volume de vazios) e aumentar a exsudação.

Localização

A exsudação poderá manifestar-se em qualquer região da superfície do pavimento, sendo mais severa nas trilhas de roda.

Reparação

- Espalhamento de areia seca com cal hidratada ou de pó de pedra sobre as manchas de exsudação. Contudo, esta é uma medida correctiva temporária;
- Remoção com jacto de água;
- Tratamento com um solvente e adição de agregado;
- Sobreposição de uma camada de asfalto.

4.1.1.6 Falhas nas arestas

Definição

As falhas nas arestas são quebras do revestimento nas bordas da estrada.

Causas

As falhas nas arestas são causadas pela manutenção deficiente da berma, que deixa a superfície do pavimento da estrada mais alta do que a berma adjacente. Essa margem não suportada pode ser interrompida pelo tráfego, estreitando a superfície de rolamento da estrada.



Figura 4-10: Falhas nas arestas

Mecanismo de ocorrência

A acção do tráfego sobre a borda adjacente a uma berma desgastada conduz à quebra da aresta, desenvolvendo-se para o intradorso da estrada.

Localização

Em qualquer lugar com berma não revestida e susceptível a erosão. As falhas de borda são registadas quando excedem 150 mm de largura no ponto máximo, ou quando o passo vertical da superfície até a berma é superior a 50 mm.

Reparação

Tratamento e recarga da berma para controlo da erosão. Reposição da aresta com material adequado à largura afectada.

4.1.1.7 Remendos

Porção do revestimento onde o material original foi removido e substituído por outro material (similar ou diferente). Os remendos existentes são geralmente considerados falhas, já que reflectem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente um incremento na irregularidade longitudinal. Deverá ser avaliada também a deterioração da área remendada. Os remendos são considerados defeitos quando provocam desconforto.

Causas

Solicitação intensa do tráfego; emprego de material de má qualidade; agressividade das condições ambientais; problemas no processo construtivo.

Mecanismo de ocorrência

Os remendos, assim como os pavimentos, deterioram-se por diversos mecanismos, ou seja, a acção combinada do tráfego e das condições ambientais.



Figura 4-11: Remendos

Localização

Em qualquer lugar, onde ocorre deterioração localizada do pavimento.

Reparação

Preparação da superfície, removendo o excesso ou limpando as depressões. Aplicar tratamento semelhante aos remendos.

4.1.1.8 Passagem de serviços

Definição

São cortes no pavimento para dar lugar à passagem de serviços, como a rede de abastecimento de águas, telefone e electricidade.

Causas

A reposição do pavimento em cortes longos normalmente acarreta defeitos, quer de elevação quer de depressão, causando desconforto aos utentes.

Mecanismo de ocorrência

O mesmo que para os remendos.

Localização

Muito frequente em meios urbanos, normalmente a toda a largura da pista de rodagem.



Figura 4-12: Passagem de serviços

Reparação

Utilizar o mesmo tratamento que se dá aos remendos defeituosos.

4.1.2 DEFEITOS CARACTERIZADOS POR DEFORMAÇÕES

4.1.2.1 Corrugações/ Ondulações

Definição

Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais de carácter plástico e permanente na superfície do pavimento.

Causas

As causas de ondulações no pavimento podem ser:

- instabilidade da mistura betuminosa da camada de revestimento e/ou da base de um pavimento;
- excesso de humidade das camadas subjacentes;
- contaminação da mistura asfáltica por materiais estranhos;
- retenção de água na mistura asfáltica.



Figura 4-13: Corrugações/Ondulações em pavimentos asfaltados

Mecanismo de ocorrência

Ocorre devido à ruptura por cisalhamento no revestimento ou na interface entre o revestimento e o material de base, ocasionado pelas cargas de tráfego.

Localização

Normalmente apresenta-se nas regiões de aceleração ou de travagem dos veículos. Podem ocorrer em qualquer região da superfície, porém, com maior gravidade nas proximidades das trilhas de rodas.

Reparação

- Remover e substituir qualquer material instável antes de aplicar o tratamento;
- Betão asfáltico, revestimento superficial ou massas frias;
- Revestir a berma para reduzir a entrada de humidade;
- Microbetões asfálticos + geotêxtil selante;
- Estabilização in situ;
- Remendos pesados;
- Reconstrução.

4.1.2.2 Rodeiras

Definição

Rodeiras são deformações associadas à carga e aparecerão como depressões longitudinais nos trilhos da roda. Os rodeiras podem ser classificadas em dois tipos: afundamento por consolidação e afundamentos plásticos.

a) Rodeiras resultantes de afundamentos por consolidação

É uma depressão do revestimento, resultado de uma acumulação de deformações verticais não recuperáveis nas camadas do pavimento e fundação. Na sua fase inicial, esta falha só é

perceptível após a ocorrência de chuvas, pois os sulcos ficam preenchidos por água. Este tipo de rodeiras não está associado a cordões nas camadas superiores do pavimento, a menos que se torne muito severo. Até certo limite, estas rodeiras são toleráveis, porém, quando a acumulação das deformações permanentes formam flechas expressivas nos trilhos da roda, a estrutura estará num estado terminal e pondo em risco a segurança dos utilizadores.

Causas das rodeiras por consolidação

- compactação insuficiente de uma ou mais camadas durante a construção;
- mistura asfáltica inadequada (com baixa estabilidade);
- enfraquecimento de uma ou mais camadas devido à infiltração de água.

Mecanismo de ocorrência

A origem e o progresso das rodeiras por consolidação podem estar relacionados com a ocorrência de:

- consolidação, compactação suplementar, ou movimentação lateral das camadas abaixo do revestimento, devido à acção canalizada do tráfego;
- compactação do revestimento asfáltico ocasionada pelas cargas de tráfego.

Localização

Nos locais onde há passagem de tráfego.



Figura 4-14: Esquema e foto de rodeira com deformação consolidada, revestimento superficial

b) Rodeiras resultantes de afundamentos plásticos

Este caso de rodeiras é resultado de uma falha por cisalhamento, tanto nas camadas de pavimento granulares, como nas camadas betuminosas do pavimento, resultando em deslocamentos do material superficial para a borda do pavimento da estrada.

Onde a falha por cisalhamento estiver a ocorrer na base ou sub-base granular, o material deslocado aparecerá na borda do revestimento. Onde a falha estiver a ocorrer no material betuminoso, o material deslocado será evidente no próprio revestimento. Isso é ilustrado na Figura 4-15.

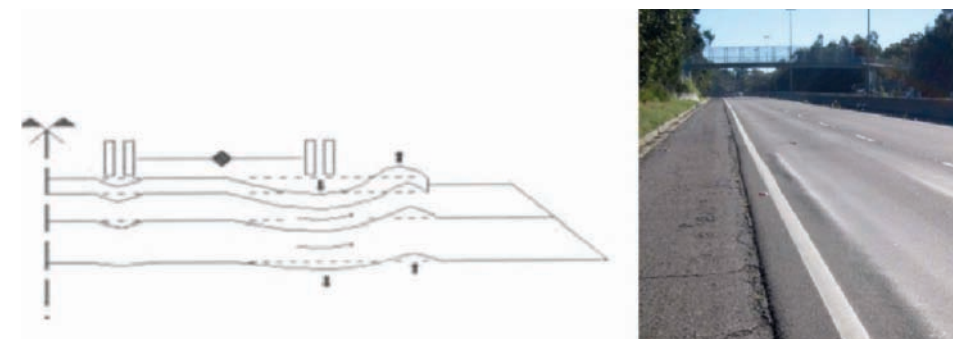


Figura 4-15: Mecanismo e foto de rodeiras com deformação plástica, em pavimento asfáltico

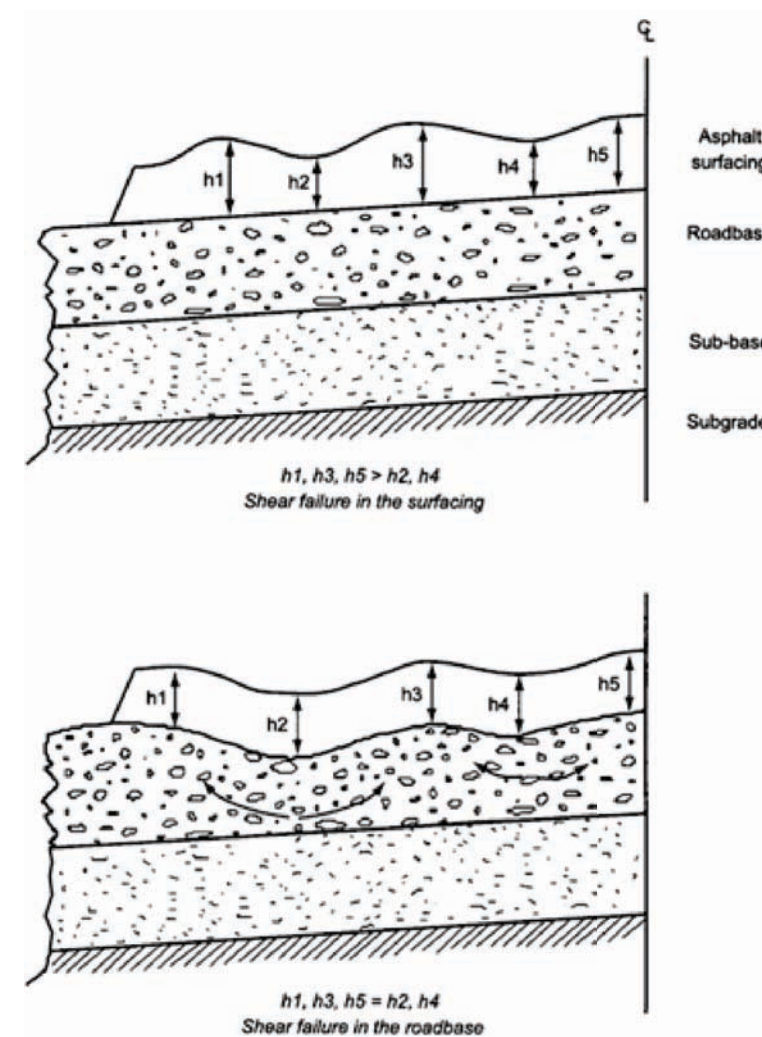


Figura 4-16: Rodeiras: falha por cisalhamento da superfície; e falha por cisalhamento da base.
Fonte: ORN 18

Causas das rodeiras com deformações plásticas

A ruptura de uma ou mais camadas do pavimento devido à ação das cargas de tráfego.

- Compactação deficiente, permitindo o assentamento do material;
- Drenagem inadequada;
- Movimento de humidade;
- Qualidade inadequada do material;
- Fluência plástica do revestimento asfáltico devido a altas temperaturas em conjugação com o tráfego;
- Instabilidade do aterro.

Mecanismo de ocorrência

A depressão tem início com a ruptura de uma ou mais camadas do pavimento, acompanhada de um levantamento ou elevação lateral ocasionado pela distorção e movimentação das partículas envolvidas no processo de ruptura plástica.

Reparação

Para deformações pequenas (depressão de até mais ou menos 5 cm), recomenda-se:

- remendo da capa e acerto das bermas;
- aplicação de asfalto fino;
- aplicação de um microrrevestimentos.

Para deformações maiores, recomenda-se:

- reconstrução localizada do pavimento, acerto ou reconstrução das bermas e/ou faixas de segurança;
- estabilização in situ;
- reciclagem do asfalto in situ;
- melhoria das condições de drenagem do pavimento e da berma.

4.1.2.3 Depressões/ Elevações

Definição

Afundamento localizado, cujo nível (ou altura) é mais baixo do que a superfície ao seu redor. Na fase inicial, esta falha é observada após a ocorrência de chuvas, devido à acumulação de água no seu interior.

Causas

Deficiências nos processos construtivos, ou geradas por assentamento do terreno de fundação, ou do material de aterro, movimento diferencial nas estruturas, particularmente nos aquedutos, e presença de raízes no subsolo.



Figura 4-17: Deformações / elevações

Mecanismo de ocorrência

Quando a origem da falha está relacionada com o assentamento do terreno, a sua evolução dependerá do tempo de assentamento, ou do adensamento do solo de fundação ou do aterro. Quando a falha estiver relacionada com deficiências nos processos construtivos, as diferenças de nível podem ser percebidas mesmo durante a construção.

Localização

Pode ocorrer em qualquer região da superfície pavimentada.

Reparação

- Estabilização in situ;
- Remendos acentuados;
- Melhoria da drenagem;
- Revestimento da berma para reduzir a entrada de humidade;
- Asfalto, revestimento superficial ou massas frias;
- Reconstrução / remoção e substituição da secção.

4.1.2.4 Escorregamento em massa

Definição

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

Causas

- ligação inadequada entre o revestimento e a camada sobre a qual este se apoia (deficiências na impregnação ou rega de colagem);
- inércia limitada do revestimento asfáltico devido à pequena espessura;
- compactação deficiente das misturas asfálticas ou da porção superior da camada de base;
- fluência plástica do revestimento na ocorrência de temperaturas elevadas.



Figura 4-18: Escorregamento em massa

Mecanismo de ocorrência

O escorregamento é caracterizado inicialmente pela presença de fissuras em forma de meia-lua (fissuras parabólicas), que ocorrem nos locais de aplicação dos esforços de tracção das cargas de roda. Com o tempo, surge escorregamento do revestimento ou da capa asfáltica, promovendo a exposição das camadas inferiores do pavimento.

Localização

Este defeito poderá ser encontrado nas regiões de aceleração e de desaceleração, como rampas acentuadas (subidas ou declives), curvas horizontais de raio pequeno, intersecções e próximo de paragens de autocarros ou obstáculos (lombas ou bandas sonoras).

Reparação

- Reciclagem do asfalto in situ;
- Fresagem e substituição de material defeituoso;
- Revestimento da berma (se for devido a berma não revestida);
- Melhoria de drenagem;
- Aplicação de camada de sobreposição de asfalto ou revestimento superficial;
- Estabilização in situ;
- Remendos acentuados;
- Reconstrução.

4.1.3 DEFEITOS CARACTERIZADOS POR FENDILHAÇÃO

4.1.3.1 Fissuras do tipo pele de crocodilo

Definição

Conjunto de fissuras interligadas sem direcção preferencial, assemelhando-se ao aspecto de couro de crocodilo. Essas fissuras podem apresentar ou não erosão acentuada nas bordas.



Figura 4-19: Fissuras do tipo pele de crocodilo

Causas

As causas das fissuras do tipo crocodilo podem estar associadas aos seguintes aspectos:

- Espessura inadequada do pavimento / projecto estrutural;
- Fadiga do revestimento asfáltico;
- Acção repetida das cargas de tráfego;
- Defeitos de construção;
- Material da base de baixa qualidade;
- Base ou superfície que se torna quebradiça;
- Perda de suporte nas camadas inferiores devido à má drenagem.

Mecanismo de ocorrência

As cargas de tráfego provocam um ciclo de carregamento/alívio no pavimento, causando o fraccionamento das fibras inferiores do revestimento (ou da base estabilizada). O fissuramento inicia, portanto, na face inferior do revestimento ou da base estabilizada, onde ocorrem as maiores tensões e deformações geradas pelas cargas rodoviárias.

As fissuras propagam-se para a superfície, inicialmente como uma ou mais fissuras longitudinais paralelas. Estas fissuras conectam-se com o acréscimo da repetição das cargas de tráfego, formando rendilhados que lembram o couro de um crocodilo.

Localização

Geralmente, este defeito limita-se a ocorrer nas regiões em que há maior concentração de passagem de cargas de tráfego (principalmente nos trilhos de roda), todavia, poderão aparecer nas demais áreas do revestimento, desde que submetidas ao carregamento. A fissuração por fadiga não ocorre em estruturas com bases cimentadas.

Reparação

Se ocorrer conjuntamente com rodeiras ou deformações, sugere fraqueza no pavimento e requer correção:

- Reconstrução / remoção e substituição do pavimento;

Se não houver nenhuma deformação associada:

- Fechamento das fissuras;
- Membrana de alívio à tensão (SAM) ou reforço selante;
- Reforço em revestimento superficial;
- Sobreposição ultrafina;
- Remendos acentuados;
- Membrana de alívio de tensões nas camadas intermediárias (SAMI) ou geotêxtil impermeabilizante + tapete de asfalto;
- Fresagem + tapete asfáltico fino;
- Reciclagem de asfalto in situ.

4.1.3.2 Fissuras longitudinais

Definição

Fissura isolada que apresenta direcção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada fissura longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se fissura longitudinal longa.

Causas

- Junta de construção mal feita;
- Contracção/dilatação do revestimento devido ao gradiente térmico ou envelhecimento do asfalto;
- Propagação das fissuras existentes nas camadas subjacentes, como por exemplo das bases tratadas com cimento ou juntas de revestimentos rígidos (fissuras por reflexão);
- Fissuras de cima para baixo.

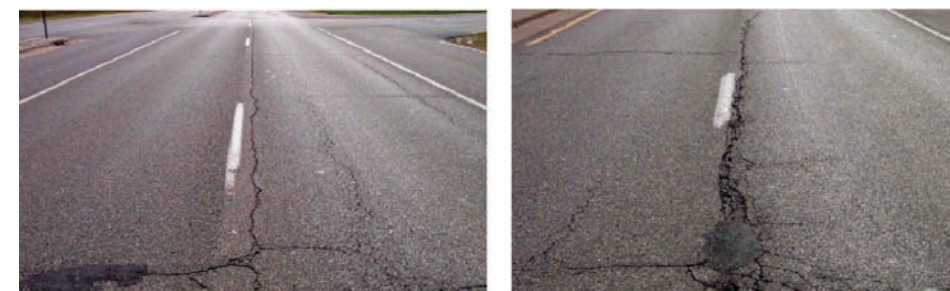


Figura 4-20: Fissuras longitudinais

Mecanismo de ocorrência

O mecanismo da fissura longitudinal depende da causa, mas não está associada à acção das cargas de tráfego. Porém, o ingresso de águas e acção do tráfego aceleram o processo de deterioração da mesma.

Localização

Em qualquer local da estrada, paralelamente ao eixo.

Reparação

- Fechamento das fissuras;
- Para casos muito acentuados, podem ser aplicadas as soluções de reparação das fissuras de pele de crocodilo.

4.1.3.3 Fissuras transversais

Definição

Fissura isolada que apresenta direcção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada fissura transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se fissura transversal longa.

Causas

- Contracção/dilatação do revestimento devido ao gradiente térmico ou envelhecimento do asfalto;
- Propagação das fissuras existentes nas camadas subjacentes, como por exemplo das bases tratadas com cimento ou juntas de revestimentos rígidos (fissuras por reflexão);
- Fissuras de cima para baixo;
- Humidade na estrutura do pavimento;
- Assentamento de serviços subterrâneos;
- Intrusão das raízes das árvores.



Figura 4-21: Fissuras transversais

Mecanismo de ocorrência

As variações de temperatura causam solicitações elevadas de tracção no topo da camada de revestimento, dando início à fissuração na face superior do revestimento (onde a temperatura superficial é mais baixa). Posteriormente, a fissura propaga-se na direcção da face inferior do revestimento.

Para os revestimentos asfálticos construídos sobre bases tratadas com cimento ou lajes de betão, a fissura tem início na face inferior do revestimento, devido aos movimentos da camada rígida subjacente e propagam-se na direcção da superfície.

Localização

A fissura transversal pode ocorrer em qualquer local da superfície do pavimento.

Reparação

- Fechamento das fissuras;
- Para casos muito acentuados, podem ser aplicadas as soluções de reparação das fissuras de pele de crocodilo.

4.1.3.4 Fissuras em bloco

Definição

Conjunto de fissuras interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

As fissuras em bloco possuem formato aproximadamente rectangular, formando blocos de vários formatos. Esses blocos sofrem uma redução nas suas dimensões à medida que aumenta o grau de deterioração.

Causas

Este tipo de fissuração é causado, principalmente, pela contracção do material de revestimento, em função da alternância diária entre temperaturas altas e baixas. De um modo geral, a sua constatação indica que o ligante asfáltico perdeu significativamente a sua característica elástica. Não é um defeito associado à carga, embora esta possa gerar um aumento

na sua severidade. Este defeito também poderá ocorrer quando houver a união de fissuras transversais e longitudinais, em revestimentos executados sobre bases cimentadas.



Figura 4-22: Fissuras em bloco

Mecanismo de ocorrência

A contracção do revestimento provoca inicialmente a fissuração na direcção da menor dimensão de superfície, ou seja, na sua largura. Devido a este facto, serão originadas, em princípio, fissuras transversais. Quando a distância entre as fissuras transversais se aproximar da largura da faixa, a camada superficial do pavimento poderá então fissurar na sua direcção longitudinal, ocasião em que as fissuras adjacentes transversais ficarão ligadas formando blocos. A evolução é análoga para revestimentos sobre bases cimentadas.

Localização

Esta falha poderá ocorrer sobre toda a região do revestimento.

Reparação

Podem aplicar-se os mesmos procedimentos que para as fissuras do tipo pele de crocodilo.

4.2 DEFEITOS EM ESTRADAS NÃO REVESTIDAS

Existem cinco factores principais que afectam a capacidade de uma estrada não revestida (assim como pavimentada) de sobreviver e satisfazer as necessidades do público.

- Cargas de tráfego – Geralmente, os danos na estrada dependem do número e peso de camiões pesados que usam essa estrada, não do número de veículos mais leves.
- Qualidade da fundação – As estradas não pavimentadas precisam de uma boa fundação para ajudar a transportar cargas pesadas e apoiar a superfície. Uma fundação construída adequadamente pode influenciar bastante o desempenho e vida útil.

- Práticas de Obra e Construção – A utilização de materiais de qualidade e o uso de práticas de construção adequadas podem aumentar significativamente a vida útil de uma estrada de terra.
- Programa de Manutenção – Estradas não revestidas requerem manutenção preventiva e de rotina numa base regular. A ideia é identificar o problema "possível" antes que ele se torne um problema "real".
- Água – Diz-se que 80% dos problemas existentes nas estradas podem ser atribuídos à presença de água proveniente de uma má drenagem, dentro ou fora da estrada. No entanto, nem toda a água é prejudicial para uma estrada.

Efeitos positivos da água

- Ajuda na compactação da superfície da estrada não revestida;
- Auxilia no estabelecimento e manutenção da vegetação para controlo da erosão;
- Permite que superfícies de estradas não revestidas sejam avaliadas mais facilmente.

Efeitos negativos da água

- Aumenta a desintegração de superfícies não revestidas e de cascalho;
- Suaviza e reduz a capacidade de carga da sub-base e das bermas;
- Causa erosão nas superfícies da estrada;
- Deposita sedimentos e detritos em valas e aquedutos.

Os defeitos mais comuns em estradas não revestidas estão ilustrados no diagrama da Figura 4-23. Contudo, é normal encontrar-se na bibliografia designações ou abordagens diferentes, mas que concorrem para as mesmas situações de problemas neste tipo de estradas. Uma ferramenta de consulta recomendada sobre estradas não revestidas é o "TMH 12-2000 Visual Assessment Manual for Unsealed Roads".

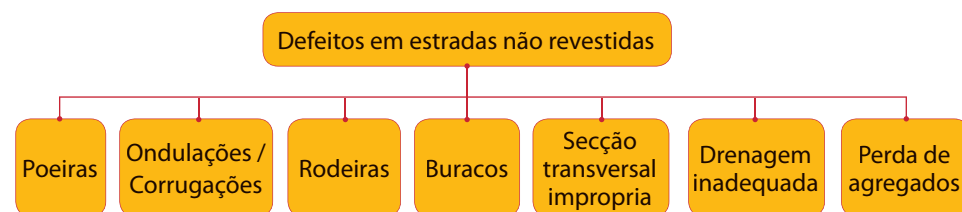


Figura 4-23: Defeitos mais comuns em estradas não revestidas

4.2.1.1 Secção transversal imprópria

O perfil (formato) de uma estrada tem um grande impacto no seu desempenho. Estradas com boa secção transversal tendem a drenar água rapidamente, evitando o desenvolvimento de buracos e condições potencialmente intransponíveis. Onde o perfil é plano, a água tende a reflectir em depressões localizadas, resultando num abrandamento do curso de desgaste e no desenvolvimento de buracos e outros defeitos. A falha na reparação pontual de uma estrada plana resulta, geralmente, no desenvolvimento de rodeiras como

consequência do tráfego. Estes podem tornar-se caminhos preferenciais de água, resultando em erosão, perda acelerada de cascalho e deterioração significativa na qualidade da condução.

O TMH 12-2000 classifica a secção transversal numa escala de cinco pontos, em que um é muito bom e a superfície de rodagem drenará água com facilidade, e cinco é muito desigual, resultando em possíveis poças de água e/ou drenagem superficial, que ocorre numa direcção longitudinal. Contudo, esta classificação é para estradas rurais e a sua aplicação em estradas municipais requer alguma ponderação, devido à ocupação dos espaços adjacentes à estrada por habitações e outro tipo de infraestrutura.

A situação ideal para a inclinação de uma estrada não revestida seria 3 a 4%, mas um mínimo de 2% também se apresenta como funcional.

O perfil da estrada é classificado numa escala de cinco pontos, em que um é muito bom e a superfície trafegada drenará água com facilidade, e cinco é muito desigual, resultando em possíveis poças de água localizadas e/ou drenagem superficial, que ocorre numa direcção longitudinal.



Figura 4-24: Secção transversal adequada (esq.) e imprópria (dto.)

4.2.1.2 Drenagem

Existe uma forte inter-relação entre o perfil da estrada discutido anteriormente (drenagem fora da estrada) e a drenagem da estrada. No entanto, o perfil relaciona-se mais directamente com a capacidade da estrada de drenar água sem causar erosão, enquanto a drenagem da estrada se relaciona mais de perto com o impacto da água parada na camada de desgaste do pavimento na estrutura subjacente. Uma operação eficaz da drenagem lateral adequada é o aspecto predominante a ser considerado durante a avaliação da drenagem. Isso inclui a remoção de água da zona de influência adjacente à estrada, bem como os efeitos de erosão associados às bermas e cortes na estrada.

De acordo com o TMH12-2000, a drenagem de uma estrada rural não revestida é classificada numa escala de cinco pontos, onde um (1) indica que a estrada está bem acima do nível do solo e tem drenos laterais eficazes que levam a água para longe da formação da

estrada. O cinco (5) é classificado como um canal onde a estrada actua como o caminho de drenagem na área. Estes são definidos na Tabela 14. Os descritores são essencialmente aplicáveis a estradas em terrenos planos ou levemente inclinados. Onde os gradientes são mais íngremes, as estradas avaliadas como graus 4 e 5 actuam como cursos de drenagem durante períodos de chuvas intensas que levam a erosão severa. Porém, à semelhança do caso das secções transversais, no ambiente urbano não ocorre o caso 1. É mais comum verificarem-se os casos 2 e 3, sendo que os casos 4 e 5 aparecem como consequência da erosão. As Figuras 4-25, 4-26, 4-27 e 4-28 seguintes ilustram várias situações de estradas municipais não revestidas.

Tabela 14: Classificação da estrada quanto à capacidade de drenagem lateral.
Fonte: THM12-2000

Classificação	Descritor	Descrição
1	Bem acima do terreno natural	As bordas da estrada estão pelo menos 300 mm acima do nível do solo natural com drenagem lateral eficaz.
2	Ligeiramente acima do terreno natural	A estrada está entre 50 e 300 mm acima do nível do solo natural. A drenagem lateral está presente. A água da chuva pode atravessar em locais isolados.
3	Nivelada com o terreno natural	A estrada é geralmente ao nível do solo com drenagem lateral eficaz. A água da chuva pode atravessar na maioria dos lugares.
4	Ligeiramente abaixo do terreno natural	Áreas isoladas da estrada estão abaixo do nível do solo natural. Não existe drenagem lateral e ocorrerão poças de água.
5	Canal	A estrada é o ponto mais baixo e serve para drenar toda a área.



Figura 4-25: Estrada com drenagem lateral aceitável



Figura 4-26: Estrada sem drenagem lateral, erosão na plataforma



Figura 4-27: Estrada com corte transversal na plataforma devido à ausência de drenagem



Figura 4-28: Estrada que se transforma em canal durante a chuva

4.2.1.3 Buracos

Os buracos são depressões redondas ou alongadas na superfície da estrada e ocorrem pelas seguintes razões:

- Secção transversal e drenagem da estrada inadequada;
- Má prática de operação da motoniveladora (por exemplo, remoção de material de tamanho grande e destruição do abaulamento);
- Ampliação das corrugações;
- Má compactação;
- Variabilidade do material e da humidade;
- Deformação das camadas inferiores e da camada de desgaste do pavimento;
- Subsidência ou escavação de tocas de animais e insectos;
- Desintegração de estradas muito fissuradas (exemplo, plasticidade excessiva);
- Desintegração de materiais macios de tamanho grande;
- Solos dispersivos.



Figura 4-29: Buracos

Os buracos desempenham um papel significativo no desenvolvimento de rugosidade em estradas não pavimentadas e podem causar danos substanciais aos veículos, caso se desenvolvam e aumentem de tamanho. O efeito dos buracos nos veículos depende da profundidade e do diâmetro do buraco. Os buracos que mais afectam os veículos são aqueles entre 250 e 1500 mm de diâmetro e com profundidade superior a 50 a 75 mm.

Uma vez iniciada a formação de buracos (independentemente da causa), a drenagem deteriora-se, formam-se poças de água nas depressões e os buracos aumentam devido ao tráfego. O aumento ocorre através da compactação e remodelagem do material enfraquecido (no estado húmido) e da remoção do material do buraco pelas rodas e respingos. Quando saturados, os materiais com baixa resistência desenvolvem eventualmente buracos maiores e mais profundos em períodos mais curtos. A influência da drenagem na formação de buracos é claramente manifestada pela ausência geral de buracos nos gradientes. Os buracos são geralmente piores na parte inferior das curvas verticais, nas secções niveladas das estradas com forma deficiente e próximo das pontes.

A melhor solução para os buracos é restaurar a forma da superfície e secção transversal para impedir a retenção de água em pontos planos. Em alguns lugares, pode ser difícil obter a secção transversal necessária se a secção da estrada for controlada por drenagem longitudinal, como em áreas baixas ou em pontos de transição de curvas.

A execução de remendos por si só não resolverá o problema se a estrada não tiver um abaulamento adequado. Em alguns casos, os buracos menores podem ser corrigidos com o uso de uma motoniveladora provida de lâminas inclinadas. Onde os buracos são severos, a superfície exigirá escarificação, mistura e remodelagem. É necessário adicionar e misturar novo material com o material existente para substituir o material deslocado pelo tráfego, pela erosão ou pelo vento. Os buracos são difíceis de reparar; a experiência dita que poucos são reparados com sucesso pela manutenção rotineira da motoniveladora ou pelo enchimento manual a seguir à motoniveladora. A única maneira de repará-los com êxito é ampliando o buraco, enchendo-o com cascalho húmido, semelhante ao material existente no pavimento, e compactando-o em camadas, se necessário.

Na aproximação de pontes, aquedutos ou locais onde as inclinações transversais são reduzidas abaixo do necessário para a drenagem de água, deve considerar-se a estabilização do pavimento ou o fornecimento de curtos comprimentos de revestimento sobre as áreas afectadas.

4.2.1.4 Rodeiras

As rodeiras são depressões longitudinais que surgem nos rodeiras, em resultado da repetição da passagem dos veículos mais pesados. Na época das chuvas, nestas faixas de solicitação mais intensa e frequente, os rebaixos longitudinais tornam-se mais graves por reterem a água na pista propiciando, assim, a perda rápida do suporte do material de subleito.

As rodeiras são responsáveis por graves transtornos aos utilizadores das estradas sem revestimento, pelos danos que causam à suspensão e ao sistema de direcção dos veículos. Além disto, durante as chuvas, provocam a retenção dos veículos mais leves, que não podem desviar-se dos trilhos profundos.

Na estação seca, as rodeiras são encontrados em materiais não coesos, como areia ou cascalho, com baixo conteúdo de finos, onde o material solto é deslocado lateralmente, e o tráfego utiliza os mesmos caminhos das rodas.

Por outro lado, na época das chuvas os rodeiras são encontrados em materiais sensíveis à água. A água entra no pavimento a partir da superfície, ou através da acção capilar do subleito e, como resultado, ocorrem deformações.



Figura 4-30: Rodeiras em estradas não revestidas

As causas das rodeiras podem ser variados:

- má graduação do material;
- má compactação;
- profundidade inadequada da estrutura do pavimento;
- má drenagem superficial;
- excesso de finos nas camadas do pavimento;
- manutenção pouco frequente;
- possíveis veículos sobrecarregados;
- rodeiras de veículos.

Os rodeiras podem ser reduzidos através de um abaulamento correcto. A estabilização também pode ajudar a resolver este defeito. Assim como nas corrugações e buracos, os rodeiras podem ser removidos, cortando a sua parte inferior, misturando o material e compactando com o teor de humidade óptimo.

Se o material contiver muitos finos, será necessário melhorar a sua granulometria e a drenagem. Por outro lado, a adição de finos pode ser necessária se houver agregado solto na superfície. Nos dois casos, será necessária a inspecção visual, seguida de análise granulométrica, para determinar a quantidade de material a ser adicionado, a fim de corrigir a deficiência da granulometria.

Em caso de ocorrência de rodeiras, é aconselhável verificar o seguinte:

- granulometria dos materiais do pavimento;
- secção transversal da estrada;
- drenagem;
- espessura da estrutura do pavimento;
- compactação;
- quebra dos agregados;
- largura do pavimento (efeito de três rodeiras).

4.2.1.5 Ondulações

As ondulações são formadas através do deslocamento do material em resultado da acção do pneu, juntamente com a massa e a velocidade do veículo. O material da superfície arruma-se em sulcos paralelos, que ficam perpendiculares à direcção do tráfego. O espaçamento (comprimento de onda) pode variar entre 500 mm a 1 m e as profundidades podem variar até 150 mm. A Figura 4-31 ilustra o comprimento de onda e a profundidade das ondulações. Qualquer irregularidade na superfície pode iniciar o processo que se desenvolve a um rácio dependente do tráfego, aceleração e desaceleração, sistemas de suspensão e pressão dos pneus.

Este defeito, além de conduzir à ocorrência de acidentes, é responsável pelo desalinhamen- to da direcção dos veículos e por danos à suspensão e aos pneus.

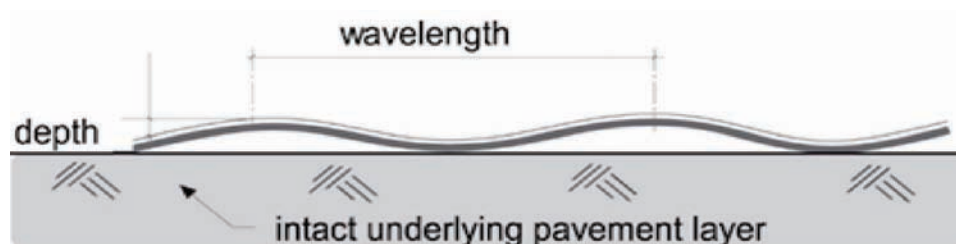


Figura 4-31: Diagrama de ondulações, mostrando o comprimento da onda.

Fonte: ARRB

Materiais granulares com granulometria superior a 5 mm, baixa plasticidade e finos limitados, ou que perderam finos devido à acção do tráfego, são susceptíveis a ondulações. Em climas secos, apenas o material que forma as cristas é afectado, permanecendo o material subjacente. A manutenção ou acção correctiva consiste em cortar até a profundidade da ondulação e espalhar os materiais. A Figura 4-32 mostra a acção correctiva necessária para remediar este defeito.

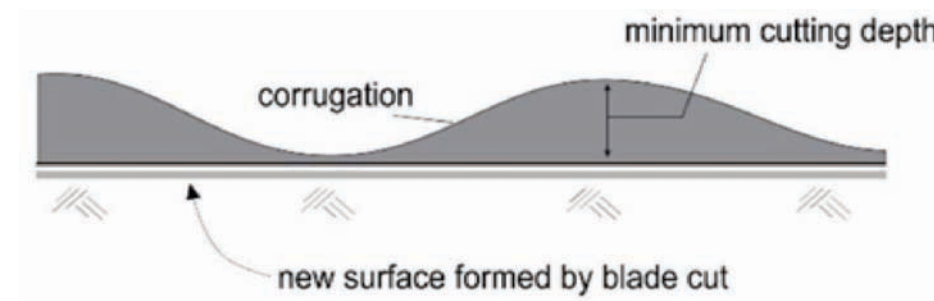


Figura 4-32: Profundidade mínima do corte.

Fonte: ARRB



Figura 4-33: Ondulações em estradas não revestidas

As ondulações podem ser soltas ou fixas. As ondulações soltas consistem em cristas paralelas de material solto e de areia fina em ângulo recto em relação à direcção do tráfego. As ondulações fixas, por outro lado, consistem em cristas compactadas e paralelas de material duro e arenoso. As calhas são compactadas pela força da roda, recuperando o contacto com o solo. As ondulações soltas são facilmente removidas por lâminas, enquanto que as fixas precisam de ser cortadas ou mesmo reduzidas com a motoniveladora, antes de o material ser novamente espalhado.

As operações da motoniveladora em alta velocidade podem ser outra fonte de desenvolvimento de ondulações. A velocidade horizontal combinada e o movimento vertical da lâmina podem iniciar formações de ondas na superfície. Estes podem evoluir para ondulações à medida que as rodas do veículo atravessam a superfície da estrada.

4.2.1.6 Poeiras

De acordo com o THM 12-2000, a poeira da estrada é a matéria sólida seca, constituída por partículas do tamanho de argila e silte que são arrastadas pelo vento, pelas forças de cisalhamento do vento criadas pelos veículos e pela interacção dos pneus do veículo com a estrada e que se dispersa e permanece em suspensão por um período, antes de eventualmente cair de volta à superfície da terra. A forma aerodinâmica, o tamanho dos pneus e o número de rodas dos camiões implicam que a geração de poeira em veículos pesados é mais severa do que em veículos leves.



Figura 4-34: Poeiras

A poeira é indesejável sob vários pontos de vista, incluindo segurança (perda de visibilidade), a componente económica (perda acelerada do material de desgaste como resultado da perda de finos), conforto dos ocupantes do veículo, saúde (doenças respiratórias), danos ao veículo (filtros e exposição de partes móveis), danos à vegetação do lado da estrada (culturas) e impacto ambiental (poluição do ar). Geralmente, a poeira é considerada inaceitável pelo público que viaja quando o veículo que gera a poeira não pode ser visto pelo veículo seguinte.

A poeira é, certamente, um dos maiores problemas das estradas não revestidas, pois na época da estiagem é o mais permanente dos incómodos ao utente, as chuvas encharcam o pó, produzindo lama, que é propícia às derrapagens.

Tem como causa a desintegração da camada terrosa superficial da pista de rolamento, devido à passagem dos veículos, associada à acção do vento.

Como medida temporária, principalmente em meios urbanos, é possível tratar as poeiras regando o pavimento. Existem soluções duradouras, mas com um custo relativamente alto como é o caso do uso de cloretos (cálcio e magnésio), ou de resinas, ou fazendo misturas de solos não coesivos com solos argilosos, bem como outros produtos comerciais químicos de controlo de poeiras.

4.2.1.7 Perda de agregados

A intensa passagem dos veículos sobre a superfície de rolamento das estradas rurais provoca, em muitos casos, a segregação da fracção grossa dos agregados. Este processo leva à formação de camadas delgadas de agregados que se posicionam junto dos trilhos de roda ou, mais frequentemente, nas áreas próximas dos bordos da pista (áreas não transitáveis). Este tipo de problema ocorre por diversas razões, sendo a mais importante a ausência de material ligante em proporções adequadas na composição da mistura de materiais.

A geração de cascalho solto sob o tráfego, denominada desagregação, é um problema económico e de segurança significativo. O cascalho solto pode ser distribuído por toda a largura da estrada, mas geralmente fica concentrado nas cristas entre os trilhos das rodas. Os problemas causados estão relacionados com riscos de segurança, danos a veículos e pára-brisas, aumento do consumo de combustível e falta de drenagem lateral adequada.

Uma camada de desgaste bem projectada não deve produzir material solto prontamente. O material solto na superfície é causado pela falta ou perda de aglutinante para manter o agregado da superfície no lugar. As superfícies com material solto podem afectar significativamente os custos operacionais e a segurança do veículo.



Figura 4-35: Perda de agregado

Durante os períodos chuvosos, os pavimentos com água mantêm-se unidos. No entanto, quando deixados secar, os pavimentos podem começar a romper devido às emissões de poeira e ao espalhamento do material da superfície, levando a uma quantidade excessiva de agregados soltos. A superfície pode ser restaurada mediante a utilização de um material bem graduado e aglutinante, que se mistura com o material existente na superfície. Após a mistura dos materiais novos com os existentes, a nova superfície precisa de ser regada e compactada para formar uma crosta.

4.3 DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE BLOCOS DE PAVÊ

Acredita-se que uma estrada revestida com blocos pré-fabricados de betão não precisa de manutenção, pelo menos durante o período de vida útil para a qual foi projectada. Contudo, isto seria na situação ideal, na qual os factores de projecto, matérias e construção seriam plenamente observados.

A realidade no nosso país, salvo raras excepções, aponta para vários problemas relacionados com a concepção dos projectos (quando existem), qualidade dos blocos de pavê e processos construtivos. Estes elementos concorrem para que as estradas pavimentadas com blocos de pavê apresentem os defeitos ilustrados na Figura 4-36

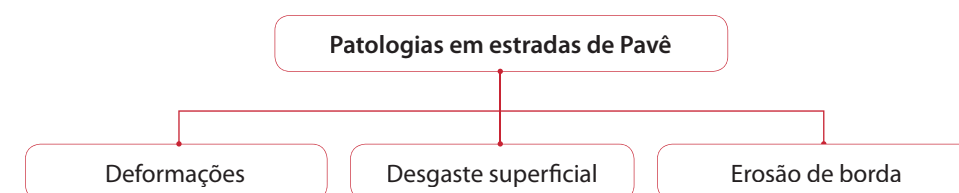


Figura 4-36: Patologias em estradas de pavê

4.3.1 DEFORMAÇÕES EM PAVIMENTOS DE PAVÊ

Este tipo de defeito surge normalmente em resultado de deformações nas camadas da estrutura do pavimento e pode ser causado pelos seguintes factores:

- Mau dimensionamento para as solicitações a que o pavimento está a ser sujeito;
- Erros de construção originados por má selecção de materiais ou falhas na compactação;
- Presença de água na superfície, que pode ter origem numa inclinação transversal inapropriada, ausência de drenagem longitudinal, falta de manutenção dos elementos de drenagem, erros de construção na definição do perfil longitudinal;
- Cargas excessivas.



Figura 4-37: Deformações alongadas na superfície do pavimento de pavê

Figura 4-38: Deformações localizadas na superfície do pavimento de pavê

A Figura 4-37 é um exemplo do acumular de situações que concorrem para o surgimento de deformações na superfície:

- Inclinação transversal inapropriada, contraria a posição da drenagem longitudinal;
- A drenagem longitudinal do lado direito (Oeste) foi executada a posteriori, contudo, mesmo assim, não foram introduzidos elementos transversais para drenagem da superfície da estrada;
- A saturação das camadas inferiores da estrutura do pavimento concorre para o enfraquecimento destas causando deformações;
- As deformações são mais acentuadas na transição da estrada para a lomba, ilustradas em primeiro plano na fotografia.

Por outro lado, a Figura 4-38 indica uma falha na camada subsequente do pavimento, com movimento lateral deste material, causando uma depressão e uma crista na superfície.

4.3.2 DESGASTE SUPERFICIAL

O desgaste precoce que se assiste nas estradas de pavê está mais relacionado com a má qualidade das unidades do revestimento do que com a acção repetida das cargas, apesar de ser um conjugação de factores. A causa da má qualidade das unidades de pavê pode ser atribuída aos seguintes factores:

- Falta de uma regulamentação nacional para a produção de pavê;
- Não cumprimento das especificações técnicas do projecto pelo produtor;
- Falta de honestidade do produtor;
- Pressão dos empreiteiros em retirar as unidades do estaleiro antes do tempo de cura;
- Ausência de controlo de qualidade;
- Falta de responsabilização.



Figura 4-39: Desgaste superficial do pavê

4.3.3 EROSÃO NA BORDA DOS PAVIMENTOS DE PAVÊ

A erosão na borda dos pavimentos de pavê é devida essencialmente à perda de suporte lateral da estrutura do pavimento, que pode ser causada pelos seguintes factores:

- Ausência de lancis ou vigas de bordadura;
- Destruição pontual dos lancis ou vigas de bordadura;
- Erosão junto dos lancis nas bermas sem passeios;
- Colapso dos passeios por variadas causas.



Figura 4-40: Erosão na borda dos pavimentos em pavê

4.4 TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFALTADOS

O tratamento de defeitos superficiais, remendos, reparação de bordas e fechamento de fissuras é tratado na Secção 4900 das Especificações Técnicas da SATCC. Na Secção 4.2 acima, é feita uma abordagem dos defeitos em pavimentos asfaltados, incluindo a apresentação dos respectivos processos de reparação. Nesta secção, faz-se um agrupamento das técnicas de reparação de defeitos para uma melhor percepção dos utentes deste Manual, incluindo processos construtivos de tratamento relevantes para o contexto das estradas revestidas municipais.

4.4.1 REPARAÇÃO DE FISSURAS POR SELAGEM

Este método de tratamento localizado é usado para evitar que a água e os detritos entrem numa fissura, e pode incluir alargamento para limpar toda a fissura e a criação de um reservatório para conter o selante. É eficaz apenas por alguns anos, pelo que o processo deve ser repetido. No entanto, este tipo de tratamento é muito eficaz para prolongar a vida útil do pavimento. Apresentam-se, a seguir, os três métodos de reparação de fissuras:

Limpar e selar: usado em todos os tipos de fissuras, envolve o uso de uma lança de ar quente ou ar comprimido para soprar os detritos das fendas, preenchendo-as, de seguida, com um selante.

Serrar e selar: envolve o uso de uma serra de pavimento para criar juntas transversais a intervalos regulares ao longo de um pavimento recém-colocado, sendo estas juntas preenchidas, em seguida, com um selante. O objectivo é evitar o surgimento desordenado de fissuras transversais devido a variações térmicas.

Fresar e selar: usado em fissuras transversais e longitudinais. Envolve o uso de uma serra de pavimento ou fresadora para criar um reservatório centralizado sobre as rachaduras existentes, que é, em seguida, preenchido com um selante.

4.4.2 REPARAÇÃO DE FISSURAS POR ENCHIMENTO

O enchimento de fissuras difere da selagem principalmente no que toca a preparação da fissura antes do tratamento e o tipo de selante usado. O enchimento de fissuras é mais frequentemente reservado para pavimentos mais desgastados, com fissuras mais largas e aleatórias.

4.4.3 REPARAÇÃO DE FISSURAS EM PROFUNDIDADE TOTAL

É um método de tratamento localizado para reparar fissuras que estão muito deterioradas, a fim de se aplicar apenas a selagem. Este método requer a reconstrução da base ou das camadas do pavimento.

4.4.4 “FOG SEAL”

Da terminologia em inglês “fog seal”, este tratamento consiste na aplicação de uma emulsão diluída (normalmente a uma taxa de 1:1) para enriquecer a superfície do pavimento e retardar o resvalamento e a oxidação. Contudo, é considerado um tratamento temporário.

4.4.5 PINTURAS SELANTES

As pinturas selantes são usadas para impermeabilizar a superfície, selar pequenas fissuras, reduzir a oxidação da superfície do pavimento e melhorar o atrito.

4.4.6 REVESTIMENTO SUPERFICIAL DUPLO

O revestimento duplo é tratado em detalhe na Secção 2.4.18 acima, que se refere à Secção 4500 das Especificações Técnicas da SATCC. Pode ser usado no tratamento de defeitos de pavimentos, pois impermeabiliza a superfície, sela pequenas fissuras, reduz a oxidação da superfície do pavimento e melhora o atrito.

4.4.7 LAMA ASFÁLTICA

A lama asfáltica, comumente conhecida por “slurry seal”, é uma mistura de agregado fino, emulsão de asfalto, água e um agente de enchimento mineral, e é usada quando o problema principal é a oxidação excessiva e o endurecimento da superfície existente. As lamas asfálticas são usadas para retardar o resvalamento da superfície, selar pequenas fissuras e melhorar o atrito da superfície.

4.4.8 MICRORREVESTIMENTO

O microrrevestimento é comumente referido como um slurry de pasta modificada com polímero. No entanto, a principal diferença é que o processo de cura do microrrevestimento é um processo controlado quimicamente, ao passo que na slurry seal e nos revestimentos superficiais utiliza-se o processo térmico. Tem a mesma aplicação que a lama asfáltica e também é usado para tapar os rodeiras.

4.4.9 MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE FINAS

As misturas a quente finas são usadas em camadas de sobreposição com o objectivo de melhorar a qualidade da condução, reduzir a oxidação da superfície do pavimento, assegurar condições de drenagem superficial adequada, melhorar a fricção do pavimento e corrigir as irregularidades da superfície.

4.4.10 REMENDOS

Os remendos visam a correcção de buracos. Para tal, são utilizadas misturas asfálticas a quente e frias, revestimentos superficiais, bem como lamas asfálticas e microrrevestimentos, com o objectivo de melhorar a qualidade da condução e evitar a propagação da deterioração do pavimento.

4.4.11 SUMÁRIO DAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS ASFALTADOS

De acordo com o “Handbook on Asphalt Pavement Maintenance”, os tratamentos aqui indicados devem ser aplicados em estruturas de pavimento sãs ou devidamente reabilitadas.

Tabela 15: Técnicas de manutenção de pavimentos asfaltados

Técnica	Razões para o uso						Vida média do tratamento (anos)
	Fricção	Resvalamento	Rodeiras	Buracos	Fissuras (severidade)		
Baixa					Media	Alta	
Tratamento de fissuras							
Por selagem							
Limpar e selar					X	X	3
Serrar e selar							7-10
Fresar e selar					X	X	3
Por enchimento						X	X
Reparação a toda a profundidade							X
Tratamento de superfícies							
Fog seal		X					1-2
Pintura selante	X	X					3-6
Revestimento duplo	X	X					7-10
Slurry seal	X	X					3-5
Microrrevestimento	X	X	X				5-8
Tapete de mistura à quente		X	X				5-8
Reparação de buracos							
Misturas à frio				X			1
Remendos por injeção				X			1-3
Misturas à quente				X		X	3-6
Remendos com slurry ou microrrevestimentos				X		X	1-3

4.4.12 TRATAMENTO DE FISSURAS

Na Tabela 16 estão indicadas as técnicas de reparação de fissuras em pavimentos asfaltados.

Tabela 16: Tratamento de fissuras

Tipo de fissura e severidade	Tratamento						
	Reparação a toda a profundidade	Reparação de fissuras por selagem	Reparação de fissuras por selagem	Reparação de fissuras por selagem	Enchimento	Remendo	Revestimento duplo
		Limpar e selar	Serrar e selar	Fresar e selar			Tapete betuminoso à quente
Pele de crocodilo							
Baixa							X
Media						X	
Alta						X	
Fissuras transversais							
Baixa		X		X			X
Media		X		X	X		X
Alta	X				X	X	X
Fissuras Longitudinais							
Baixa		X		X	X		
Media	X	X		X	X		
Alta	X				X	X	
Fissuras em bloco							
Baixa		X		X			X
Media						X	X
Alta					X	X	X

4.4.13 TRATAMENTO DE DEFEITOS SUPERFICIAIS

Na Tabela 17 estão indicadas as técnicas de tratamento de defeitos superficiais de fissuras em pavimentos asfaltados, incluindo buracos e remendos defeituosos.

Tabela 17: Tratamento de defeitos superficiais

Tipo de defeito e severidade	Tratamento					
	Remendos	Fog seal	Pintura selante	Revestimento duplo	Slurry seal	Micro-revestimento
Buracos						
Baixa	X					
Média	X					
Alta	X					
Remendos defeituosos						
Baixa						
Média	X					
Alta	X					
Defeitos superficiais						
Rodeiras						
Baixa	X				X	X
Média	X				X	X
Alta	X				X	X
Inchaços						
Baixa						
Média	X					
Alta	X					
Exsudação						
Baixa			X	X	X	X
Média			X	X	X	X
Alta			X	X	X	X
Polimento do agregado						
Baixa			X	X	X	X
Média			X	X	X	X
Alta			X	X	X	X
Resvalamento						
Baixa		X				
Média		X	X			
Alta	X		X		X	X

4.5 MÉTODOS CONSTRUTIVOS PARA O TRATAMENTO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFALTADOS

Nesta secção apresentam-se os métodos construtivos mais comuns para o tratamento de defeitos em pavimentos asfaltados, no contexto da elaboração deste Manual. Recomenda-se a observância das regras de sinalização para trabalhos de manutenção indicadas no Anexo1.

4.5.1 REMENDOS E TRATAMENTO DE BURACOS

Os remendos são apropriados para reparar fissuras do tipo pele de crocodilo, buracos, remendos defeituosos ou cortes para atravessamento de serviços, ondulações, inchaços, depressões, fissuras por deslizamento e rodeiras.

Os três tipos de remendos de buracos são:

Permanente:	usado em pavimentos em boas condições e com uma expectativa de vida relativamente longa, sempre que houver recursos disponíveis para realizar o trabalho.
Semipermanente:	usado como uma medida proactiva para impedir que um pequeno buraco se transforme num defeito grave. O procedimento para remendos semipermanentes é semelhante ao remendo permanente, mas o pavimento não é cortado e a área remendada resultante não é rectangular.
Temporário:	usado quando é preciso remendar imediatamente um buraco que pode danificar os veículos, no entanto, não é realista fechar-se a estrada. Os remendos temporários também podem ser usados numa estrada que, de um modo geral, está em más condições, ou onde já esteja programada a colocação de um tapete novo ou uma reconstrução para breve.

A equipa de manutenção deve considerar a condição do pavimento, a expectativa de vida útil do pavimento e a disponibilidade geral de recursos ao determinar o tipo de remendo a usar. Além disso, os três elementos mais importantes para a aplicação adequada de remendos são:

- Utilizar materiais de alta qualidade para remendos, com uma boa relação custo-benefício, ao invés de usar produtos mais baratos. Os materiais de menor custo acabam por custar mais, porque são de pouca durabilidade.
- Compactar cada remendo, mesmo se o único recurso for um camião.
- Colocar - não despejar - material na área do remendo.

Métodos de construção

Para um remendo permanente de profundidade total, remova da área o material com defeito e substitua-o por betão asfáltico fresco. O procedimento recomendado para uma boa reparação permanente é:

1. Marque a área a ser corrigida, estendendo-se para fora da área afectada. O contorno deve ser rectangular, com dois lados em ângulo recto em relação à direcção do tráfego. Corte o contorno do remendo com uma serra, fresadora ou britadeira.
2. Escave a quantidade de pavimento necessária, incluindo a base granular e o subleito, para obter um apoio firme. Para que o remendo seja parte integrante do pavimento, a sua fundação deve ser pelo menos tão forte quanto o pavimento original. O equipamento de escavação apropriado inclui fresadoras, retroescavadoras e pás carregadoras. Para defeitos do tipo fissuras por deslizamento, o fresamento da camada superficial do asfalto pode ser a única opção viável. Para fissuras do tipo pele de crocodilo e buracos, remova a base granular fraca e os materiais das camadas inferiores enfraquecidas antes da substituição do revestimento.

As faces da escavação devem ser rectas, verticais e sólidas. Apare e compacte a base granular ou a camada inferior para estabelecer uma base firme. Aplique uma rega de colagem nas bordas verticais da escavação e uma rega de impregnação ou de colagem na base da escavação.

3. Preencha a escavação com betão asfáltico. Baldeie o material de remendo directamente do camião e coloque-o primeiro contra as bordas do buraco formatado. Espalhe o asfalto cuidadosamente para evitar a segregação. Evite puxar o material do centro do remendo para as bordas. Se for necessário mais material na borda, coloque-o ali e remova qualquer excesso. Use material suficiente para garantir que, após a compactação, a superfície do remendo esteja nivelada com o pavimento adjacente, não curvada ou deprimida.

A espessura máxima de elevação depende do tipo de asfalto e do equipamento de compactação disponível. Coloque as misturas a quente em camadas tão espessas quanto possível, para aumentar a retenção de calor e facilitar a compactação. Compacte muito bem cada camada do remendo. Após a compactação, a superfície do remendo deve estar ao mesmo nível do pavimento circundante.

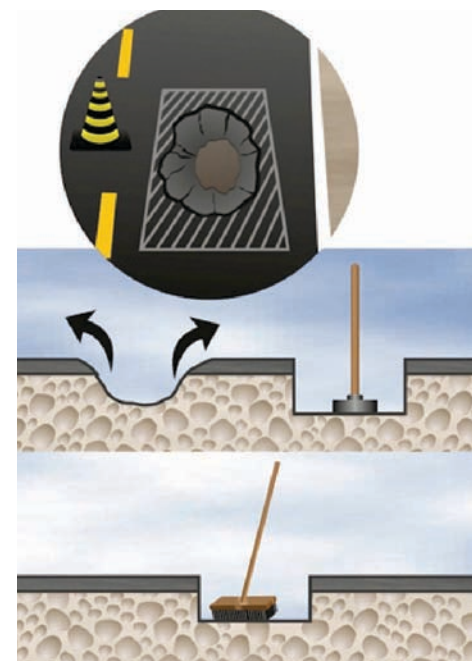


Figura 4-41: Etapa inicial de tapamento de buracos. Fonte: DNER

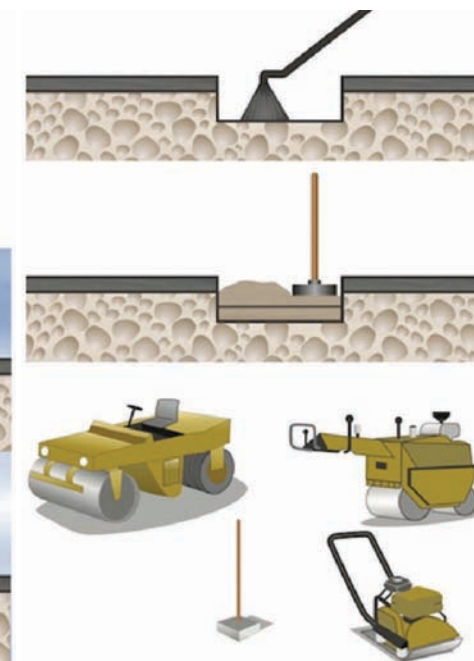


Figura 4-42: Etapa final de tapamento de buracos. Fonte: DNER

4.5.2 TRATAMENTO DE FISSURAS

Esta secção apresenta directrizes para reparação e fechamento de fissuras, especificações de selantes e práticas recomendadas. Abrange três tipos de tratamento de fissuras:

Selagem de fissuras:	Um método de tratamento localizado, usado para impedir que a água e os detritos entrem numa fissura. A selagem envolve soprar os detritos na fissura ou usar uma serra ou fresadora para criar um reservatório e depois encher com um selante. De um modo geral, as fissuras seladas têm menos de 19mm de largura. São conhecidas três abordagens diferentes que se enquadram nesta categoria: limpeza e selagem, serramento e selagem e fresagem e selagem. É habitual considerar a selagem de fissuras como parte do programa de manutenção preventiva de arruamentos. A selagem de fissuras em estradas asfaltadas ajuda a impedir que a humidade se infiltre na estrutura do pavimento. Como é sabido, a humidade enfraquece as camadas inferiores da estrutura do pavimento e é a principal causa da sua deterioração. Embora os benefícios da selagem de fissuras possam não ser óbvios imediatamente, serão evidentes vários anos depois, quando um pavimento selado mostra menos sinais de deterioração do que um pavimento não selado.
Enchimento de fissuras:	Difere da selagem, principalmente na preparação dada à fissura antes do tratamento e no tipo de selante utilizado. O enchimento de trincas costuma ser reservado para pavimentos mais desgastados, com fissuras mais amplas e aleatórias. As fendas geralmente são maiores do que 19mm.
Tratamento a toda a profundidade:	É um método de tratamento localizado para reparar fissuras que estão demasiado deterioradas para poderem beneficiar da selagem.

4.5.2.1 Selagem de fissuras: Limpar e selar

Descrição

Este método de tratamento de fissuras por selagem é usado em todos os tipos de fissuras. Envolve o uso de uma lança de ar quente ou ar comprimido para soprar os detritos na fenda e depois enchê-la com um selante.

Não confundir selagem com enchimento de fissuras. O enchimento é normalmente feito com uma emulsão asfáltica ou betão asfáltico, não fecha as fissuras da infiltração de água. Em vez disso, reduz a quantidade de água e de material incompressível que entra na estrutura do pavimento. Como o material de enchimento endurece rapidamente, a maioria das

operações de enchimento de fissuras deve ser repetida anualmente para ser eficaz.

Momento da intervenção

Usar o método de limpar e selar as fissuras enquanto ainda são estreitas para se tornar mais económico.

Propósito

Reduzir ou impedir que água e material incompressível entrem na estrutura do pavimento, o que pode enfraquecer o material da base e impedir que o pavimento se expanda e contraia livremente.

Condição do Pavimento Existente

Necessita de uma superfície nova ou recentemente reabilitada sobre uma base sólida, com uma boa secção transversal e um bom suporte lateral. Os defeitos superficiais visíveis podem incluir fissuras longitudinais ou transversais com poucas ou nenhuma fissuras secundárias ou desgaste na face da fissura.

Métodos de Manutenção

Limpar e secar todas as fissuras com ar comprimido antes do tratamento.

Restrições

As fissuras só podem ser seladas quando a temperatura da superfície da estrada for superior a 10° C. A selagem de fissuras não pode ser feita nos primeiros três dias após uma chuva intensa no local, a menos que instruído de outra forma pelo Fiscal.

O Empreiteiro deve ter em conta que uma única aplicação de selante em fissuras é geralmente insuficiente e que a aplicação terá que ser repetida.

Controlo de tráfego

Reencaminhe o tráfego até que o material selante esteja curado. Se o pavimento tiver que ser aberto ao tráfego imediatamente após a selagem, proteja o selante contra a passagem de pneus, cobrindo levemente o material com areia fina.

Desempenho e vida útil previstos

Se essa técnica for executada no momento certo, prevê-se que possa durar três anos antes de quantidades substanciais do selante começarem a retirar os lados da fissura. Embora o selante possa já não estar a impedir a entrada de água e material incompressível na estrutura do pavimento, pode ainda estar a reduzir substancialmente a infiltração e a prolongar a vida útil do pavimento.

Limitações

Para manter a superfície do pavimento selada, repetir este tratamento durante toda a vida útil do pavimento. É importante lembrar que quantidades excessivas de selante na superfície podem reduzir o atrito do pavimento.

Precauções

A humidade inibirá a ligação do material selante às paredes da fissura.

4.5.2.2 Selagem de fissuras: Fresar e Selar

Descrição

Este método é usado em fissuras transversais e longitudinais. Envolve o uso de uma fresa ou rebarbadora para criar um reservatório centrado sobre as fissuras existentes, enchendo-as depois com um selante. Esse procedimento reduz ou impede que água e material incompressível entrem na estrutura do pavimento, o que pode enfraquecer o material da base e impedir que o pavimento se expanda e contraia livremente.

Momento de aplicação

Executar este método no início da vida do pavimento para se ter sucesso. Se as fissuras estiverem muito deterioradas ou muito largas, não as sele. Em vez disso, como alternativa de reparação, considere o método de enchimento, tapamento com lama asfáltica, ou fresar a fissura e encher.

Propósito

Reduz ou impede que água e material incompressível entrem na estrutura do pavimento, o que pode enfraquecer o material da base e impedir que o pavimento se expanda e contraia livremente.

Condição de Pavimento Existente

Recomenda-se a sua aplicação em superfícies novas ou recentemente reabilitadas, sobre uma base firme, com uma boa secção transversal e um bom suporte lateral. As anomalias visíveis da superfície podem incluir fissuras longitudinais ou transversais com pouca ou nenhuma fenda secundária ou ondulação na face da fissura.

Métodos de execução

Recomenda-se a execução de um reservatório quadrado com 19 mm de lado, mas o tamanho pode ser ajustado em função do material selante. Nivelar o selante com uma camada de sobreposição de 19mm. Fazer uma segunda passagem com mais selante.

A exigência de uma camada de sobreposição é aceitável; no entanto, tenha em consideração o tráfego de motocicletas. Quando as fissuras longitudinais são seladas, especialmente nas curvas, os pneus podem escorregar ao transitar sobre a camada de sobreposição. Isto pode ser muito perigoso e deve ser considerado ao selar fissuras longitudinais nas curvas. (Ver a Figura 4-1 na página 28.)

Limitações sazonais

É melhor aplicar quando as temperaturas são moderadamente baixas, como no tempo seco.

Controlo de tráfego

Redireccione o tráfego até que o material selante esteja curado. Se o pavimento tiver que ser aberto ao tráfego imediatamente após a selagem, proteja o selante contra a passagem de pneus, cobrindo levemente o material com areia fina.

Limitações

Para manter a superfície do pavimento selada, repetir este tratamento durante toda a vida útil do pavimento. Quantidades excessivas de selante na superfície podem reduzir o atrito do pavimento.

Precauções

A humidade inibirá a ligação do material selante às paredes da fissura.

4.5.2.3 Enchimento de fissuras

Descrição

O enchimento de fissuras difere da selagem, principalmente na preparação que é dada à fissura antes do tratamento e no tipo de material utilizado. Enquanto a selagem é utilizada principalmente em pavimentos mais recentes, que contêm fissuras bastante estreitas, o enchimento costuma ser reservado para pavimentos mais gastos, com fendas mais amplas e aleatórias.

Momento de intervenção

Feito principalmente em pavimentos velhos com fissuras mais largas.

Propósito

O enchimento de fissuras não impede que água e incompressíveis entrem na fissura da mesma forma que os selantes. Em vez disso, reduz a quantidade de água e incompressíveis que entra na fissura e também reveste as bordas da fissura, reduzindo a taxa de oxidação.

Condição do Pavimento Existente

Pavimentos mais velhos com fissuras de severidade elevada.

Métodos de execução

A preparação é mínima e geralmente consiste em soprar os detritos soltos da fenda com ar comprimido. Em alguns casos, é preciso usar uma lança de ar quente para limpar e secar a fissura antes de aplicar o material de enchimento.

Limitações sazonais

Pode ser feito o ano todo. Geralmente recomenda-se este tipo de manutenção durante o tempo frio, quando as fissuras estão quase totalmente abertas.

Controlo de tráfego

As fissuras podem ser preenchidas sem interromper o trânsito, desde que se tomem as devidas precauções em relação aos trabalhadores. Permitir o tráfego nas áreas reparadas assim que estas estiverem livres de trabalhadores e equipamentos de manutenção.

Limitações

O enchimento de fissuras não impede a infiltração de água no pavimento, mas reveste as bordas das fissuras existentes para evitar a oxidação.

4.5.3 MATERIAIS PARA TRATAMENTO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFALTADOS

4.5.3.1 Definições

Apresenta-se, de seguida, o significado de alguns termos de materiais usados no tratamento de pavimentos asfaltados para uma consulta prática. Eventualmente, alguns termos poderão estar repetidos neste documento.

Asfalto - 1)	Material aglutinante de consistência variável, cor pardo-escuro ou negra, no qual o constituinte predominante é o betume, podendo ocorrer na natureza em reservas, ou ser obtido pela refinação do petróleo. 2) Termo usado em alguns países (Alemanha, Austrália, por exemplo) para designar uma mistura natural ou artificial de betume com materiais inertes.
Betume	Mistura de hidrocarbonetos pesados, obtidos em estado natural ou por diferentes processos físicos ou químicos, com seus derivados, de consistência variável e com poder aglutinante e impermeabilizante, sendo completamente solúvel no bissulfeto de carbono (CS ₂).
Emulsão	Sistema em equilíbrio estável de dois líquidos não miscíveis, separados um do outro, ou de um sólido, finamente subdividido, e um líquido.
Emulsão Asfáltica (betuminosa)	Dispersão de glóbulos de asfalto em água ou dispersão de glóbulos de água em asfalto, por ação de um agente emulsificante.
Emulsão Asfáltica Aniônica	Sistema constituído pela dispersão de uma fase asfáltica numa fase aquosa, ou então de uma fase asfáltica, apresentando carga negativa de partícula.
Emulsão Asfáltica Catiônica	Sistema constituído pela dispersão de uma fase asfáltica numa fase aquosa, ou então de uma fase asfáltica, apresentando carga positiva de partícula.
Impregnação betuminosa	Tratamento que consiste no espalhamento de um aglutinante betuminoso muito fluído para assegurar a coesão dos elementos granulares próximos da superfície. Esta coesão resulta da entrada, por capilaridade, do aglutinante na camada tratada.
Ligante	Material que serve para revestir as partículas de agregado, assegurando a sua coesão.
Ligante betuminoso	Material adesivo contendo betume, que pode estar sob a forma de não modificado, modificado, oxidado, fluidificado, fluxado ou emulsionado.
Rega de colagem	Camada de aglutinante betuminoso espalhado, com a função de assegurar a adesão de duas camadas consecutivas de um pavimento com misturas betuminosas.

4.5.3.2 Materiais para impregnação

O material mais usado no nosso país é o MC30. Porém, pode também usar-se o MC 10.

MC 30 é um primário de uso geral, adequado para a preparação da maioria das camadas da base dos pavimentos. Deve ser aquecido a uma temperatura de 50 a 60°C antes da aplicação.

MC 10 é um primário de baixa viscosidade, adequado para a impregnação de bases densas estabilizadas. Requer pouco ou nenhum aquecimento antes da aplicação.

4.5.3.3 Materiais para rega de colagem

A rega de colagem comumente usada em Moçambique é o betume de grau de penetração 70/100. É usado na construção de revestimentos superficiais como rega de colagem, assim como rega de penetração. É também usado como betume base para o fabrico da maior parte das emulsões e ligantes modificados com polímeros.

4.5.3.4 Tipos de emulsão asfálticas

Na região da SATCC são conhecidas as seguintes emulsões aniónicas e catiónicas:

Aniónicas

- *Anionic Stable Grade 60%, SS60*

Catiónicas

- *Cationic Spray Grade 60, 65 & 70% (CRS 60, 65 & 70)*
- *Cationic Premix Grade 60 & 65% (CMS 60 & 65)*
- *Cationic Stable Grade 60% (CSS 60)*

Uso

- As emulsões do tipo Stable Grade, de endurecimento lento (SS), são utilizadas no fabrico de lamas asfálticas, de massas asfálticas densas a frio para remendos, em solo estabilizado, e podem servir como rega de colagem para massas asfálticas a quente.
- As emulsões do tipo Spray Grade, de endurecimento rápido (RS), são utilizadas na construção de revestimentos superficiais e são também usadas em aplicações com massas asfálticas a quente.
- As emulsões do tipo Premix Grade, de endurecimento médio (MS) são usadas no fabrico de massas asfálticas a frio de granulometria aberta, para remendos.

4.5.3.5 Betumes modificados com polímeros

O betume convencional de grau de penetração tem certas limitações, tais como baixa susceptibilidade à temperatura e fragilidade excessiva a baixas temperaturas. Os ligantes modificados têm a capacidade de oferecer melhor desempenho em relação aos ligantes convencionais, como:

- Maior consistência;

- Susceptibilidade à temperatura reduzida;
- Maior rigidez e coesão;
- Maior flexibilidade, resiliência e resistência;
- Melhor adesão do aglutinante agregado;
- Maior resistência ao envelhecimento em serviço.

Uso

Os betumes modificados com polímeros devem ser aplicados em condições típicas tais como:

Selagem de superfícies

- Em áreas com muito tráfego e sujeitas a altas pressões, como em inclinações íngremes, cruzamentos e curvas apertadas;
- Em áreas com grandes variações diárias de temperatura ou altas temperaturas por longos períodos;
- Como camada intermediária de membrana absorvente de tensões (SAMI);
- Para vedar superfícies fissuradas (fissuras <3 mm) sem pré-tratamento;
- Em aplicações de microrrevestimentos colocados em camadas espessas (por exemplo, preenchimento de rodeiras);
- Quando for necessária maior durabilidade.

Em massas asfálticas a quente

- Em pavimentos altamente flexíveis;
- Em áreas de alta tensão, como rampas íngremes, intersecções e curvas apertadas;
- Em bases asfálticas sujeitas a cargas elevadas sob tráfego lento;
- Em áreas sujeitas a derramamento de combustível;
- Em misturas de granulometria aberta que requerem um filme de espessura elevada;
- Em áreas onde são necessárias camadas de recarga finas.

Tipos diferentes de polímeros

O betume modificado com borracha fragmentada costumava ser o material mais popular para a selagem de fissuras, no entanto, devido à sua vida útil limitada e à alta temperatura de aplicação, este produto foi amplamente substituído pelos betumes modificados "Styrene Butadiene Rubber latex" (SBR) e "Styrene Butadiene Styrene" (SBS). Os selantes de fissuras aplicados a frio são baseados em emulsão de betume que foi modificada com cargas minerais e látex SBR, enquanto os selantes aplicados a quente usam o polímero SBS como modificador primário.

A Colas, fabricante de produtos betuminosos da África de Sul, apresenta dois produtos comerciais para a selagem de fissuras: o Colseal e o Colflex C.

O Colseal é um filler mineral, de emulsão betuminosa, aplicada a frio, modificada, com uma percentagem elevada de látex SBR. É adequado para selar fissuras de média actividade, com largura inferior a 5 mm. O produto pode ser aplicado frio e diluído em água, se necessário.

O Colflex C é um betume de grau de penetração modificado, com uma percentagem elevada de polímero SBS. O produto deve ser aquecido a uma temperatura de 160° C antes da aplicação. É adequado para selar fissuras de média a alta actividade, com uma largura de 5 a 15 mm.



Figura 4-43: Colseal.
Fonte: Colas

Figura 4-44: Colflex C.
Fonte: Colas

4.6 MÉTODOS CONSTRUTIVOS PARA A MANUTENÇÃO DE ESTRADAS NÃO REVESTIDAS

De acordo com Alzubaidi, citando o "Road maintenance-roads free from snow and ice" (1992), o que é de interesse, no contexto da operação e manutenção de estradas de terra, é principalmente a forma transversal da faixa de rodagem. Não há nenhuma outra medida que seja tão crítica para a sua condição de conservação e custos como a correcção da forma da estrada na direcção transversal, ou seja, o abaulamento e sobrelevação. Todas as outras medidas, como reciclagem de agregados, recarga, abertura de valetas, etc., serão de pouca utilidade se, após o nivelamento, a estrada permanecer plana, sem abaulamento e sobrelevação suficiente. O abaulamento e a sobrelevação são corrigidos por meio de nivelamento profundo. Uma estrada de terra com a forma errada é facilmente esburacada pela chuva, enquanto que uma estrada com a forma correcta, onde a água é drenada rapidamente, resiste a várias chuvas intensas, antes de ser necessária mais uma operação de nivelamento. Para uma melhor percepção do conceito de manutenção de uma estrada não revestida, recomenda-se a recapitulação das componentes básicas da secção transversal de uma estrada não revestida, conforme ilustra a figura. O objectivo desta ilustração é mostrar o conceito da pendente transversal e drenagem longitudinal, e não necessariamente a estrutura do pavimento, que pode variar em ambiente urbano ou com o tipo de serviço a prestar pela estrada.

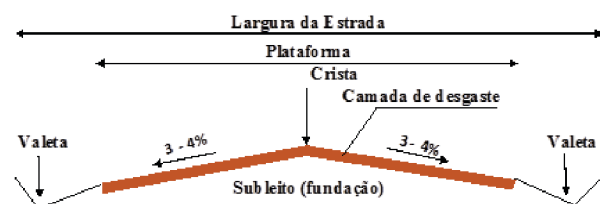


Figura 4-45: Exemplo de secção de tipo de estrada não revestida

Os princípios básicos de uma boa estrada não revestida são:

Um bom perfil transversal;
- sem ele, não haverá uma boa drenagem!

Uma boa drenagem;
- sem ela não haverá uma boa secção transversal!

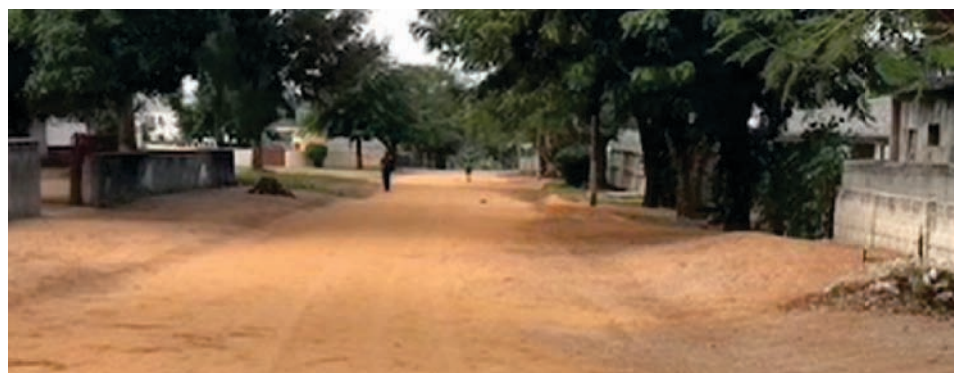


Figura 4-46: Exemplo de estrada urbana não revestida com secção transversal bem definida

A regularização de estradas não revestidas pode ser dividida em três tipos de operações: nivelamento ligeiro, nivelamento moderado e nivelamento pesado, sendo que o primeiro tipo faz parte da manutenção de rotina e os últimos da manutenção periódica. Existem vários tipos de equipamentos que podem ser usados na manutenção de estradas não revestidas, no entanto, o mais versátil de todos a Motoniveladora. Por isso, são apresentados neste manual alguns conceitos básicos sobre a operação de uma motoniveladora.



Figura 4-47: Motoniveladora

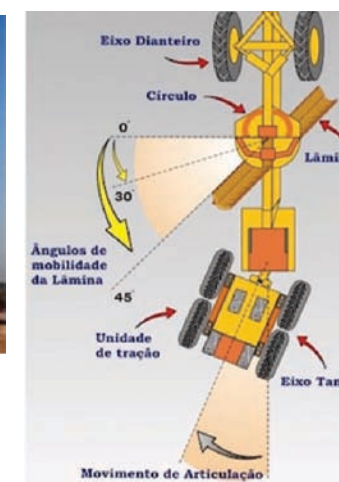


Figura 4-48: Componentes de uma motoniveladora articulada.
Fonte: Baesso e Gonçalves

Um dos componentes chave da motoniveladora é a lâmina, ilustrada em corte na Figura 4-49. Consiste numa placa de metal curva, com comprimento de 3 a 5 m. O uso da lâmina niveladora é ilustrado nas Figuras 4-50, 4-41 e 4-52. A sua acção depende do ângulo de inclinação da lâmina. O passo correcto dependerá do tipo e dureza do material que está a ser trabalhado. Por exemplo, para nivelar solos granulares soltos, a lâmina é ajustada com a lâmina vertical ou com o topo ligeiramente para frente. Para cortar uma camada de solo coeso (por exemplo, aparando um subleito), a lâmina é ajustada com o topo inclinado para trás. Ao aparar um material granular compactado (por exemplo, um saibro da camada de desgaste), o topo da lâmina é inclinado para frente. O ângulo horizontal da lâmina é de cerca de 30–45°.

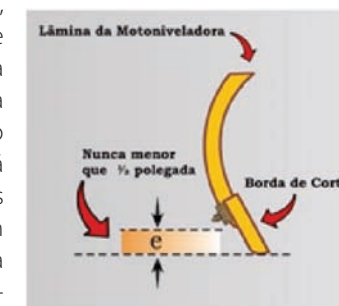


Figura 4-49: Componentes de uma lâmina.
Fonte: Baesso e Gonçalves



Figura 4-50: Posição da lâmina para espalhamento.
Fonte: Baesso e Gonçalves

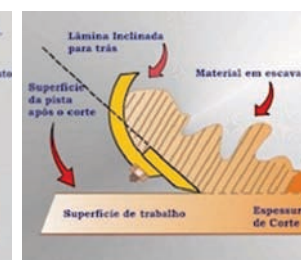


Figura 4-51: Posição da lâmina para corte.
Fonte: Baesso e Gonçalves



Figura 4-52: Posição da lâmina para mistura.
Fonte: Baesso e Gonçalves

4.6.1 NIVELAMENTO LIGEIRO

O nivelamento ligeiro está inserido nas operações de manutenção de rotina de estradas não revestidas. É, essencialmente, um processo de alisamento para restaurar a qualidade da estrada e, se não for feito no momento adequado, o tratamento pode durar pouco. Consiste num corte inicial com lâmina niveladora de 25 mm para enrolar o material para posterior espalhamento. Recomenda-se que o nivelamento ligeiro seja realizado quando as condições climáticas estiverem adequadas, como logo após a chuva, isto é, quando o saibro está húmido. Em tempo seco, pode ser necessário regar o material para reduzir a poeira e melhorar a trabalhabilidade.

Normalmente, as operações de nivelamento devem iniciar com uma passagem da lâmina pela valeta não só para limpá-la e garantir o fluxo de água, como para extrair os finos da estrada que ali estão depositados. Este material é então misturado com o agregado solto espalhado pela estrada. Em alguns casos, os operadores da motoniveladora, a fim de encontrarem finos suficientes para adicionar ao agregado solto, vão muitas vezes além da formação da estrada, ganhando solo das bermas. O uso dessa prática por um período prolongado tem o efeito adverso de alargar a estrada muito além do exigido. Isso leva a custos de manutenção mais elevados no futuro, devido à maior largura da estrada para nivelar e efectuar recargas.

A acção de arrastar e rolar, criada pela curva da lâmina da motoniveladora, ajuda a compactar a superfície da estrada conforme vai sendo laminada. A velocidade da lâmina dependerá da motoniveladora, da pressão dos pneus e das condições da superfície da estrada. Ir muito rápido fará com que a motoniveladora salte, impossibilitando um bom trabalho. A lâmina deve ser inclinada para frente para obter um arrasto em vez de uma acção de corte, conforme ilustrado na Figura 4-53.



Figura 4-53: Posição da lâmina para nivelamento ligeiro.
Fonte: USDT

A lâmina deve estar inclinada cerca de 30 a 45° para espalhar o material solto para o centro da estrada ou inclinam-se levemente as rodas dianteiras cerca de 10 a 15° na vertical na direcção em que o agregado rola pela lâmina, como ilustrado na Figura 4-54 e 4-55. Devem ser reparados todos os locais com pequenos defeitos, como buracos, áreas com rodeiras, áreas de drenagem superficial pobre, e fazer-se a limpeza de sanjas e outros dispositivos de drenagem. Recomenda-se que haja sempre uma pá disponível.

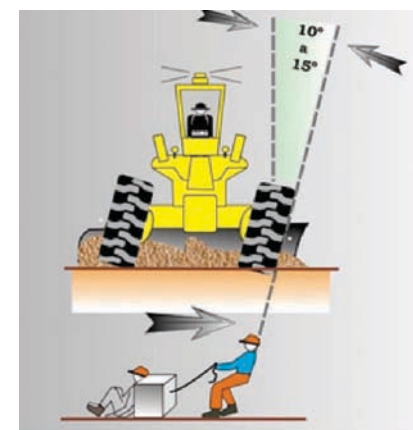


Figura 4-54: Esquema do princípio das rodas dianteiras inclinadas.
Fonte: Baesso e Gonçalves



Figura 4-55: Operador a aplicar o princípio das rodas inclinadas



Figura 4-56: Operação de espalhamento com motoniveladora articulada

Independentemente do tipo de nivelamento definido para fazer a manutenção de uma estrada, o espalhamento dos solos só deve iniciar quando estiver formada uma leira, com material suficiente e homogeneizada.

Na fase de conclusão, as operações de alisamento devem garantir que a superfície da estrada fique moldada com um abaulamento de 4-6% nas secções rectas e uma pendente transversal uniforme em toda a formação (ou seja, de ponta a ponta) em curvas sobrelevadas. Onde isso não for possível, pode ser necessário um nivelamento moderado ou pesado para restaurar a forma adequada da estrada.

4.6.2 NIVELAMENTO MODERADO

O nivelamento moderado (possivelmente com o uso da borda de corte da lâmina) é realizado quando os defeitos de superfície estão próximos do nível de tolerância (e mais graves do que quando o nivelamento ligeiro é realizado), mas não são tão profundos que justifiquem a escarificação do pavimento e bermas. Os outros pré-requisitos são:

- o abaulamento da estrada a ser intervencionada deve ser geralmente satisfatório; e
- a espessura da camada de desgaste existente é 50 mm ou mais sem vestígios do subleito à superfície.

O nivelamento moderado consiste num corte inicial de 50 mm para revolver uma quantidade de saibro suficiente, a fim de permitir que uma camada de espalhamento reverso de pelo menos 50 mm (ou duas vezes e meia o tamanho nominal do cascalho da camada, o que for maior) seja regada e compactada. Devem ser usados espalhadores de água e compactadores lisos.

Para o nivelamento moderado, o uso de dentes conectados à borda cortante da lâmina (Figura 4-57) é benéfico em muitas estradas de saibro, pois tem a capacidade de escarificar levemente a superfície (até cerca de 50 mm de profundidade) para corrigir pequenas deformações e destacar os finos, o que ajuda a desenvolver uma mistura melhor com o agregado solto, do que apenas o uso de uma lâmina normal. Com o uso de um rolo livre acoplado à motoniveladora, e com as condições de humidade adequadas, um operador apenas consegue obter um acabamento da estrada com padrão razoável.



Figura 4-57: Lâmina dentada

Deve notar-se que onde o tamanho do agregado é maior do que o espaçamento entre as brocas da lâmina, as pedras grandes serão arrastadas pela lâmina e não fornecerão a mistura necessária. Como consequência, os rolos livres, embora forneçam um nível de compactação, não atingirão a compactação máxima.

A Tabela E 1 mostra uma sequência de nivelamento para restaurar a forma da estrada de uma superfície plana até ao abaulamento desejável com seis passagens da niveladora. Isto é conseguido usando os materiais da camada de desgaste assoreados nas valetas para restaurar a forma da estrada a um abaulamento desejado. Para estradas mais estreitas (<5 m), e/ou estradas em meio urbano sem valetas, esta operação pode ser feita com apenas 4 passagens de niveladora.

A Figura 4-58 mostra o nível de superfície existente (azul) e o perfil desejado (preto) e as várias posições da motoniveladora para restaurar a forma e o perfil. As Tabelas 18 e 19 mostram a sequência para atingir a forma desejada por meio de seis passagens de niveladora.

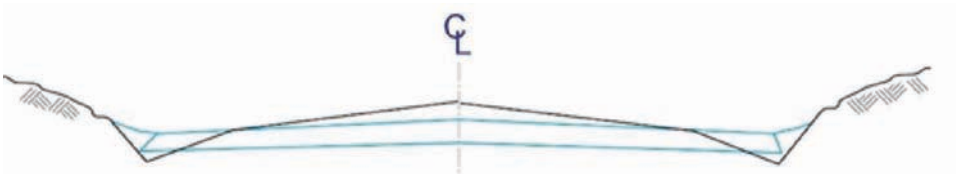
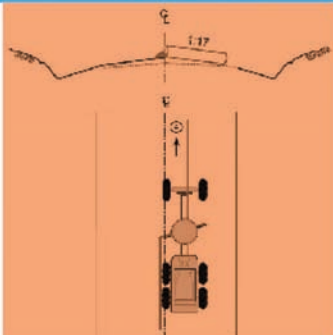
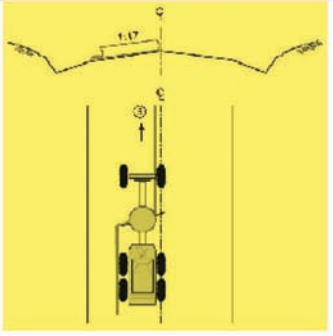
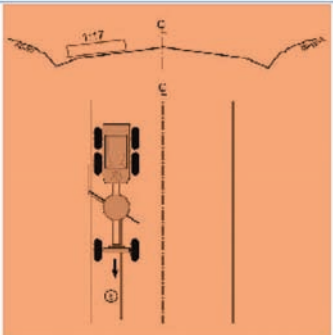


Figura 4-58: Perfil existente (azul) e perfil desejado (preto)

Tabela 18: Fases 1, 2 e 3 do nivelamento moderado.
Fonte: ARRB

Passada nº	Forma da estrada	Ilustração
1		
2		
3		

Tabela 19: Fases 4, 5 e 6 do nivelamento moderado (continuação).
Fonte: ARRB

Passada nº	Forma da estrada	Ilustração
4		
5		
6		

4.6.3 NIVELAMENTO PESADO

O nivelamento pesado, também conhecido por reconformação da superfície, é realizado se existirem uma ou mais das seguintes condições:

- A natureza e a profundidade dos defeitos superficiais são graves e excedem os níveis de tolerância;
- O formato da estrada é inadequado, não está em conformidade com as pendentes transversais especificadas exigidas para drenagem, e/ou possui poças de água no lado interno das curvas;
- A profundidade da camada de desgaste é variável e, embora uma nova camada não seja necessária, há lugares onde é necessário repor material da camada de desgaste.



Figura 4-59: Secção de estrada sem geometria adequada e sem drenagem

O nivelamento pesado consiste em escarificar e restaurar a formação para corrigir o perfil, com a adição de até 100 mm de espessura de saibro da camada de base, à qual pode ser adicionada uma camada de desgaste. Tal como acontece com o nivelamento moderado, devem ser usados um espalhador de água, um tambor de aço e rolos compactadores lisos. Durante a reconformação, deve tomar-se cuidado para evitar qualquer mistura do subleito com o saibro, já que isto pode levar a um pavimento com qualidade inferior.

Para todas as actividades de nivelamento (ligeiro, moderado e pesado), o nivelamento deve ser realizado trabalhando a partir das bordas externas em direcção ao eixo com um abaulamento de 4-6%, retendo uma crista em secções rectas e mantendo a sobrelevação da borda de uma berma à outra nas curvas. No lado interno das curvas, o intradorso, é importante manter o nível das bermas elevado e evitar que a água toque na borda das bermas. Do lado de fora das curvas, o extradorso, a sobrelevação deve continuar até à borda da faixa de rodagem e não ser capotada com perda de material e redução da segurança. Em hipótese alguma deverá haver uma passagem final no centro da estrada com uma lâmina horizontal para remover a crista.

Quando for necessário tratar da drenagem, juntamente com a reconfiguração, as valetas devem ser limpas à lâmina, onde for acessível, para permitir o fluxo livre para os aquedutos e outras saídas. As valetas devem estar 0,5–1,0 m abaixo do nível das bermas. As outras saídas e sanjas também devem ser limpas para permitir que a água seja escoada para longe da estrada.

O conjunto de operações necessárias para a reconfiguração de uma estrada está ilustrado nas figuras XX, que se seguem, onde os trabalhos de nivelamento são divididos em duas etapas de duas fases cada.

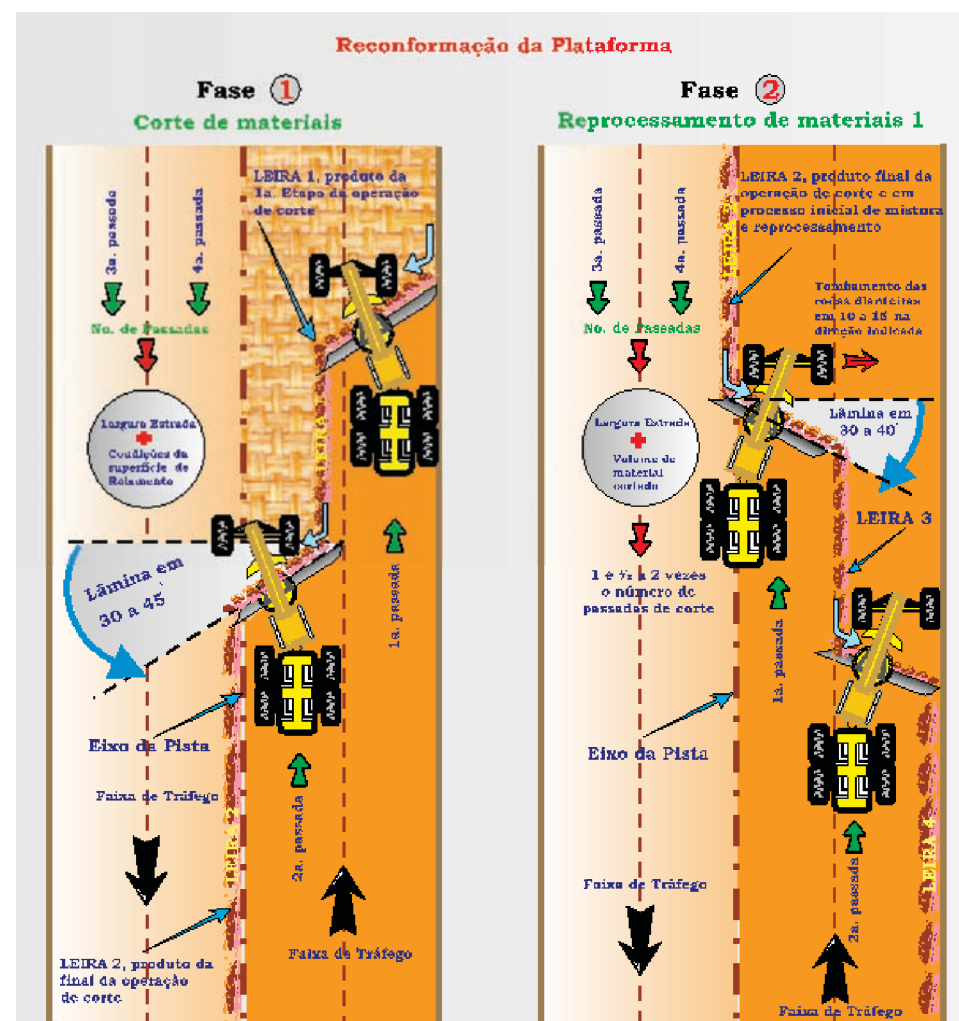


Figura 4-60: Fases 1 e 2, da Etapa 1, para a reconfiguração de uma estrada.
Fonte: Baesso e Gonçalves

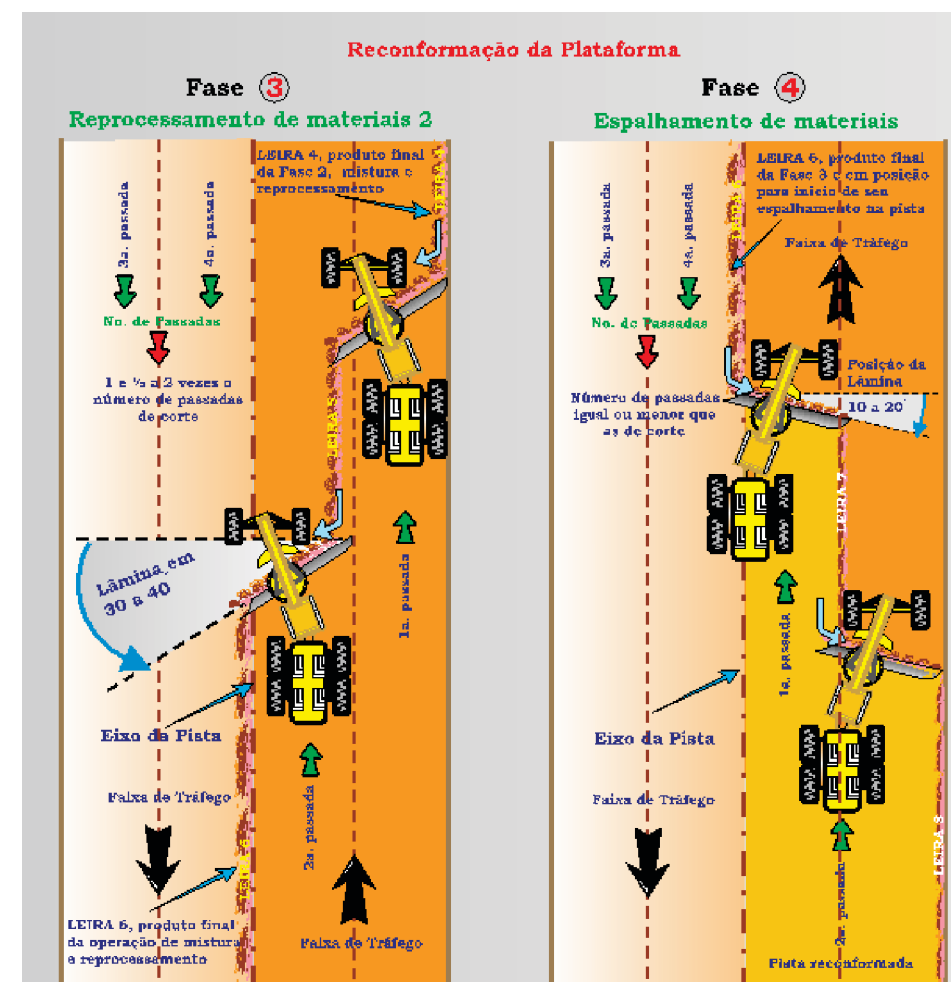


Figura 4-61: Fases 3 e 4, da Etapa 2, para a reconfiguração de uma estrada.
Fonte: Baesso e Gonçalves

Neste tipo de nivelamento, torna-se necessária uma nova camada quando o saibro na camada de base é insuficiente para proteger o subleito, ou a camada de desgaste é insuficiente para cobrir áreas pedregosas ou esburacadas da base pelo nivelamento. A espessura da nova camada deve ser de 100 mm compactada, e deve ser colocada numa única camada.

O trabalho inicial é preparar o subleito, modelando de uma extremidade à outra, para formar uma superfície paralela ao nível acabado pretendido. A pendente transversal do subleito deve ser de 4 a 6% em secções rectas e correctamente moldada em curvas com sobrelevação.

Antes de colocar o saibro importado, o subleito moldado deve ser escarificado e compactado com rolo liso, adicionando água, conforme necessário, até que não haja deflexão visível sob o rolo.

Depois de espalhar o material, a compactação deve começar com um rolo compactador liso, começando na berma externa (berma inferior se sobrelevada). A sobreposição para passagens sucessivas do rolo liso deve ser de 500 mm ou 30% da largura do rolo, o que for maior. Devem evitar-se curvas bruscas com o rolo, bem como mudanças repentinas de direcção. Após a compactação inicial de pelo menos três passagens com este rolo, a superfície deve ser aparada, regada e finalizada, com pelo menos duas passagens de um rolo pneumático. Prevê-se que o padrão do nivelamento acima seja suficiente, desde que o teor de humidade durante a operação seja igual ou ligeiramente acima do óptimo. No entanto, deve ser estabelecido rapidamente um padrão de nivelamento satisfatório e o processo mantido para o restante do trabalho.

Na fase de conclusão, a superfície deve estar sólida e estanque e não apresentar deflexão visível sob o equipamento de compactação. A espessura do pavimento deve ser conferida, na presença do Fiscal, a intervalos de 200 m, ou inferior, a fim de verificar se foi alcançada uma espessura uniforme, e os resultados devem ser inseridos no sistema de gestão de manutenção.







5

USO E PRESERVAÇÃO DE
ESTRADAS MUNICIPAIS

5. USO E PRESERVAÇÃO DE ESTRADAS MUNICIPAIS

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O uso e a preservação de estradas municipais é um tema de difícil abordagem, porque, por um lado, tem a ver com a qualidade do produto oferecido pelas instituições de tutela das vias rodoviárias municipais e, por outro lado, com o comportamento cívico dos utentes.

Com o crescente aumento demográfico dos centros urbanos, e consequente aumento do parque automóvel, é frequente depararmo-nos com situações em que as vias outrora funcionais deixaram de o ser, daí a necessidade de se converterem vias de duplo sentido em um único sentido para sanar problemas de congestionamento de tráfego e estacionamento. A falta de espaços em largura para o correcto dimensionamento geométrico das vias urbanas para se acomodar não só o tráfego, como o estacionamento e os depósitos de lixo, virou um problema crónico.

Pese o facto da concepção desajustada da realidade de certas vias municipais, o certo é que a maior parte dos problemas relacionados com o mau uso das estradas tem a ver com práticas menos recomendadas dos utentes da via pública e ocupações adjacentes. Por outro lado, a fraca capacidade de fiscalização dos municípios e de uma actuação efectiva por parte dos agentes da lei e ordem concorre para a não observância das regras de uso estabelecidas.

5.2 INSTRUMENTOS LEGAIS

As posturas camarárias de cada Município e o Decreto no 109/2014 de 31 de Dezembro, Regulamento de Uso de Estradas e Suas Zonas de Protecção, constituem os instrumentos legais que estabelecem regras para o uso das estradas e serventias. Estes documentos incluem também as penalizações previstas por lei para os danos causados devido ao mau uso das estradas.

5.3 RECOMENDAÇÕES

Está visto que as penalizações por si só não constituem um modo efectivo de atenuar o mau uso do equipamento público, tanto mais que com os meios disponíveis não é possível fazer-se vigilância com uma cobertura total das áreas municipais para identificar os prevaricadores. O uso e preservação do equipamento público, no seu geral, é um assunto de comportamento cívico complexo e requer que seja tratado com a magnitude que merece. As multas ajudam a minimizar os danos causados devido ao mau uso, contudo, é necessário ir ao fundo do problema e identificar causas e motivações para tais ocorrências. Por exemplo, cada município deve fazer um registo dos acidentes de viação para que, com uma base de dados sólida, possa chegar a conclusões sobre as causas e, eventualmente, tomar medidas relacionadas com a redução de velocidade nos locais críticos e adequar as posturas camarárias.

Nesta secção, estão incluídas fotografias que reportam acções que concorrem para a danificação das estradas urbanas, que vão desde a destruição causada pelos motoristas até à falta de manutenção pelas autoridades de tutela, bem como acções de má conduta na serventia das estradas.



Figura 5-1: Destruição de postes de iluminação



Figura 5-2: Estacionamento indevido



Figura 5-3: Consequência do estacionamento indevido

Figura 5-4: Derrame de betão sobre o pavimento



Figura 5-5: Ausência de manutenção



Figura 5-6: Falta de intervenção atempada das instituições de tutela dos serviços



Figura 5-7: Depósito de lixo na via



Figura 5-8: Esgoto doméstico sobre a via



Figura 5-9: Destruição de sarjeta



Figura 5-10: Solução técnica para evitar destruição



Figura 5-11: Ausência de manutenção





6. BIBLIOGRAFIA

- ANE Manual de melhoramentos localizados, TRL Limited, UK, 2006
- ARRB Roads Materials Best Practice Guide, Australia Government, Department of Infrastructures, Transport, March 2020
- ARRB Sealed Roads Best Practice Guide, Australia Government, Department of Infrastructures, Transport, March 2020
- ARRB Unsealed Roads Best Practice Guide, Australia Government, Department of Infrastructures, Transport, March 2020
- ASTM D 6433-07 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys
- Austroads GTP Part 5 Pavement Evaluation and Treatment Design. Sydney 2019
- Austroads GTP Part 4 Pavement Materials. Sydney 2019
- Austroads GTP Part 7 Pavement Maintenance. Sydney 2009
- Austroads GTP Part 8 Pavement Construction. Sydney 2009
- Baesso e Gonçalves Estradas Rurais: Técnicas Adequadas de Manutenção. Frianópolis, DER, 2003
- DER/SP Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais, Volume II, Conservação, São Paulo 2012
- DNER Glossário de Termos Técnicos Rodoviários, Ministério dos Transportes, DNER, Rio de Janeiro 1997;
- DNIT Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, Volume 10 - Conteúdo 08 - Manutenção e Conservação Rodoviária, Brasília 2017
- DNIT Manual de Conservação Rodoviária, IPR-170 DNIT, Rio de Janeiro, 2005
- DNIT Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, IPR – 720, Rio de Janeiro, 2006
- Karim, M. A, et al The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen, University of Adem, Yemen, 2016
- Fattori, B.J. Manual para manutenção de estradas com revestimento primário, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Porto Alegre, 2007

- Gonçalves, F.P O Diagnostico e a Manutenção dos Pavimentos (Notas de Aula), Outubro, 1998
- Lucas et al Avaliação Superficial de Pavimentos Asfálticos em Vias Urbanas de Palmas/TO utilizando o Método do PCI (Pavement Condition Index), 9º Seminário de Iniciação Científica, Campus de Palmas, 2013
- Marcia et al Avaliação Superficial de Pavimentos Asfálticos em Vias Urbanas utilizando o método do PCI, EPUSP, São Paulo, 1998
- Merighi, J.V. et al Construção de pavimentos, [http://www.ufsm.br/engcivil/Material Didático/TRP1002 Mat para infraent rutura de transp/notas de aula/ Usinas de CBUQ.pdf](http://www.ufsm.br/engcivil/Material_Didático/TRP1002_Mat_para_infraent_rutura_de_transp/notas_de_aula/Usinas_de_CBUQ.pdf)
- MN/DOT Pavement Distress Identification Manual, Minnesota Department of Transportation, Office of Materials and Road Research Pavement Management Unit, 2011
- MN/DOT Best Practices Handbook on Asphalt Pavement Maintenance, Minnesota Department of Transportation, Office of Materials and Road Research Pavement Management Unit, 2000
- MTC Pavement Condition Distress Identification Manual for Asphalt and Surface Treatment Pavements, MTC – Metropolitan Transportation Commission, California, 1986, reprint 1993
- NDSU 2018 Motor-Grader Operator Training. North Dakota LTAP, 2018
- SATCC SATCC Specification for Roads and Bridge Works, Division of Roads and Transport Technology, CSIR , September 1998, Reprint 2001
- Shahin, M.Y. Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots, Second Edition, Springer, New York, USA, 2002
- Skorseth, K. et al Gravel Roads Maintenance and Design Manual, USA Department of Transportation (FHA), South Dakota Local Transportation Assistance Program, 2000
- USA Department of Army TM 5- 623, Technical Manual Pavement Maintenance Management, Headquarters Department of Army, Washington DC, 1982
- USDT - FHA Gravel Roads Construction & Maintenance Guide, South Dakota LTAP, USA 2015
- USDT - FHA Gravel Roads Maintenance and Design Manual, South Dakota LTAP, USA 2000
- Zoccal, J.C. et al Manutenção de Estradas e Conservação de Água em Zonas Rurais, Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo, 2017

ANEXOS



ANEXO A

Acrónimos e Definições

ANEXO A

ACRÓNIMOS

AADT	<i>Average Annual Daily Traffic</i>
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ADT	<i>Tráfego Médio Diário (Average Daily Traffic)</i>
AFCAP	<i>African Community Access Program</i>
ANE	<i>Administração Nacional de Estradas</i>
ARRB	<i>Australian Road Research Board</i>
ASTM	<i>American Society for Testing Materials</i>
AUSTROADS	<i>Australasian Road Transport and Traffic Agencies</i>
AGPT	<i>Austroroads - Guide to Pavement Technology</i>
AGRDR	<i>Austroroads - Guide to Road Design</i>
BVC	<i>Início da Curva Vertical (Beginning of the Vertical Curve)</i>
BS	<i>British Standards</i>
BIS	<i>Bureau of Indian Standards</i>
CSIR	<i>Council for Scientific and Industrial Research</i>
CBR	<i>Índice de Resistência Californiano (California Bearing Ratio)</i>
CMA	<i>Concrete Manufacturers Association - África do Sul</i>
CMAA	<i>Concrete Masonry Association of Australia</i>
CONTRAN	<i>Conselho Nacional de Trânsito, Brasil</i>
CUTA	<i>Committee of Urban Transport Authorities</i>
DCP	<i>Cone de Penetração Dinâmica (Dynamic Cone Penetrometer)</i>
DESA	<i>Eixos Padrão Equivalentes para Dimensionamento (Design Equivalent Standard Axles)</i>
DF	<i>Factor de Drenagem (Drainage Factor)</i>
DN	<i>Penetração média do DCP numa camada de pavimento em mm/pancada</i>
DNGRH	<i>Direcção Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos</i>
DNER	<i>Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - Brasil</i>
DNIT	<i>Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - Brasil</i>
DSN800	<i>Número de pancadas necessárias (DCP) para penetrar 800mm no pavimento</i>
EF	<i>Factor de Equivalência (Equivalent Factor)</i>
EDM	<i>Electricidade de Moçambique</i>
ESA	<i>Carga de Eixo Simples Equivalente (Equivalent Single Axle Load)</i>
ESAS	<i>Eixos Padrão Equivalentes (Equivalent Standard Axles)</i>
EVC	<i>Fim de Curva Vertical (End of the Vertical Curve)</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration - USA</i>

FH	<i>Transporte Livre (Free Haul)</i>
FHWA	<i>Federal Highway Administration - USA</i>
FIPAG	<i>Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água</i>
GDP	<i>Produto Interno Bruto (PIB) (Gross Domestic Product)</i>
HDM	<i>Modelo de Gestão e Desenvolvimento de Estradas (Highway Development and Management Model)</i>
HGV	<i>Veículo de Transporte Pesado (Heavy Goods Vehicle)</i>
HMA	<i>Mistura Asfáltica a Quente (Hot Mixed Asphalt)</i>
HV	<i>Veículo Pesado (Heavy vehicle)</i>
INNOQ	<i>Instituto Nacional de Normalização e Qualidade</i>
LEM	<i>Laboratório de Engenharia de Moçambique</i>
LVRs	<i>Estradas de Baixo Volume de Tráfego (Low Volume Roads)</i>
MAEFP	<i>Ministério da Administração Estatal e Função Pública</i>
MITADER	<i>Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural</i>
MOPHRH	<i>Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos</i>
PC	<i>Ponto de Curvatura (Point of Curvature)</i>
PCA	<i>Portland Cement Association - USA</i>
PCU	<i>Unidades de Passageiros em Viatura (Passenger Car Units)</i>
PI	<i>Ponto de Intersecção (Point of Intersection)</i>
PT	<i>Ponto de Tangente (Point of Tangent)</i>
PVI	<i>Ponto de Intersecção Vertical (Point of Vertical Intersection)</i>
SAPEM	<i>South Africa Pavement Engineering Manual</i>
SANRAL	<i>South African National Roads Agency Soc Ltd</i>
SATCC	<i>Southern Africa Transport and Communications Commission</i>
SC	<i>Curva Espiral (Spiral Curve)</i>
SE	<i>Super Elevação (Super Elevation)</i>
TMH	<i>Technical Method for Highways - África do Sul</i>
TRH	<i>Technical Recommendations for Highways - África do Sul</i>
TRL	<i>Transport Research Laboratory - UK</i>
UCS	<i>Resistência a compressão simples (Unconfined Compressive Strength)</i>
USACE	<i>US Army Corps of Engineers</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
USDT	<i>United States Department of Transportation</i>

DEFINIÇÕES

Auto-estrada	Via pública destinada a trânsito rápido, com separação física de faixas de rodagem, sem cruzamentos de nível ou acesso a propriedades marginais, com acessos condicionados e sinalizados como tal.
Berma	Superfície de via pública, não especialmente destinada ao trânsito de veículos, que ladeia a faixa de rodagem.
Caminho	Via pública especialmente destinada ao trânsito local em zonas rurais.
Cruzamento	Zona de intersecção de vias públicas ao mesmo nível.
Eixo da faixa de rodagem	Linha longitudinal, materializada ou não, que divide uma faixa de rodagem em duas partes, uma para cada sentido de trânsito.
Entroncamento	Zona de junção ou bifurcação de vias públicas.
Estrada	Via de comunicação terrestre especialmente destinada ao trânsito de veículos.
Estrada Nacional	Estradas Primárias e Secundárias.
Estrada Primária	Estradas que ligam as capitais provinciais, outras cidades, os principais portos e os principais postos de fronteira.
Estrada Regional	Estradas Terciárias e Vicinais.
Estrada Secundária	Estradas que ligam estradas primárias, capitais provinciais, portos fluviais e marítimos, estradas primárias e centros de grande importância económica, estradas primárias e outros postos de fronteira.
Estrada Terciária	Estradas que ligam as estradas secundárias a outras estradas secundárias e a estradas primárias, os centros distritais aos postos administrativos e aos centros de grande importância económica.
Estrada Vicinal	Estradas que ligam as estradas terciárias, os postos administrativos e outros centros populacionais.
Estrada Não Classificada	Estradas e picadas fora da classificação.
Estrada asfaltada	Estrada que tem o revestimento em betão betuminoso.
Estrada de terra natural	Estrada com uma superfície do solo local;
Estrada terraplanada	Estrada com uma superfície de saibro.
Faixa de rodagem	Parte da via pública especialmente destinada ao trânsito de veículos.
Lama asfáltica	Mistura em consistência fluida de agregados miúdos, material de enchimento (filler), emulsão asfáltica e água, devidamente espalhada, formando um tratamento betuminoso.
Limpeza de terreno	1) Operação que consiste na remoção de entulho e retirada de vegetação rasteira do leito da via, ou mais comumente, da faixa da estrada a ser implantada. 2) Remoção de raízes da camada superficial (terra). 3) Remoção da camada superficial de terra, após escavação.
Linha central	1) Eixo de simetria da plataforma. 2) Linha que indica a divisão da superfície pavimentada, separando os fluxos de sentidos opostos e que não se acha necessariamente no centro geométrico da secção horizontal do pavimento.
Linha contínua	Linha não interrompida, pintada sobre o pavimento, que significa proibição de ser transposta.

Linha de faixa contínua	Linha de faixa sem interrupção e que significa proibição de ultrapassagem.
Linha de faixa interrompida	Linha de faixa que sofre interrupções, permitindo a ultrapassagem de veículos.
Lixiviação	1) Remoção das partículas solúveis e/ou coloidais de um solo pela percolação de água. 2) Processo que sofrem as rochas e solos ao serem lavados pelas águas das chuvas.
Macadame	Camada constituída por pedra britada graúda mais ou menos uniforme, interpenetrada por compactação, que frequentemente recebe material de enchimento e aplicação de aglutinante.
Macadame hidráulico	Camada de agregado graúdo, cujos vazios são cheios de agregados miúdos com intervenção de água sob pressão.
Ondulação	Sequência de deformações na pista, sensivelmente regulares, e em forma de pequenas ondas, provocadas geralmente por defeitos na execução do subleito, das camadas de base e sub-base, ou então por causa da instabilidade dos aterros e da acção de cargas.
Paragem	Imobilização de um veículo pelo tempo estritamente necessário para a entrada ou saída de passageiros, ou para breves operações de carga ou descarga, desde que o condutor esteja pronto a retomar a marcha e o faça sempre que estiver a impedir a passagem de outros veículos.
Parque de estacionamento	Local exclusivamente destinado ao estacionamento de veículos.
Passagem de nível	Local de intersecção ao mesmo nível de uma via pública ou equiparada com linhas ou ramais ferroviários.
Passeio	Parte que ladeia a faixa de rodagem, destinada exclusivamente ao trânsito de peões.
Pedra (material)	Fragmento pequeno de rocha.
Pedregulho	1) Fragmento natural de rocha, geralmente de forma arredondada, com diâmetro compreendido entre 4,8 mm e 76 mm. (Sin.: Cascalho). 2) Agregado graúdo que pode ser utilizado em betão sem sofrer nenhum tratamento, a não ser lavagem e selecção.
Permeabilidade	1) Propriedade que um material tem de se deixar atravessar por fluido ou som. 2) Propriedade de rocha ou solo de se deixar atravessar pela água de infiltração. 3) Propriedade que apresentam os solos saturados, que permite fluxo de água através dos seus vizinhos.
Plataforma	Parte das arestas internas das valetas laterais da estrada.
Pontão	Pequena ponte, de comprimento geralmente inferior a uma dezena de metros e formada por um único vao.
Ponte	Obra destinada a dar continuidade a uma via de comunicação ou a uma canalização e transpondo, em geral, um curso de água.

Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)	Documento que apresenta os resultados dos estudos técnicos e científicos de avaliação de impacto ambiental. Constitui um documento de processo de avaliação de impacto ambiental e deve esclarecer todos os elementos da proposta em estudo, de modo a que possam ser divulgados e apreciados pelos grupos sociais interessados e por todas as instituições envolvidas na tomada de decisão.
Relevo	Elevações ou desigualdades da superfície de um terreno, representadas graficamente mediante curvas de nível, curvas hipsométricas, sombreado, cotas, hachuras, por exemplo.
Rotunda	Praça formada por cruzamento ou entroncamento, onde o trânsito se processa em sentido giratório e sinalizada como tal.
Rua	Via de comunicação terrestre destinada ao trânsito dentro de um aglomerado urbano.
Saia de aterro	Superfície do terreno limitada pelas cristas e pés do aterro. (Sin.: Talude de Aterro).
Saibreira	Local de extracção e fabrico de material granular de origem aluvionar.
Saibro	Material oriundo da decomposição in situ do granito ou do gnaiss com a retirada dos silicatos aluminosos hidratados (argila) que são levados pelas águas, usado na preparação de argamassa para construção e nas camadas inferiores de pavimento.
Saprólito	Solo proveniente de alteração in situ da rocha matriz, apresentando vestígios da estrutura dessa rocha (textura e macroestrutura). Os seus minerais, com excepção do quartzo, encontram-se parcial ou totalmente alterados, com eventuais matações ou lentes de rocha intemperizada. Corresponde a um estágio de evolução do solo residual.
Sedimento	1) Material sólido que se encontra transitoriamente distribuído na água, ou que já se depositou sob acção da força da gravidade. 2) Material originado pela destruição de rocha pré-existente, susceptível de ser transportado e depositado.
Silte	1) Material sedimentar constituído por pequenas partículas de minerais diversos, com tamanho entre 0,05 mm e 0,005 mm. 2) Sedimento transportado ou depositado por água.
Sinalização	Conjunto dos sinais destinados a regular o trânsito.
Sinal de trânsito	Dispositivo instalado ao nível da pista, sobre ela ou adjacente, destinado a regulamentar, informar ou advertir o trânsito mediante palavras ou símbolos determinados.
Sinalização de advertência	Sinalização com considerável antecipação, em geral referente a impedimento de faixa para restauração, devido a acidente ou para apoio ao utilizador.
Sinalização de emergência	Sinalização utilizada em caso de emergência, isto é, situação crítica.
Sinalização de obras	Sinalização que informa sobre obras ou serviços de reparação em andamento.

Sinalização de trânsito	Conjunto de processos de comunicação visual e/ou sonora, através do qual as autoridades de trânsito informam os utilizadores sobre o modo de tornar mais seguras as operações nas redes viárias, além de permitir o aumento das vazões das vias públicas, pelo ordenamento dos fluxos de veículos e/ou pedestres.
Sinalização horizontal	Processo de sinalização, constituído por marcas executadas no plano horizontal, destinado a regulamentar, advertir ou indicar o trânsito de veículos e pedestres, no uso das vias, de forma mais segura e eficiente.
Sinalização vertical	Processo de sinalização, constituído por dispositivos montados sobre suportes, no plano vertical, fixos ou móveis, através dos quais são dados avisos oficiais, por meio de legendas ou símbolos, com o propósito de regulamentar, advertir ou indicar, o uso das vias pelos veículos e pedestres, da forma mais segura e eficiente.
Solo	Material existente na crosta terrestre proveniente da decomposição e/ou desagregação in situ das rochas pela acção do intemperismo, constituído por 3 fases (sólida, líquida e gasosa), de origem orgânica ou inorgânica.
Solo aluvionar	Solo constituído por detritos ou sedimentos que foram desprendidos de outras áreas mais altas e depositados em zonas mais baixas.
Solo arenoso	Solo com teor ponderável de areia.
Solo argiloso	Solo com teor ponderável de argila (com propriedades plásticas).
Solo coesivo	Solo que apresenta uma resistência considerável quando seco ao ar e uma resistência pouco significativa quando sujeito a teores de água crescentes.
Solo compressível	Solo que tem a característica de se deformar facilmente por compressão.
Solo erodível	Solo que tem a propriedade de se desagregar quando submetido à acção dos agentes atmosféricos.
Solo granular melhorado ou estabilizado com ligante hidráulico	Resultado do tratamento de solo granulado, seleccionado ou natural, cuja composição granulométrica esteja de acordo com dada faixa granulométrica, que tenha a densidade e a resistência à compressão requeridas e que é utilizada em sub-bases e bases.
Solo laterítico	Solo típico das regiões tropicais quentes e húmidas, cuja fracção argilosa tem uma relação molecular SiO_2/Fe_2O_3 menor ou igual a 2, e apresenta baixa expansibilidade.
Solo natural	Solo como se apresenta na natureza, isto é, não tocado.
Solo residual	Solo formado in situ pela decomposição da rocha matriz, proveniente da acção de intemperismos físicos ou químicos. Pode ocorrer em vários estágios de evolução.
Superelevação	Inclinação transversal da pista nas curvas horizontais para compensar o efeito da força centrífuga sobre os veículos.
Talude	1) Superfície inclinada de qualquer parte da superfície terrestre. 2) Terreno inclinado, superfície inclinada (aterro ou escavação). 3) Inclinação da superfície de um terreno, do solo numa escavação ou aterro, de um muro. 4) Superfície definida pela área de acabamento de um corte ou aterro, formando um ângulo com o plano vertical, que é medido pela tangente deste ângulo. (V. Saia de Aterro).

Tálus	Depósito do sopé de escarpas, resultante da acção da gravidade sobre fragmentos rochosos soltos, normalmente misturados com terra.
Teor de humidade	1) Quantidade de água numa massa de material expressa em percentagem de peso de água na mesma. 2) Índice físico, expresso em percentagem, representado pela relação entre o peso da água e o peso dos sólidos contidos num determinado volume de solo. 3) Teor correspondente à humidade presente em agregados, que pode ser movida por aquecimento adequado a 105°C, expresso em % (peso em relação ao peso seco dos agregados).
Terraplanagem	Conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação de solos, aplicadas na construção de aterros e cortes, dando à superfície do terreno a forma projectada para a construção de rodovias.
Tráfego	1) Transporte em veículos de mercadorias e/ou passageiros nas vias. 2) Utilização de qualquer via pública para fins de circulação ou de estacionamento por parte de pedestres, de animais montados ou conduzidos, e de veículos de qualquer espécie, isolados ou em grupos.
Tráfego convergente	Confluência e integração de um único fluxo, de dois ou mais fluxos de tráfegos diferentes.
Tráfego divergente	Divisão das correntes de circulação em dois ou mais fluxos de tráfego.
Tráfego médio diário	Tráfego que se verifica em média por dia, quando se considera determinado período de tempo e determinada via.
Tráfego médio diário anual	Tráfego médio diário quando o período de consideração é de um ano.
Tráfego médio horário	Tráfego médio por hora quando se considera um determinado período de tempo, em determinada via.
Trânsito	Movimento de pessoas, veículos e semoventes que utilizam uma via de transporte terrestre.
Tratamento de solo	Operação destinada à melhoria de características de um dado solo mediante mistura íntima com outros materiais.
Tratamento superficial	Revestimento constituído pela aplicação de material betuminoso sobre a base, seguida de cobertura de agregado, podendo esta operação ser repetida 2 a 3 vezes, formando 1, 2 ou 3 camadas.
Tratamento superficial duplo	Tratamento superficial feito em duas camadas.
Tratamento superficial simples	Tratamento superficial feito numa só camada.
Tubo shelby	Tubo de parede delgada (amostrador) que permite a retirada de amostras de solo de grande profundidade, após cravação em solo não perturbado, no fundo de um furo de sondagem.
Turfa	Solo com grande percentagem de partículas fibrosas de material carbonoso, ao lado de matéria orgânica no estado coloidal, com coloração castanha-escura a preta; material mole, não plástico, combustível e de cheiro característico, além de consistência fofa.

Vala	1) Escavação a céu aberto destinada a recolher e conduzir águas. 2) Canal pequeno, geralmente estreito, construído ao longo da estrada para receber e evacuar as águas fluviais que escoam para a estrada.
Valeta	Valeta de pequena secção transversal para recolha e escoamento de águas superficiais.
Valeta de pé	Valeta construída ao pé de um talude.
Valeta de protecção	Valeta normalmente aberta no terreno natural acima das cristas dos taludes de corte, que serve para recolher e escoar águas superficiais.
Valeta de protecção de aterro	Valeta construída ao pé de um talude.
Vassoura mecânica	Máquina, rebocada ou autopropulsada, munida de escovas montadas em rolos, em placas rotativas ou em simples travessões, cuja finalidade é limpar pavimentos e vias.
Vazadouro	Local onde se despejam detritos ou líquidos.
Via de aceleração	Via de trânsito resultante do alargamento da faixa de rodagem e destinada a permitir que os veículos que entram numa via pública adquiram a velocidade conveniente para se incorporarem na corrente de trânsito principal.
Via de abrandamento	Via de trânsito resultante do alargamento da faixa de rodagem, destinada a permitir que os veículos que vão sair de uma via pública diminuam a velocidade já fora da corrente de trânsito anterior.



ANEXO B
Processos Construtivos

ANEXO B

B. PROCESSOS CONSTRUTIVOS

A fim de apresentar os processos construtivos de uma forma racional, para não tornar este documento muito extenso, será tomado, a título de exemplo, a sequência de construção de uma estrada pavimentada com revestimento superficial duplo, que oferece um leque representativo das actividades, no âmbito da construção de uma estrada municipal, permitindo assim fazer uma cobertura aceitável dos processos construtivos constantes da Especificações Técnicas Padrão da SATCC, cujo conteúdo sumarizado consta da Tabela 3 acima.

B.1 SECÇÃO 1100: DEFINIÇÕES

As séries 1100 das especificações cobrem as definições dos termos mais usados em estradas. Este tema está suficientemente tratado no Anexo II deste Manual, pelo que não seria produtiva a sua repetição.

B.2 SECÇÃO 1200: REQUISITOS GERAIS E PROVISÕES - GENERAL REQUIREMENTS AND PROVISIONS

As séries 1200 das especificações tem o seguinte conteúdo:

1201	Âmbito de aplicação
1202	Serviços
1203	Intersecções e cruzamentos rodoviários
1204	Programa de trabalho
1205	Trabalho e controlo de qualidade
1206	Execução do trabalho e protecção de marcos topográficos
1207	Avisos, sinais e publicidades
1208	Medições
1209	Pagamento
1210	Certificado de conclusão dos trabalhos
1211	Tráfego sobre camadas de pavimento concluídas
1212	Projectos e ofertas alternativas
1213	Variação de taxas nominais especificadas de aplicação ou proporções de mistura nominal

1214	Actividades da contratada a respeito da propriedade fora da reserva de estrada e de serviços em movimento, danificados ou alterados
1215	Extensão do tempo resultante de chuva anormal
1216	Informações fornecidas pelo empregador
1217	Protecção das obras e requisitos a cumprir antes da construção de novos trabalhos sobre o trabalho concluído
1218	Trabalho de remediação
1219	Água
1220	Medidas autorizadas e tolerâncias
1221	Desenhos fornecidos pelo contratante
1222	Uso de explosivos
1223	Trabalho, sobre, sob ou adjacente a linhas ferroviárias
1224	Entrega da reserva de estrada
1225	Vias para transportes
1226	Medição da profundidade das trincheiras e escavações da fundação
1227	Reuniões mensais da obra
1228	Disposições jurídicas
1229	Apuramento final

1201 Âmbito de aplicação

Esta secção cobre os assuntos relacionados com o Contrato, no geral, e normalmente faz parte deste. Os assuntos cobertos são abordados ao pormenor e ajudam as entidades contratantes a complementar as Disposições Gerais do Contrato constantes do Capítulo III do Decreto 5/2016, de 8 de Março.

O desenvolvimento de cada uma das subsecções não será tratado neste Manual.

B.3 SECÇÃO 1300: MOBILIZAÇÃO DO EMPREITEIRO, ESTALEIRO DA OBRA E OBRIGAÇÕES GERAIS - CONTRACTOR'S ESTABLISHMENT ON SITE AND GENERAL OBLIGATIONS

As séries 1300 das especificações têm o seguinte conteúdo:

1301	Âmbito de aplicação
1302	Requisitos gerais
1303	Critérios de medição

1301 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange as actividades relacionadas com o estabelecimento do empreiteiro no local da obra, incluindo a montagem do estaleiro e a sua desmontagem após a conclusão do contrato, a mobilização do pessoal, bem como a mobilização e desmobilização do equipamento de construção. Também cobre o pagamento de certas obrigações, riscos e passivos gerais e itens gerais de custo não cobertos noutros lugares.

1302 Requisitos gerais

a) Estaleiro, pessoal, equipamento de construção e laboratórios

O Empreiteiro deve estabelecer o seu estaleiro, incluindo escritórios, armazéns, oficinas e laboratórios no local da obra. A localização exacta dessas instalações deve ser previamente aprovada pelo Fiscal. O alojamento, os sanitários e outras instalações para o pessoal também devem ser disponibilizados conforme necessário, e o padrão do alojamento e a localização de todas as instalações devem satisfazer os requisitos das autoridades de tutela e do Fiscal.

Antes de iniciar a construção, o Empreiteiro também deve mobilizar todo o equipamento de construção e o pessoal para o local da obra. Após a conclusão dos trabalhos do contrato e após a aprovação por escrito do Fiscal, todo o equipamento de construção, instalações de fabrico, edifícios, cercas e outras estruturas temporárias serão removidas e o local do estaleiro será restaurado à sua condição original e deixado limpo e arrumado.

b) Manutenção durante a construção

Durante a construção, o estaleiro do Empreiteiro, os alojamentos do pessoal, bem como as outras instalações, devem ser mantidos em boas condições.

(c) Requisitos legais e contratuais e responsabilidade perante o público

O Empreiteiro tomará todas as medidas necessárias para cumprir as Condições Gerais do Contrato, particularmente no que diz respeito às garantias e aos seguros exigidos, e suas obrigações gerais para com o público e o Empregador. O Empreiteiro deve cumprir todos os regulamentos dos órgãos estatutários.

1303 Critérios de medição

A familiarização com esta Secção 1300 das Especificações por parte dos potenciais intervenientes num projecto de estradas e, em particular, por parte dos Empreiteiros, afigura-se importante, porque o peso dos encargos aqui cobertos pode ser de grande relevância no custo final da empreitada.

Intencionalmente, este Manual remete os critérios de medição dos trabalhos para as Especificações Padrão da SATCC, mas, neste caso particular, é feita uma excepção.

Os critérios de medição para os encargos cobertos pela Secção 1300 das Especificações são definidos do seguinte modo:

Tabela B-1: Obrigações gerais do empreiteiro

Item	Designação	Unidade
13.01	Obrigações gerais do empreiteiro	
a)	Obrigações fixas	Preço global
c)	Obrigações relacionadas com o valor	Preço global
d)	Obrigações relacionadas com o tempo	Mês

O pagamento dos montantes fixos apresentados nos Subitens (a) e (b) e a taxa mensal do Subitem (c) incluirá, no que toca a estes três subitens, uma compensação total de todos os encargos do Empreiteiro em relação aos itens que se seguem, denominados colectivamente como as "Obrigações Gerais do Empreiteiro".

- (i) Estabelecer e manter a sua organização, o estaleiro, os alojamentos e as instalações de fabrico, a mobilização do equipamento e a sua remoção após a conclusão do contrato.
- (ii) Cumprir os requisitos das Condições Gerais do Contrato e da Secção 1200 das Especificações Padrão, incluindo a efectivação de seguros e o fornecimento das garantias necessárias. De acordo com a Legislação Nacional para o exercício do contrato, o Empreiteiro é obrigado a apresentar os seguintes seguros e garantias:
 - Garantia definitiva;
 - Seguro da obra;
 - Seguro do pessoal do empreiteiro;
 - Seguro de acidentes contra terceiros.
- (iii) Todas as despesas gerais do local e do escritório, lucros, custos de financiamento, riscos, responsabilidades legais e contratuais, bem como outros custos e obrigações de natureza preliminar ou geral que não são especificamente mensurados para pagamento sob quaisquer outros itens de pagamento.

Nos termos do Subitem 13.01 (a) acima, o montante fixo orçamentado representará uma compensação total pela parte fixa das obrigações gerais do Empreiteiro (isto é, a parte que é substancialmente fixa e não é em função do tempo necessário para a conclusão do Contrato ou do valor do trabalho).

Caso o valor final do trabalho (excluindo pagamentos nos termos das Condições Gerais do Contrato) aumente ou diminua em 20%, ou menos, em relação ao valor orçamentado (menos os subsídios, se os houver, na proposta de reajuste de preços nos termos das Condições Gerais do Contrato), a quantia proposta para o Subitem 13.01 (a) não estará sujeita a qualquer variação. No entanto, se o referido aumento ou redução do valor final do trabalho exceder 20% do valor da proposta, as disposições das Condições Gerais do Contrato serão aplicadas à parte do referido aumento ou redução superior a 20% do valor da proposta.

O pagamento do montante fixo orçamentado nos termos do subitem 13.01 (a) será efectuado em três parcelas, da seguinte forma:

- (1) A primeira parcela, 50% do montante fixo, será paga no primeiro certificado de pagamento após o Empreiteiro cumprir todas as suas obrigações nos termos desta secção e iniciar substancialmente a construção de acordo com o programa aprovado.
- (2) A segunda parcela, 35% do montante fixo, será paga quando o valor do trabalho realizado atingir metade da quantia orçamentada, excluindo contingências e reajustes de preços nos termos das Condições Gerais do Contrato.
- (3) A terceira e última parcela, 15% do montante fixo, será paga quando as Obras forem concluídas e o Empreiteiro tiver cumprido todos os requisitos desta secção.

Antes de qualquer pagamento ser efectuado neste subitem, o Empreiteiro deve provar ao Fiscal que forneceu ou construiu o estaleiro e equipamento de boa qualidade no local, cujo valor excede o da primeira parcela.

O Empreiteiro também pode ser solicitado a fornecer prova documental da posse (ou contrato de aluguer) das instalações do estaleiro e do equipamento de construção no local, cujo valor deve exceder o valor da primeira parcela.

No caso de o Empreiteiro não conseguir satisfazer o Fiscal quanto à posse das instalações do estaleiro e do equipamento de construção, o Fiscal terá o direito de reter partes de quaisquer pagamentos a serem feitos sob este subitem, até que os trabalhos e fornecimentos sejam concluídos.

De acordo com o subitem 13.01 (b), o montante fixo orçamentado representará uma compensação total pela parte das obrigações gerais do Empreiteiro, que depende apenas do valor da obra e não do período de conclusão. Caso o valor final do trabalho (excluindo os pagamentos nos termos das Condições Gerais do Contrato) aumente ou diminua em 20%, ou menos, em relação ao valor ofertado (menos os subsídios, se os houver, na proposta de reajuste de preços nos termos das Condições Gerais do Contrato), o montante fixo ofertado para o Subitem 13.01 (b) será aumentado ou diminuído proporcionalmente aquando da liquidação total de qualquer diferença nas obrigações gerais relacionadas com o valor resultante de um aumento ou diminuição do valor da obra.

No entanto, se o referido aumento ou redução no valor final da obra exceder 20% do valor ofertado, o aumento proporcional acima mencionado, ou a diminuição do montante fixo ofertado de acordo com o subitem 13.01 (b), será aplicado até ao limite de 20%, e as disposições das Condições Gerais do Contrato aplicam-se à parcela do referido aumento ou redução que exceder o referido limite de 20% do valor da proposta.

O montante fixo orçamentado no subitem 13.01 (b) será pago mensalmente, em parcelas, em relação ao valor do trabalho realizado (excluindo o valor de qualquer ajuste de preço nos termos das Condições Gerais do Contrato).

A taxa mensal orçamentada para o Subitem 13.01 (c) representa uma compensação total pela parte das obrigações gerais do Empreiteiro, que são principalmente em função do tempo de construção. A quantia proposta será paga mensalmente, proporcionalmente ao número de meses do contrato, a partir da data em que o Empreiteiro receber uma instrução por escrito para iniciar o trabalho, nos termos das Condições Gerais do Contrato, até ao final do período de conclusão das Obras, para além de qualquer extensão, conforme previsto nas Condições Gerais do Contrato, se:

- (a) as Obras forem certificadas como tendo sido concluídas antes da data contratual inicial para a conclusão, o Empreiteiro terá direito a pagamentos referentes ao período não expirado para a conclusão;
- (b) o progresso do contratante, em termos do valor do trabalho realizado, estiver atrasado em relação ao seu programa original aprovado, os pagamentos referentes a este item poderão ser limitados aos pagamentos relativos a esse período, que, no seu programa original (após ajustes adequados em relação à prorrogação do prazo concedido), estejam de acordo com o valor real do trabalho realizado.

Qualquer pagamento efectuado nos termos do item 13.01 não será tomado em consideração sem determinar se o valor de um certificado está em conformidade com o "valor mínimo de um certificado interino", conforme estabelecido nas Condições Especiais do Contrato. Os ajustes especificados nos Subitens (a), (b) e (c) serão feitos apenas se o valor do trabalho ou o período para a sua conclusão forem alterados e for acordado que tais ajustes estarão sujeitos a liquidação total da compensação alterada da Adenda às Obrigações Gerais; b) se, em termos do valor do trabalho realizado, o progresso do Empreiteiro estiver atrasado em relação ao seu programa original aprovado, os pagamentos referentes a este item poderão ser limitados aos pagamentos para esse período, que, no seu programa original (após ajustes adequados em relação à extensão do tempo concedido), estejam de acordo com o valor real do trabalho realizado.

B.4 SECÇÃO 1400: ALOJAMENTO, ESCRITÓRIOS E LABORATÓRIOS PARA O PESSOAL DA FISCALIZAÇÃO NO TERRENO -
HOUSING, OFFICES AND LABORATORIES FOR THE ENGINEERS SITE PERSONNEL

As séries 1400 das especificações têm o seguinte conteúdo:

1401	Âmbito de aplicação
1402	Escritórios e laboratórios
1403	Habitação
1404	Serviços
1405	Disposição de veículos
1406	Geral
1407	Critérios de medição

1401 Âmbito de aplicação

Esta secção cobre o fornecimento de acomodação para a equipa de supervisão da Fiscalização. O alojamento deve incluir as instalações necessárias para escritórios e laboratórios, casas e aposentos para os funcionários e a prestação de todos os serviços necessários.

Nesta secção são descritas as características que devem ter os edifícios para escritórios, laboratórios e habitações. São também fornecidos as listas de equipamento de laboratório, utensílios para o escritório e mobiliário para as habitações. Contudo, cabe à entidade que promove os concursos formular listas específicas para cada obra em função das necessidades.

B.5 SECÇÃO 1500: ACOMODAÇÃO DO TRÁFEGO - ACCOMMODATION OF TRAFFIC

As séries 1500 das especificações tem o seguinte conteúdo:

1501	Âmbito de aplicação
1502	Requisitos gerais
1503	Instalações temporárias de controlo de tráfego
1504	Largura de desvios
1505	Trabalhos de drenagem temporária
1506	Terraplenagem para desvios
1507	Recarga de desvios ou de uma estrada existente se for usada como desvio
1508	Camadas seleccionadas, bases de brita se granulometria extensa de asfalto, estabilização e marcação necessária para desvios de superfície betuminosa
1509	Desvios temporários em superfícies betuminosas
1510	Estradas existentes usadas como desvios
1511	Manutenção de desvios não pavimentados e estradas não pavimentadas existentes usadas como desvios
1512	Manutenção de desvios temporários com superfície betuminosa e estradas existentes com superfície betuminosa usadas como desvios
1513	Acomodação de tráfego onde a estrada é construída em meia largura
1514	Vedações temporárias, portões e grades
1515	O uso de desvios pelo Empreiteiro
1516	Desmantelamento de desvios
1517	Critérios de medição

1501 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange a construção e manutenção dos desvios, barricadas e sinalizações, e tudo o que é necessário para a passagem fácil e segura de todo o tráfego público durante os períodos de construção e manutenção, e também o desmantelamento dos desvios à medida que se tornam redundantes.

Metodologia

A acomodação de tráfego faz parte do conjunto de acções relacionadas com a segurança no trabalho, as quais devem constar do Plano de Gestão de Qualidade a ser submetido pelo Empreiteiro antes do arranque da obra. Este deve inteirar-se das condições locais e propor um plano de acomodação de tráfego de acordo com as soluções previstas nesta secção das Especificações Técnicas, aplicável ao caso específico da obra, ou de uma secção desta. A implementação do plano de acomodação do tráfego carece da aprovação do Fiscal e das autoridades municipais.

B.6 SECÇÃO 1600: TRANSPORTE EM EXCESSO - OVERHAUL

As séries 1600 das especificações tem o seguinte conteúdo:

1601	Âmbito de aplicação
1602	Definições
1603	Critérios de medição

1601 Âmbito de aplicação

Esta secção cobre o transporte e o transporte em excesso de material desde o local de escavação ou empilhamento até à posição de aplicação, onde essa distância de transporte excede a distância de transporte livre, conforme aqui definido.

Metodologia

Antes de solicitar qualquer pagamento referente a este item de medição, o Empreiteiro terá de justificar a necessidade de transportar o material para além do transporte normal de 1 km prescrito no Contrato. Assim, o Empreiteiro notificará o Fiscal (por escrito) sobre a fonte do material e o local onde está planeado o uso deste. Deve-se tomar cuidado ao avaliar as opções de origem dos materiais em relação à distância do transporte, a fim de minimizar a distância de transporte em excesso (overhaul).

B.7 SECÇÃO 1700: LIMPEZA E DESMATAÇÃO - CLEARING AND GRUBBING

As séries 1700 das especificações têm o seguinte conteúdo:

1701	Âmbito de aplicação
1702	Descrição do trabalho
1703	Execução do Trabalho
1704	Critérios de medição

1701 Âmbito de aplicação

Esta secção cobre a limpeza do local e a desmatação necessária para a construção das obras cobertas pelo contrato, de acordo com estas especificações.

Metodologia

- A piquetagem e implantação dos trabalhos deverá ser verificada pelo Fiscal. O Empreiteiro deverá apresentar um pedido de inspecção por escrito com antecedência razoável e num formulário apropriado.

- (ii) Após a aprovação do Fiscal, terão início os trabalhos de limpeza e desmatção da secção, os quais poderão ser feitos manualmente sempre que possível, no entanto, está previsto o uso de equipamento apropriado. Devem tomar-se precauções para minimizar o impacto no meio ambiente. Do mesmo modo, ao trabalhar-se em áreas construídas (localidades ou perto de escolas), o movimento de pessoas e outras actividades sociais devem ocorrer com o mínimo de interrupção. Caso haja necessidade de remover árvores/troncos grandes, conforme o item 17.02 dos critérios de medição (Remoção de árvores e troncos de árvores grandes), o número deverá ser acordado com o Fiscal por escrito antes da execução.

B.8 SECÇÃO 2100: DRENAGENS - DRAINS

As séries 2100 das especificações tem o seguinte conteúdo:

2101	Âmbito de aplicação
2102	Drenagem aberta
2103	Bancos e diques
2104	Drenagem subterrânea
2105	Classificação de materiais
2106	Caixas de visita, estruturas de saída e limpeza de olhos (tubos perfurados)
2107	Critérios de medição

2101 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange todos os trabalhos relacionados com a escavação e construção de valas de drenagem, drenagem subterrânea, bancos e diques nos locais, tamanhos, formas, gradientes e dimensões, ilustrados nos desenhos ou conforme indicado pelo Fiscal. Inclui também o teste de descarga em drenos subterrâneos.

Abrange igualmente, a limpeza de valas e a reparação da drenagem subterrânea. Em circunstâncias especiais, este trabalho pode ser executado fora da reserva de estrada.

Inclui, ainda, a limpeza de aquedutos existentes, considerando, entre outros, a remoção de todos os materiais indesejáveis que se acumularam dentro e ao redor das estruturas de entrada e saída.

Metodologia

- (i) Antes de iniciar a implantação de estruturas de drenagem, quer para estruturas novas, quer para limpeza e configuração de estruturas existentes, a localização e extensão devem ser aprovadas pelo Fiscal. O Empreiteiro deve apresentar um pedido de inspecção por escrito para a secção de trabalho pretendida, com antecedência razoável e num formulário apropriado.
- (ii) Após a aprovação do Fiscal, terão início os trabalhos na respectiva secção. A abertura de valas pode ser feita manualmente, sempre que possível, no entanto, está previsto o uso de equipamento apropriado. Devem tomar-se as devidas precauções para minimizar o

impacto no meio ambiente e, ao trabalhar em áreas urbanizadas (localidades ou perto de escolas), o movimento de pessoas e outras actividades sociais devem ocorrer com o mínimo de interrupção.

Implantação

- A implantação deve ser realizada apenas na área aprovada pelo Fiscal;
- As cotas de trabalho devem ser marcadas pelo topógrafo usando estacas (piquetes).
- A linha da escavação deve ser marcada com cal em pó ou qualquer outra maneira adequada

Escavação e configuração

- A área demarcada será escavada com maquinaria ou manualmente, conforme conveniente, em conformidade com o alinhamento e os níveis projectados;
- A forma da vala deve estar em conformidade com as secções transversais tipo emitidas para a construção;
- Todos os materiais provenientes das escavações que forem adequados para a construção de aterros podem ser usados nestas actividades, incluindo enchimento ou re-aterro;
- Os materiais considerados inadequados para aterros devem se descartados para locais de vazadouro previamente aprovados pelo Fiscal;
- Qualquer re-aterro a ser feito na execução de valas de drenagem deve ser efectuado com material de enchimento aprovado, conforme instruído pelo Fiscal.

Amostragem e testes

Material de enchimento do aterro:

As amostras devem ser colhidas nas áreas de execução do trabalho e colocadas em sacos de polietileno com etiqueta de identificação. Todos os testes necessários devem ser realizados no laboratório de ensaio de materiais para identificação da adequação dos solos da escavação. Nas áreas em que é necessário o re-aterro para a conformidade das cotas altimétricas do projecto, ou configuração dos taludes, os trabalhos serão realizados com materiais de enchimento aprovados, camada por camada, com espessura não superior a 150mm de material solto. O Fiscal poderá exigir a realização de ensaios de compactação para verificação do grau de compactação atingido.

Lista de verificação (check list)

Para garantir que todas as actividades são executadas com a qualidade esperada, recomenda-se o preenchimento de uma lista de verificação por parte responsável pela escavação da vala, que deve ser assinada pelo Fiscal. A lista de verificação deve incluir requisitos específicos, medidas de segurança e ambientais.

Controlo de dimensões

As escavações de valas de drenagem devem ser realizadas respeitando a conformidade das secções transversais projectadas com a secção típica emitida para construção. Os requisitos de forma, profundidade e o deslocamento (of set) devem ser mantidos adequadamente durante a construção e verificados por meio de um check list.

B.9 SECÇÃO 2200: AQUEDUTOS PRÉ-FABRICADOS - PREFABRICATED CULVERTS

A Secção 2200 das especificações tem o seguinte conteúdo:

2201	Âmbito de aplicação
2202	Tipos de aquedutos
2203	Materiais
2204	Métodos de construção
2205	Escavação para construção pelo método de trincheira
2206	Preparação para construção pelo método de aterro
2207	Condições indevidas de fundação
2208	Classificação da escavação
2209	Baldeação do material escavado
2210	Leito e colocação de aquedutos pré-fabricados
2211	Re-aterro de aquedutos pré-fabricados
2212	Estruturas de entrada e saída, sumidouros e caixas de visita
2213	Remoção de trabalhos existentes
2214	Ligação de aquedutos novos a velhos
2215	Ramais de serviço
2216	Aquedutos em gradientes íngremes
2217	Colectores de águas pluviais, galerias e outras condutas fechadas
2218	Critérios de medição

2201 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o trabalho relacionado com a construção de unidades de aquedutos pré-fabricados e outras condutas fechadas, como colectores de águas pluviais, galerias e ramais de serviço, juntamente com estruturas de entrada e saída, caixas de visita e outras estruturas pertinentes.

Metodologia

Considerações gerais

- A implantação dos trabalhos deve ser verificada pelo Fiscal. O Empreiteiro deve apresentar um pedido de inspecção por escrito com antecedência razoável e num formulário apropriado.
- Após a aprovação do Fiscal, a escavação dentro da profundidade especificada poderá prosseguir. Isso pode ser feito manualmente sempre que possível, no entanto, está previsto o uso de equipamento apropriado. Devem tomar-se as devidas precauções para minimizar o impacto no meio ambiente e, ao trabalhar em áreas urbanizadas (localidades ou

perto de escolas / hospitais), o movimento de pessoas e outras actividades sociais devem ocorrer com o mínimo de interrupção.

- No caso de escavação em rocha ou material rijo, conforme previsto no item 22.01 (b) dos critérios de medição, o local e a extensão devem ser acordados por escrito com o Fiscal.
- Após a conclusão da escavação, será feita uma verificação topográfica dos níveis e gradientes.
- O leito deve ser preparado de acordo com as especificações. O leito deve ser verificado quanto aos níveis e inclinações. Onde for fornecido um leito granular, este será verificado quanto à compactação. O Empreiteiro deve apresentar um pedido de inspecção por escrito com antecedência razoável e num formulário apropriado.
- Após a aprovação do Fiscal, a instalação das unidades poderá prosseguir. As unidades serão colocadas e ligadas de acordo com o alinhamento e nível.
- A instalação dos aquedutos será inspecionada e aprovada pelo Fiscal antes do preenchimento. Um Pedido de Inspeção por escrito, no formulário prescrito, será enviado em tempo suficiente.
- Após a instalação das unidades ter sido aprovada pelo Fiscal, poderá fazer-se o re-aterro. Somente o material aprovado será usado no aterro, o qual deverá estar em camadas cuja espessura não deve exceder 200 mm. Cada camada deve ser testada quanto à compactação. Na compactação serão usados rolos de pedestres e placas compactadoras.

2204 Métodos de construção

Os aquedutos pré-fabricados devem ser instalados por:

- “método de trincheira”, em que as unidades são instaladas numa vala escavada abaixo do nível do solo existente, ou numa vala escavada em subleitos anteriormente construídos e, se necessário, em camadas inferiores; ou
- “método de aterro”, onde as unidades são assentadas aproximadamente na superfície existente do solo e o subleito é então construído em ambos os lados e sobre o bueiro.

Os aquedutos devem ser construídos através do método ilustrado nos desenhos ou conforme detalhado nas especificações do projecto.

Os aquedutos metálicos de grande diâmetro e os aquedutos grandes do tipo portal (rectangulares) devem ser, por norma, construídos através do método do aterro.

A drenagem de superfície deve ser controlada pela construção de bermas de terra e canais de drenagem temporários.

O Empreiteiro deve cumprir estritamente todas as disposições legais apropriadas em relação às escavações de valas.

2210 Leito e colocação de aquedutos pré-fabricados

a) Aquedutos de tubos de betão

Os aquedutos de tubos de betão devem ser colocados nos leitos das classes A, B, C ou D, conforme ilustrado nos Desenhos ou conforme indicado pelo Fiscal. As extremidades dos tubos devem ser colocadas firmemente umas contra as outras, de modo a obter juntas apertadas. As juntas devem ser seladas do lado de fora com duas camadas de estopa impregnada de betume, conforme especificado na Subcláusula 2210 (b).

O interior dos aquedutos deve ser liso e sem juntas deslocadas. Todos os tubos devem estar alinhados e nivelados.

i) Leito classe A

O tubo deve ser colocado com a sua parte inferior numa bitola de betão de 20 MPa, de espessura especificada, abaixo da parte inferior do tubo, onde o betão se estenderá para cima em ambos os lados do tubo até uma porção especificada da sua altura.

Antes da betonagem, os tubos devem ser apoiados em bitolas de forma adequada no nível correcto. Não são permitidas juntas de construção longitudinais no plano horizontal.

ii) Leito da classe B e C

O tubo deve ser colocado sobre um leito de material granulado seleccionado compactado, conforme especificado. O leito deve estender-se para cima em ambos os lados do tubo até uma parte especificada da sua altura, conforme ilustrado nos desenhos. Orifícios para juntas devem ser formados no berço do leito para soquetes e acoplamentos de tubos, para garantir que cada tubo seja totalmente suportado por todo o comprimento do seu barril no berço da cama.

iii) Leito da Classe D

Os tubos devem ser colocados no material in situ no fundo da escavação após o fundo ter sido aparado manualmente para suportar o tubo ao longo de todo o comprimento do seu cano, de acordo com os detalhes ilustrados nos desenhos. Sempre que necessário, o material in situ deve ser estabilizado primeiro de acordo com os detalhes ilustrados nos desenhos ou conforme prescrito pelo Fiscal.

b) Aquedutos portantes e rectangulares

i) Lajes betonadas *in situ*

As lajes betonadas no local devem ser construídas de acordo com as dimensões e nos locais ilustrados nos desenhos ou conforme prescrito pelo Fiscal. Elas devem ser reforçadas com armadura de aço, conforme detalhado nos desenhos. As amarrações dos tipos detalhados nos desenhos devem ser formadas nas lajes e entre a laje inferior e as estruturas de entrada e saída.

ii) Lajes pré-fabricadas

Uma camada de material de grão fino com pelo menos 75 mm de espessura deve ser colocada no fundo da escavação, nivelada, compactada, aparada de modo a formar o leito alinhado e nivelado para receber as lajes pré-moldadas.

As lajes devem ser cuidadosamente colocadas no leito preparado, de acordo com o alinhamento e a pendente, e de modo que sejam apoiadas uniformemente sobre toda a sua área no leito.

iii) Colocação dos portais das peças dos aquedutos

As porções do portal e dos aquedutos rectangulares devem ser colocadas com precisão e simetria nas lajes inferiores, com uma fina camada de argamassa de uma parte de cimento e seis partes de areia entre as superfícies de contacto para garantir um apoio firme e uniforme.

As unidades devem ser unidas ponta a ponta com juntas de topo. Estas juntas devem ser cobertas com duas camadas de geotêxtil de 340 g/m², pré-impregnadas de uma emulsão betuminosa ou de um material similar aprovado. A tira de geotêxtil deve ter pelo menos 150 mm de largura e ser colocada simetricamente sobre a junta. As unidades devem primeiro ser tratadas com um primário de emulsão de betume a 60% sobre a largura da tira de geotêxtil.

Quando dois ou mais aquedutos são colocados lado a lado para formar um aqueduto com várias células, o espaço entre estes deve ser preenchido com betão até ao nível da parte superior do bueiro. Onde prescrito, o tecido do filtro deve ser aplicado nas faces externas verticais de acordo com os detalhes ilustrados nos desenhos.

c) Aquedutos de metal

A escavação deve ser aparada com a forma do nível invertido do aqueduto. De seguida deve ser executado um leito de material granular fino com menos de 75 mm de espessura, regado, compactado e modelado para permitir o assentamento dos aquedutos, conforme ilustrados nos desenhos.

Quando houver rocha, a profundidade da escavação deve estender-se a uma profundidade de pelo menos 200 mm abaixo do nível invertido do aqueduto, e deve ser preenchida com material granular como antes.

Os aquedutos devem ser instalados de acordo com as recomendações do fabricante, aprovadas pelo Fiscal. Onde estas especificações forem inconsistentes com as recomendações do fabricante, deverão de preferência prevalecer estas especificações. Os parafusos de ancoragem devem ser instalados nas extremidades dos aquedutos de tubos metálicos, de acordo com as instruções do fabricante, para ligá-los ao muro testa das paredes da entrada e saída. Os muros testa devem ser construídos o mais rápido possível após a instalação dos aquedutos.

Nenhum leito ou encamisamento de betão deve ser usado na instalação de aquedutos de metal.

Quando prescrito, o nível invertido de aquedutos de metal com diâmetros ou vãos superiores a 1 500 mm, dispostos em declives íngremes, deve ser protegido com uma camada de betão de dimensões e classe conforme ilustrado nos desenhos.

B.10 SECÇÃO 2300: LANCIS DE BETÃO, CANALETES DE BETÃO, CASCATAS E TUBOS DE QUEDA, E REVESTIMENTOS DE BETÃO PARA VALAS ABERTAS - CONCRETE KERBING, CONCRETE CHANNELLING, CHUTES AND DOWNPIPES, AND CONCRETE LININGS FOR OPEN DRAINS

A Secção 2300 das especificações tem o seguinte conteúdo:

2301	Âmbito da aplicação
2302	Materiais
2303	Tipos de estruturas
2304	Construção
2305	Estruturas de entrada e saída e secções de transição
2306	Tolerâncias de construção e acabamento de superfícies
2307	Critérios de medição
2301	Âmbito da aplicação

Esta secção abrange a construção de lancis e canaletes de betão, cascatas abertas de betão e revestimentos de betão para valas de drenagem nos locais e com os detalhes ilustrados nos desenhos ou conforme as instruções do Fiscal.

Metodologia

Considerações gerais

A implantação dos trabalhos deve ser verificada pelo Fiscal. O Empreiteiro deve apresentar um pedido de inspecção por escrito com antecedência razoável e num formulário apropriado.

2304 Construção

(a) Escavação e preparação do leito

(i) Lancil e canaletes

As escavações para os lancis e canaletes devem ser feitas na profundidade necessária e todo o material inadequado deve ser removido e substituído por uma camada de material de leito aprovado com pelo menos 75 mm de espessura. O leito deve ser compactado e modelado com precisão conforme o alinhamento e nivelamento exigido de modo a poder receber o revestimento em betão. Nenhuma unidade de betão ou betão pré-fabricado deve ser colocada em material não compactado ou instável.

ii) Revestimentos de betão

Os trabalhos de escavação de valas de drenagem devem ser executados e pagos de acordo com as disposições da Secção 2100.

As escavações devem ser terminadas com precisão conforme o alinhamento e nivelamento exigido de modo a poder receber o revestimento em betão. Todo o material solto deve ser compactado até uma densidade não inferior a 93% da densidade AASHTO modificada.

Quando o material in situ for inadequado, o Fiscal pode solicitar que seja removido na profundidade necessária e substituído por material seleccionado compactado a uma densidade de 93% da densidade AASHTO modificada.

Quando as escavações para valas estiverem em rocha, o rompimento em excesso deverá ser preenchido conforme indicado, com betão simples ou com cascalho ou com solo seleccionado compactado para uma densidade AASHTO modificada de pelo menos 93%.

b) Lancis e canaletes pré-fabricados de betão

Os lancis e canaletes de betão pré-fabricado devem ser assentados no leito aprovado, com juntas próximas preenchidas com argamassa de cimento e areia no traço 1: 3, com espessura não superior a 10 mm, e acabados com uma espátula. As faces expostas do lancil e bordas devem ser construídas de acordo com o alinhamento e cotas definidas. Os lancis em volta das curvas devem ser colocados primeiro, ao longo de todo o comprimento da curva, antes de as juntas serem preenchidas, a menos que permitido pelo Fiscal. Os Lancis devem ser escorados temporariamente durante a construção.

Salvo indicação em contrário do Fiscal, os lancis pré-fabricados de betão devem ter 1,0 m de comprimento, excepto nas curvas dos cruzamentos das estradas, onde devem ter 0,3 m de comprimento.

Os lancis pré-fabricados devem ser colocados com um suporte de betão preparado no local de composição 1: 4: 8/25 atrás do lancil, de acordo com os detalhes ilustrados nos desenhos.

e) Lancis e canaletes betonados no local

Os moldes para lancis e canaletes devem ser implantados com precisão, de acordo com o alinhamento e cotas, e devem ser mantidos firmemente em posição durante a colocação do betão. Os batentes e o material de junção nas extremidades das secções devem ser posicionados com precisão, de modo a garantir que as juntas entre as secções adjacentes sejam verdadeiramente perpendiculares à superfície do betão e perpendicularmente à borda da estrada.

Após o betão ser colocado nos moldes, deve ser compactado e trabalhado até que a argamassa cubra totalmente todas as faces expostas. As faces expostas devem ser finalizadas para suavizaras superfícies e as bordas uniformes devem ser arredondadas para os raios ilustrados nos desenhos.

Os moldes devem ser removidos de quaisquer superfícies de betão expostas, dentro de um período de 24 horas após a colocação do betão. Os defeitos menores devem ser reparados com uma argamassa de cimento e areia 1: 2. Não será permitido reboco nas faces expostas e todas as partes rejeitadas serão removidas e substituídas às custas do contratado. Quando concluídas, as secções devem ser curadas de acordo com os requisitos especificados na Cláusula 6409.

Os lancis e canaletes concluídos devem estar devidamente alinhados e nivelados devendo ter também uma aparência uniforme e limpa.

g) Valas de drenagem revestidas de betão

As superfícies expostas dos revestimentos de betão das valas devem receber um acabamento superficial da Classe U2, conforme definido na Cláusula 6209. O betão deve ser curado de acordo com os requisitos da Cláusula 6409.

As juntas seladas com betão devem estar de acordo com os detalhes indicados nos desenhos e nas disposições da Secção 6600. As juntas livres devem ser pintadas com uma camada de emulsão betuminosa aprovada, que contenha 60% de betume puro em massa ou com um anti adesivo aprovado antes que seja lançada qualquer porção adjacente.

As juntas de expansão devem ser feitas de acordo com os desenhos.

Quando necessário, as superfícies sobre as quais o revestimento de betão vai ser colocado devem, depois de alisadas, ser cobertas com folhas de polietileno com 0,15 mm de espessura e todas as juntas das folhas devem ser sobrepostas em pelo menos 150 mm.

h) Re-aterro

Após a conclusão da betonagem, os espaços na parte de trás dos lancis devem ser preenchidos com material aprovado até ao nível do pavimento ou do passeio da estrada. Os espaços adjacentes às cascatas devem ser preenchidos no nível da inclinação lateral do talude. O re-aterro deve ser colocado em camadas que não excedam 150 mm e cada camada deve ser compactada a 93% da densidade AASHTO modificado, com um teor ideal de humidade antes da camada seguinte ser colocada sobre ela.

Nos locais onde são colocados lancis e canaletes após a construção da base, os espaços entre o betão e a base adjacente devem ser preenchidos com material betuminoso pré-misturado.

(i) Sequência de construção

(i) Onde os lancis e canaletes são construídos antes da base.

Neste caso, podem ser construídas unidades de cofragem deslizantes ou unidades betonadas in situ. Durante o trabalho e a construção da base, devem ser tomadas medidas de precaução para evitar que o trabalho de betão seja danificado ou deslocado.

(ii) Onde os lancis e canaletes são construídos após a base

A base deve ser construída mais larga que a largura especificada, após a qual é feito o corte ou escavação para o lancil ou canaleta. Qualquer sobre escavação deve ser preenchida com betão aplicado simultaneamente com o lancil e o canaleta.

iii) Onde os lancis e canaleta são construídos após a base de asfalto e/ou a superfície do asfalto

A base do asfalto e/ou a superfície de asfalto devem ser construídas com largura superior à especificada e, em seguida, devem ser cortadas com precisão com uma serra mecânica ao longo da linha marcada para fornecer uma junta adequada entre os lancis ou canaletes e a camada de asfalto. A base deve ser removida até à profundidade necessária.

Qualquer betão derramado na superfície do asfalto deve ser removido. Quando exigido pelo Fiscal, o Empreiteiro deve, sem qualquer compensação adicional, aplicar emulsão sobre a superfície manchada.

B.II SECÇÃO 2500: AGLUTINAÇÃO, CANTARIA E PROTECÇÃO CONTRA EROSÃO - PITCHING, STONE WORK AND PROTECTION AGAINST EROSION

A Secção 2500 das especificações padrão tem o seguinte conteúdo:

2501	Âmbito de aplicação
2502	Materiais
2503	Protecção com pedra
2504	Pedra de enrocamento
2505	Alvenaria de pedra
2506	Blocos pré-fabricados de betão (pavê)
2507	Molde no campo de betão in situ
2508	Critérios de medição

2501 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o fornecimento de materiais e a construção de uma superfície protectora em pedra arrumada, remendos em betão aplicado no local, tijolos maciços ou blocos pré-fabricados de betão em superfícies expostas como taludes, drenos e leitos de riachos, bem como camadas de protecção mais pesadas em forma de "rip-rap", e construção de paredes em alvenaria de pedra, tudo conforme ilustrado nos desenhos ou ordenado pelo Fiscal.

Metodologia

- (i) O local e a extensão do trabalho em pedra arrumada e relacionados devem ser acordados com o Fiscal. A implantação dos trabalhos deve ser verificada pelo Fiscal e o Empreiteiro deve apresentar um pedido de inspecção por escrito com antecedência razoável e num formulário apropriado.
- (ii) Os materiais a aplicar devem ser de acordo com os requisitos da Secção 2502 das Especificações Padrão.
- (iii) O método de construção deve ser tal como descrito nas Especificações Padrão. Quaisquer desvios desses métodos deverão ser previamente acordados com o Fiscal.
- (vii) O arremesso de rejuntamento deve ser curado com demissão húmida, ou outra cobertura húmida aprovada por um período não inferior a quatro dias após o rejuntamento, e não deve ser submetido a carregamento até que a força adequada seja desenvolvida. Onde necessário, devem ser formados buracos de choro no campo.

2503 Protecção com pedra

a) Pedra arrumada sem aglutinante

A área deve ser preparada por escavação, formação e acabamentos necessários para a arrumação da pedra. O leito deve ser compactado manualmente, por meio de um maço, para impedir o assentamento subsequente. No pé do talude a ser protegido e na borda da zona desprotegida do leito de um curso de água, deve ser aberta uma trincheira conforme indicado pelo Fiscal. De seguida, apresentam-se dois métodos de protecção. O método a ser adoptado deve ser decidido pelo Fiscal.

i) Método 1

Começando no fundo da trincheira, a pedra deve ser colocada e firmemente calcada no talude e contra pedras adjacentes. As pedras devem ser colocadas com os seus eixos longitudinais perpendiculares ao talude e com juntas escalonadas. As pedras devem ser bem amaçadas de encontro ao talude, ou superfície a ser protegida, e os espaços entre as pedras maiores devem ser preenchidos com lascas da pedra aprovada, firmemente amaçadas no lugar.

Não será permitida a colocação de rochas por despejo.

ii) Método 2

A técnica e os requisitos estabelecidos no método 1 também se aplicam ao método 2, excepto nos seguintes aspectos:

- (1) Não devem ser usadas lascas ou pedras pequenas para preencher espaços entre pedras maiores.
- (2) Simultaneamente com a colocação das pedras, o solo superficial deve ser introduzido entre pedras individuais e suficientemente compactado, de modo a proporcionar uma estrutura firmemente ligada. O solo superficial deve ser fornecido a toda a profundidade da protecção em qualquer ponto.
- (3) A relva enraizada, ou tufo de relva, serão então plantados no solo superficial entre as pedras e regados imediatamente e abundantemente e, posteriormente, a intervalos regulares até que a relva esteja estabelecida.

Qualquer que seja o método adoptado, a superfície acabada de protecção deve apresentar uma aparência uniforme, firme e limpa, sem que as pedras variem mais de 25 mm dos gradientes ou linhas de superfície especificados. A espessura da pedra, medida em ângulo recto com a superfície, não deve ser inferior a 200 mm

b) Protecção com pedra argamassada

O trabalho deve ser realizado de acordo com todos os requisitos específicos para a protecção simples na Subcláusula 2503 (a) acima, com excepção de que as pedras devem ser cuidadosamente limpas de sujidade ou argila aderente, humedecidas e embebidas em argamassa de

cimento e areia recém-assentada, composta por uma parte de cimento e seis partes de areia. Quaisquer espaços entre as pedras devem ser preenchidos com leitada de cimento da mesma composição. A argamassa e a leitada devem ser colocadas em operação contínua, em qualquer dia, em qualquer local. A leitada deve ser trabalhada de modo a garantir que todos os espaços vazios entre as pedras, sejam completamente preenchidos com argamassa até à profundidade total da pedra argamassada. A leitada derramada nas superfícies expostas da pedra deve ser removida enquanto ainda estiver macia e as juntas entre as pedras devem ser bem acabadas.

A pedra argamassada deve ser curada com sacos húmidos, ou outra cobertura húmida, por um período não inferior a quatro dias após a aplicação do aglutinante, e não deve ser submetida a carga até que a resistência adequada seja desenvolvida. Onde necessário, devem ser formados orifícios de alívio de choro na camada de protecção.

(d) Pedra aglutinada aplicada sobre leito de betão

A área a ser revestida deve ser preparada conforme descrito na Subcláusula 2503 (a) e, de seguida, deve ser construído um leito de betão (Classe 15) com uma espessura de pelo menos 75 mm. Sobre este leito será feita a arrumação das pedras em unidades de 200 mm de dimensão mínima, e devem ser assentadas enquanto o betão ainda estiver fresco. As aberturas entre as pedras devem ser preenchidas com calda de cimento, conforme descrito na Subcláusula 2503 (b), e deve tomar-se cuidado para não derramar a calda nas superfícies finalmente expostas das pedras. A calda derramada sobre as superfícies expostas das pedras deve ser removida enquanto ainda estiver macia, e as juntas entre as pedras devem ser bem acabadas.

A cura deve ser feita conforme descrito para a pedra argamassada na Subcláusula 2503 (b).

A protecção concluída deve ter uma aparência compacta e a superfície não pode divergir, em nenhum lugar, em mais de 25 mm do alinhamento e gradiente especificados.

2505 Paredes de alvenaria de pedra

(a) Gerais

As paredes de alvenaria de pedra podem ser de pedra simples arrumadas com juntas secas ou paredes de pedra argamassada com pedras assentadas em argamassa de cimento, conforme indicado nos desenhos, de acordo com o especificado, ou conforme solicitado.

A massa mínima de cada pedra utilizada deve ser de 10 kg e a sua dimensão mínima de 75 mm.

b) Paredes de pedra embaladas lisas

Os caboucos de fundação devem ser escavados em rocha ou em material com capacidade de carga adequada a uma profundidade mínima de 300 mm abaixo do nível do solo. Devem ser usadas e seleccionadas pedras grandes para a camada de fundação. As pedras planas e estratificadas devem ser colocadas com a maior dimensão no plano horizontal. As pedras devem ser arrumadas individualmente para entrelaçar as juntas e proporcionar um mínimo de vazios, e devem estar firmemente assentadas contra pedras adjacentes. Os espaços entre as pedras maiores devem ser preenchidos com lascas firmemente presas no lugar. As pedras maiores não

devem suportar as lascas usadas para preencher os vazios. A parte superior e as extremidades da parede devem ser cuidadosamente finalizadas com pedras de protecção seleccionadas.

A aparência da parede concluída deve apresentar uma superfície firme e uniforme.

c) Paredes de pedra com argamassas de cimento

A parede deve ser construída conforme especificado em (b) acima, com a excepção de que as pedras devem ser humedecidas e assentadas com argamassa de cimento e areia ao traço 1:6. As partes expostas das pedras nas faces da parede devem ser limpas de toda a argamassa por meio de lavagem ou escovagem. A argamassa deve estar nivelada e apertada à satisfação do Fiscal, que pode exigir um capeamento e um tratamento final da mesma argamassa.

Os orifícios de alívio devem ser colocados conforme prescrito e devem estar limpos de argamassa, ou qualquer outro material de entupimento que possa ter entrado durante a construção.

A parede deve ser protegida dos elementos e mantida húmida por um período mínimo de quatro dias após a conclusão.

2506 Protecção com de blocos pré-fabricados de betão (pavê)

(a) Gerais

As camadas subjacentes às superfícies a serem protegidas devem ser construídas conforme especificado ou conforme indicado nos desenhos. Nos casos em que não forem especificados os requisitos para as camadas subjacentes, a camada superior deve ser compactada mecanicamente a pelo menos 93% da densidade modificada da AASHTO até pelo menos 150 mm da parte superior. Durante esse processo, a camada superior deve ser aparada com o gradiente e níveis necessários.

Onde especificado ou exigido pelo Fiscal, a superfície preparada deve ser tratada com herbicida e um anti térmita ambientalmente compatível antes de colocar a camada de areia para o leito.

b) Deve ser colocada uma camada de areia para o leito no topo da superfície preparada e, quando ainda solta, desempená-la com precisão até uma espessura não compactada de 30 mm (± 5 mm), de modo a proporcionar o nível correcto do revestimento após a compactação. A areia do leito deve ser colocada imediatamente antes da colocação do pavê e não deve ser compactada antes do assentamento deste.

c) Colocação dos blocos de pavimentação

A textura para a colocação dos blocos de pavê deve ser conforme aprovado, ou ilustrado nos desenhos, ou prescrito pelo Fiscal. Os blocos inteiros devem ser colocados primeiro e as peças de enchimento depois. As peças de enchimento devem ser bem serradas ou talhadas para se ajustarem exactamente ao espaço a ser preenchido. Espaços inferiores a 25% de um bloco de tamanho normal podem ser preenchidos com betão de 25 MPa. As juntas entre os blocos devem ter entre 2 e 6 mm de largura e as faces superiores dos blocos devem estar niveladas. Após a colocação dos blocos de pavê, a superfície deve ser compactada com duas passagens de uma

placa vibratória adequada, operando a uma frequência de 65 a 100 Hz e uma baixa amplitude. A superfície da placa deve ser de 0,2 a 0,4 m² e deve desenvolver uma força centrífuga de 7 a 16 kN.

Após a compactação da superfície, tal como descrito acima, a areia das juntas deve ser espalhada e escovada nas juntas até que estas estejam devidamente preenchidas. Qualquer areia excedente deve ser removida e o pavimento deve ser submetido a mais duas passagens pelo vibrador de placas.

d) Vigas de bordadura

As vigas de bordadura de betão, ou quaisquer outros suportes de borda, devem ser construídas sobre a camada de suporte, de acordo com os detalhes ilustrados nos desenhos, e devem ser construídas e deixadas a curar antes de se colocar qualquer bloco de pavimentação.

e) Blocos de pavê para passeios

Os blocos de pavê para passeios devem ser assentados, de forma idêntica à descrita acima para os blocos de pavimentação, também sobre um leito de areia, mas na condição de que, quando especificado, as juntas sejam preenchidas com uma argamassa de cimento e areia: ao traço 1:6, ou apenas com areia. Nesse caso, a largura das juntas entre as unidades deve ser estritamente de acordo com as dimensões ilustradas nos desenhos e o pavimento deve ser totalmente compactado antes do preenchimento das juntas.

(g) Requisitos para acabamentos

(i) Blocos pré-fabricados pavê

O revestimento de pavê concluído deve ser uniforme e nivelado, apertado ao lancil ou à viga de bordadura, e não deve ficar abaixo da superfície do lancil. A superfície final não deverá desviar mais do que 15mm dos níveis e planos especificados, e não pode haver irregularidades que excedam os 10mm durante o teste de régua de 3,0m.

B.12 SECÇÃO 2600: GABIÕES - GABIONS

A Secção 2600 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

2601	Âmbito de aplicação
2602	Materiais
2603	Fabrico de caixas de gabiões
2604	Construção em gabiões
2605	CrITÉRIOS de medição

2601 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange a construção de paredes de gabiões e soleiras para a construção de muros de retenção, revestimento de canais, protecção de taludes e outras estruturas anti-erosão.

Geralmente, os gabiões devem ser gaiolas flexíveis de malha de ferro galvanizado, enchidas com pedra.

2604 Construção em gabiões

a) Preparação da fundação e da superfície

A superfície na qual as gaiolas de gabiões devem ser colocadas antes de serem enchidas com pedra deve ser nivelada à profundidade ilustrada nos desenhos ou conforme indicado pelo Fiscal, de modo a apresentar uma superfície uniforme. Se necessário, as cavidades entre as saliências das pedras devem ser preenchidas com material semelhante ao especificado na Subcláusula 2602 (a). Onde necessário, deve ser escavada uma vala de fundação ao longo do dedo do revestimento ou parede nas dimensões ilustradas nos desenhos ou indicadas pelo Fiscal.

b) Tecido filtrante

Uma camada de tecido de filtro (geotêxtil) da classe 3 deve ser colocada onde indicada nos desenhos ou pelo Fiscal. O material deve ser colocado, de acordo com as instruções, em tiras com sobreposição mínima de 300 mm nas juntas, e deve ser devidamente fixado para impedir qualquer movimento ou escorregamento durante a colocação dos gabiões.

c) Montagem

De um modo geral, os métodos de construção, alongamento, colocação em posição, amarração e enchimento dos gabiões com pedra devem estar de acordo com as instruções do fabricante, que foram aprovadas pelo Fiscal. No entanto, devem ser tensionados arames de ligação em número suficiente entre os lados verticais de todas as células visíveis externas para impedir a deformação das caixas à medida que são preenchidas com pedra.

É essencial que os cantos das gaiolas de gabiões sejam conectados firmemente para fornecer uma superfície uniforme e garantir que a estrutura não se assemelhe a uma série de blocos ou painéis.

O layout e as tolerâncias para o layout das caixas devem ser os ilustrados nos desenhos ou conforme as instruções do Fiscal.

d) Enchimento com pedra

i) Caixas em muros de suporte

Devem ser tomados cuidados especiais na embalagem das faces visíveis das caixas de gabião, onde somente pedras seleccionadas do tamanho especificado devem ser usadas para obter

um acabamento uniforme. As caixas devem ser preenchidas em camadas para evitar deformações e abaulamentos. As caixas devem ser preenchidas logo abaixo do nível dos tensores de arame, após o que os arames devem ser torcidos para fornecer tensão. Devem tomar-se precauções para garantir que camadas consecutivas de gaiolas sejam preenchidas uniformemente numa superfície nivelada pronta para receber a próxima linha.

ii) Colchões utilizados em revestimentos e soleiras

Os gabiões de 0,2 m, 0,3 m e 0,5 m, que formam soleiras e revestimentos, devem ser preenchidos por pedras aleatórias arrumadas na camada inferior e por pedras seleccionadas na camada superior, de modo a parecerem pedras normais.

B.13 SECÇÃO 3100: MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS - BORROW MATERIALS

A Secção 3100 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

3101	Âmbito de aplicação
3102	Negociações com proprietários e Autoridades
3103	Utilização de câmaras de empréstimo
3104	Obtenção de materiais de empréstimo
3105	Abertura e exploração de câmaras de empréstimo
3106	Restauração de câmaras de empréstimo
3107	Despejo do material de empréstimo
3108	Classificação das câmaras de empréstimo de materiais granulares para camadas de pavimento
3109	Critérios de medição

3101 Âmbito de aplicação

Esta secção cobre as actividades envolvidas na obtenção de materiais de empréstimo para o trabalho sob determinado contrato, incluindo negociações com os proprietários dos terrenos em que as áreas estão localizadas, limpeza do local, remoção e despejo da sobrecarga de material impróprio, escavação do material seleccionado para uso, e acabamentos finais das áreas de empréstimo.

3102 Negociações com proprietários e Autoridades

No que diz respeito às áreas de empréstimo que são identificadas e prescritas pelo contratante para a execução das Obras, o Empreiteiro está isento de todas as obrigações e custos relacionados as negociações e compensações aos proprietários dos terrenos em que as áreas de empréstimo estão situadas, salvo indicação em contrário.

Chama-se à atenção do Empreiteiro as disposições da cláusula 1214 das Especificações Padrão, no que diz respeito às suas actividades em terras privadas.

O Empreiteiro deve observar todas as disposições legais relacionadas com a exploração de câmaras de empréstimo, restrições de carga no caso de uso de vias públicas, bem como as Especificações do Projecto em relação às suas actividades em câmaras de empréstimo e aos acabamentos finais após a exploração.

Metodologia

As Especificações Padrão contêm pormenores de um conjunto de medidas a observar na exploração de câmaras de empréstimo sobre as quais aconselha-se uma leitura atenta. Resumidamente podemos considerar o seguinte:

- As câmaras de empréstimo devem ser trabalhadas em faixas, para garantir que sejam retirados apenas agregados suficientes para o projecto e limitar à menor área possível os impactos da exploração do empréstimo.
- Antes do início do trabalho, o Empreiteiro deve apresentar um projecto de exploração da câmara de empréstimo e um plano de restauração. Quaisquer solos e subsolos superficiais serão separados e armazenados progressivamente numa área de armazenamento temporário. O monte de armazenamento também deve ter terraços, sempre que possível, para garantir a estabilidade. Todos os materiais armazenados temporariamente devem ser utilizados na restauração da área de empréstimo.
- No caso de existir rocha, esta deve ser rasgada com uma escavadora. O nível do piso da câmara de empréstimo deve estar ao nível da entrada e deve ter um gradiente muito fraco até à entrada, à fim de permitir a drenagem livre da área de empréstimo, durante a exploração e após a restauração final. Esse gradiente geral não deve exceder 1:100 para garantir que o escoamento não seja muito rápido, o que resultaria em erosão e transporte excessivo de partículas da área de escavação.
- As câmaras de empréstimo devem ser protegidas continuamente contra a entrada de águas superficiais, e o Empreiteiro deve construir os bancos temporários que forem necessários para desviar estas águas e, na medida do possível, as suas operações deverão ser planeadas de forma a que a câmara de empréstimo seja auto-drenante. Quando isso não for possível, as câmaras de empréstimo serão drenadas por bombagem. O Empreiteiro será o único responsável por manter as áreas de empréstimo secas e por garantir que o material esteja suficientemente seco quando necessário para uso.

B.14 SECÇÃO 3200: SELECÇÃO, AMONTOAMENTO E DESAGREGAÇÃO DO MATERIAL PROVENIENTE DE EMPRÉSTIMOS E DE CORTES, COLOCAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE CAMADAS GRANULARES - *SELECTION, STOCKPILING AND BREAKING DOWN THE MATERIAL FROM BORROW PITS AND CUTTINGS, AND PLACING AND COMPACTING THE GRAVEL LAYERS*

A Secção 3200 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

3201	Âmbito de aplicação
3202	Seleção do material
3203	Empilhamento do material
3204	Desagregação do material proveniente dos cortes e dos empréstimos
3205	Esmagamento e crivagem
3206	Controle do teor de humidade dos materiais
3207	Espessura das camadas e espalhamento dos materiais
3208	Colocação e compactação dos materiais em camada de espessura de 200mm e menos após compactação
3209	Colocação e compactação de materiais em espessuras de camadas superiores a 200mm após compactação
3210	Descarte do material de tamanho em excesso
3211	Drenagem e protecção
3212	Critérios de medição

3201 Âmbito de aplicação

Esta secção descreve a selecção de materiais proveniente dos cortes e empréstimos destinados aos diversos fins para os quais são necessários, empilhamento dos materiais escavados que não podem ser despejados directamente quando necessário, desagregação do material durante o processo de escavação, quando é processado na estrada, ou quando é necessário um processamento especial para a desagregação por meio de um britador, controlo do teor de humidade, espalhamento e compactação de camadas de solo e material granular e construção de aterro com pedra.

Além disso, esta secção descreve o tratamento de material recuperado de pavimentos existentes e a construção em áreas restritas durante os trabalhos de reabilitação.

A menos que seja inconsistente com o contexto, as disposições da Secção 3200 relacionadas com as câmaras de empréstimo, ou com o material proveniente das câmaras de empréstimo, devem aplicar-se taxativamente aos locais onde o material é recuperado de uma estrada existente e ao próprio material recuperado de uma estrada existente, respectivamente.

3202 Selecção do material

O Empreiteiro deve usar materiais estritamente de acordo com a finalidade para a qual foram aprovados e de acordo com os detalhes indicados nos desenhos ou conforme determinado pelo Fiscal. Durante as suas actividades ligadas às câmaras de empréstimo ou cortes, o Empreiteiro deve garantir que os materiais aprovados não sejam desnecessariamente poluídos por materiais inadequados ou que os materiais aprovados não sejam desperdiçados inutilmente.

O Empreiteiro deve observar as disposições das Subcláusulas 3104 (c) e 3105 (d) e (e) relativamente às actividades de empréstimo, e subcláusula 3306 (d) em relação às actividades de cortes.

Se o Empreiteiro poluir ou desperdiçar desnecessariamente material adequado, ele deve fornecer novo material apropriado, suportando os respectivos custos.

3203 Empilhamento do material

O Empreiteiro deve planejar as suas actividades de modo a que os materiais escavados em empréstimo ou cortes possam, na medida do possível, ser transportados directamente e colocados no ponto em que vão ser utilizados. No entanto, onde a utilização de materiais for impraticável dessa forma, e se assim for instruído pelo Fiscal por escrito, os materiais deverão ser armazenados temporariamente em pilhas para posterior carregamento e transporte até ao local onde serão usados. A compensação pelos materiais empilhados será paga somente em relação ao material armazenado de acordo com as instruções escritas do Fiscal.

O armazenamento temporário de material, disposto em montes, dentro da área de empréstimo com vista ao carregamento, ou qualquer outro método de armazenamento usado em conexão com o método de carregamento adoptado pelo Empreiteiro no empréstimo ou corte, não será classificado como armazenamento temporário. Os custos desses processos serão considerados como cobertos pelos preços unitários dos vários itens de trabalho para os quais o material armazenado é usado.

As áreas de armazenamento e a altura máxima das pilhas devem ser indicadas ou aprovadas pelo Fiscal. Antes de se fazer qualquer empilhamento de material, o local deve ser limpo e todas as pedras soltas ou qualquer vegetação ou outro material que possa causar poluição devem ser removidos. Durante o uso, os 100 mm inferiores de material armazenado não devem ser utilizados para construção. Após a remoção do material armazenado, o local deve ser restabelecido o mais próximo possível da sua condição original, e a superfície deve ser levemente escarificada para promover o crescimento da vegetação.

O pagamento para empilhar o material dos pavimentos existentes apenas será feito se o material for reutilizado e se o empilhamento tiver sido aprovado ou dirigido pelo Fiscal.

3204 Desagregação do material proveniente dos cortes e dos empréstimos

(a) A desagregação do material nas câmaras de empréstimos e em cortes

O material dos cortes e empréstimos deve ser desagregado nos tamanhos máximos definidos abaixo, dependendo do uso previsto para o material, antes de ser carregado e transportado para a estrada.

Aterros com pedras	dimensão máxima de 750mm
Aterros normais	dimensão máxima de 500mm
Camadas de pavimento.	dimensão máxima de 300mm

O material inadequado precisa de ser desagregado apenas o suficiente para facilitar o carregamento e o transporte, mas o Fiscal pode exigir que o material seja desagregado até um tamanho máximo de 500 mm, com o objectivo de nivelar efectivamente superfícies das áreas de proveniência.

O material destinado à britagem precisa de ser desagregado apenas o suficiente para permitir a aceitação pelo britador.

b) Desagregação adicional do material das camadas de pavimento trazido para a estrada

O material de pavimento trazido para a estrada deve ser pulverizado nos tamanhos especificados para cada camada, usando equipamento adequado para essa finalidade. O Empreiteiro terá a liberdade de empregar quaisquer métodos e equipamentos de sua preferência, mas, sempre que surgir alguma diferença de opinião em relação à praticabilidade do processo de pulverização ou à adequação dos métodos e equipamentos empregados pelo Empreiteiro, o Fiscal pode exigir o uso de um compactador de grelha. Assim, os resultados obtidos servirão como padrão do grau de pulverização a ser atingida por quaisquer métodos alternativos.

c) Desagregação adicional do material de aterro trazido para a estrada

Depois de feita a desagregação do material de aterros provenientes de empréstimos ou cortes no tamanho máximo especificado na Subcláusula 3204 (a) e depois de espalhado na plataforma da estrada, o material será pulverizado por meio de equipamento adequado, tais como compactadores de grade, sujeito à aprovação do Fiscal.

Em muitos casos, a desagregação dos solos através do processo normal de compactação deve ser suficiente e pode não ser necessário nenhum esforço especial para a pulverização. No entanto, no caso de material duro e granular, o Fiscal pode exigir que o material receba pelo menos uma passagem do compactador de grade, e o grau de pulverização atingido servirá como padrão para os resultados a atingir por métodos alternativos que o Empreiteiro se proponha a empregar.

3206 Controlo do teor de humidade dos materiais

O Empreiteiro deve tomar todas as precauções razoáveis para evitar que o material nas câmaras de empréstimo, escavações, empilhamentos e na estrada se torne excessivamente húmido em resultado de chuvas ou águas subterrâneas. Em vista do exposto, a escavação em câmaras de empréstimos deve, tanto quanto possível, ser planeada e executada de modo a impedir acumulação de água nas áreas de empréstimo e cortes, e o Empreiteiro deverá fornecer, igualmente, a drenagem temporária necessária para este propósito. Durante a estação chuvosa, o material deve ser espalhado com uma inclinação transversal adequada e, se não for compactado directamente, deve ser rolado várias vezes com um cilindro de rolos liso estático para permitir que a água escorra e não penetre no material indevidamente. De igual modo, devem tomar-se precauções para não permitir que a água se acumule contra as pilhas de material, cordões ou qualquer material espalhado.

Quando o material, apesar das medidas de precaução apropriadas, tendo em conta o seu teor de humidade no local, estiver muito húmido para satisfazer os requisitos relativos ao teor de humidade durante a compactação, o Empreiteiro deve expor o material até que este esteja adequadamente seco para compactação. Contudo, e em primeira instância, o Empreiteiro, aquando da elaboração do seu programa de construção, deve, na medida do possível, planificar para que materiais com alto teor de humidade natural sejam utilizados na estação seca e não durante a chuvosa.

Nenhuma prescrição se aplica à secagem do material, pelo que o próprio Empreiteiro deve decidir sobre os melhores métodos. Não será feito nenhum pagamento adicional para manter seco ou secar o material, mas o custo desse trabalho deve estar incluído nos preços unitários dos vários itens de trabalho relacionados com o uso desse material, a menos que uma compensação adicional desta natureza tenha sido incluída nas especificações do projecto.

No entanto, quando o Empreiteiro tomar todas as precauções razoáveis para manter o material seco, ou secá-lo sempre que necessário, e mesmo assim for impraticável secar o material conforme necessário, o Fiscal deve:

- (i) permitir que o material seja compactado com um teor de humidade mais alto, sujeito à densidade seca necessária; ou
- (ii) declarar o material inadequado e instruir para que não seja usado e, caso já esteja na estrada, que seja removido com a devida compensação e substituído por material adequado; ou
- (iii) instruir o Empreiteiro, conforme julgar necessário, na altura, e compensá-lo por quaisquer despesas adicionais provocadas por essas circunstâncias, mas apenas se os custos adicionais não tiverem surgido por falha do Empreiteiro em cumprir com as disposições desta cláusula.

B.15 SECÇÃO 3300: TERRAPLENAGENS - MASS EARTHWORKS

A Secção 3300 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

3301	Âmbito de aplicação
3302	Materiais
3303	Classificação de cortes e escavação de empréstimos
3304	Classificação da compactação
3305	Tratamento do leito da estrada
3306	Corte e empréstimo
3307	Aterros
3308	Acabamento de taludes
3309	Protecção do prisma da estrada e estruturas
3310	Tolerâncias de construção
3311	Inspecção de rotinas e testes
3312	Crítérios de medição

3301 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange todo o trabalho relacionado com as operações de cortes e aterros, remoção de detritos inadequados para uso, construção e compactação de aterros com material proveniente dos cortes no prisma da estrada ou material de empréstimo aprovado, compactação do leito e acabamento de cortes e aterros, até ao estágio em que os aterros estão prontos para a colocação das camadas do pavimento.

Metodologia

- (i) Por assim dizer, este item compreende as operações de corte e aterro que se seguem após a limpeza e desmatção.
- (ii) Após a limpeza e desmatção ter sido aprovada pelo Fiscal, a área respectiva deve ser novamente inspecionada para as operações de corte e aterro, conforme apropriado. Deverá ser feito um levantamento topográfico tendo como referência o eixo da via para verificar a extensão do corte ou aterro necessário. Os dados topográficos recolhidos serão usados como base para a medição dos trabalhos de terraplenagem.
- (iii) Para as secções em corte, o material será examinado quanto à sua adequação para as camadas de aterro ou do pavimento. Sempre que o material for considerado inadequado, será transportado para o vazadouro, cuja localização deve ser aprovada pelo Fiscal. O solo superficial será amontoado fora da largura da construção para ser usado nas secções do aterro com protecção parcial contra a erosão. O corte será reduzido ao nível da formação.

- (iv) Para as secções em aterro, o leito da estrada será preparado conforme descrito no item 33.10 dos critérios de medição. O leito da estrada assim preparado será testado quanto à compactação. Um Pedido de Inspeção por escrito, no formulário previsto, será enviado com a devida antecedência.
- (v) Após a aprovação do Fiscal, o aterro será executado em camadas compactadas não superiores a 150mm. Cada camada será construída com um caimento de 3% e será testada quanto à compactação e qualidade do material. Serão enviadas solicitações de inspecção por escrito, no formulário previsto, para cada camada. O aterro deve ser elevado ao nível da formação.

Nota explicativa

Nos aterros distinguem-se as seguintes zonas, cuja geometria será definida no projecto:

Parte Inferior do Aterro (PIA)	É a zona do aterro que assenta sobre a fundação (geralmente considera-se que é constituída pelas duas primeiras camadas do aterro). No caso de se ter procedido previamente aos trabalhos de decapagem, consideram-se também incluídas para além destas, as camadas que se situam abaixo do nível do terreno natural.
Corpo	É a parte do aterro compreendida entre a Parte Inferior e a Parte Superior do Aterro.
Parte Superior do Aterro (PSA)	É a zona do aterro (na ordem dos 40-85cm) sobre a qual apoia a Camada de Leito do Pavimento, a qual integra a fundação do pavimento e influencia o seu comportamento.
Leito do Pavimento	É a última “camada” constituinte do aterro, que se destina essencialmente a conferir boas condições de fundação ao pavimento, não só do ponto de vista das condições de serviço, mas também das condições de colocação em obra, permitindo uma fácil e adequada compactação da primeira camada do pavimento, e garantindo as condições de transitabilidade adequadas ao tráfego de obra. Por razões construtivas o leito do pavimento pode ser construído por uma ou várias camadas.
Espaldar	É a zona lateral do corpo do aterro que inclui os taludes, e que pode ocasionalmente ter função de maciço estabilizador.

A Parte Superior do Aterro e o Leito do Pavimento constituem a fundação do pavimento.

3304 Classificação da compactação

Para fins de medição e pagamento, o método de processamento e a compactação do material de aterro devem ser classificados conforme descrito abaixo. O Fiscal decidirá antecipadamente sobre qual classificação de compactação será utilizada e a classificação do material para fins de escavação não será de forma alguma levada em consideração em relação à classificação da compactação do material.

a) Compactação com uma percentagem mínima da densidade AASHTO modificada

Sempre que um requisito de densidade em relação a uma camada de aterro ou pavimento for detalhado nessas especificações, nos desenhos ou nas especificações do projecto ou for prescrito pelo Fiscal em termos de uma percentagem da densidade AASHTO modificada , o Empreiteiro terá a liberdade de escolher o tipo de equipamento de compactação, a fim de atingir a densidade desejada em toda a profundidade especificada da camada, desde que cumpra integralmente os requisitos gerais dessas especificações e que o equipamento usado seja adequado para a finalidade, não sendo de forma alguma prejudicial para qualquer parte das Obras já concluídas.

B.16 SECÇÃO 3400: CAMADAS DE PAVIMENTO EM MATERIAL GRANULAR - PAVEMENT LAYERS OF GRAVEL MATERIAL

A Secção 3400 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

3401	Âmbito de aplicação
3402	Materiais
3403	Construção
3404	Protecção e manutenção
3405	Tolerâncias de construção
3406	Inspeção e ensaios de rotina
3407	Critérios de medição

3401 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange a construção de camadas de material seleccionado, sub-bases, bases e bermas e, também, camadas de desgaste de material natural aprovado ou material granular parcialmente triturado.

3403 Construção

a) Requisitos aplicáveis antes da construção de uma camada

As camadas de pavimento devem ser construídas apenas quando a camada subjacente satisfazer todos os requisitos especificados e tiver sido aprovada pelo Fiscal. Antes da construção de qualquer camada de pavimento, e também antes de qualquer material para uma camada de pavimento ser descarregada na estrada, o Empreiteiro deve verificar a camada subjacente para determinar se há algum dano, pontos húmidos ou outros defeitos, que devem ser corrigidos de acordo com as instruções do Fiscal antes da construção da próxima camada.

b) Colocação e compactação

- (i) A formação, sobre a qual o pavimento será construído, será inspeccionada e aprovada pelo Fiscal. Um Pedido de Inspeção por escrito, no formulário apropriado, deverá ser enviado antecipadamente.
- (ii) Nas secções em corte, a formação será preparada como um leito de estrada, conforme descrito no item 33.10 dos Critérios de Medição das Especificações Padrão. Nas secções de aterro, não será necessário nenhuma preparação adicional, pois o aterro será feito de acordo com o abaulamento e compactação necessários.
- (iii) Após a formação ter sido aprovada pelo Fiscal, a construção da camada de sub-base poderá prosseguir. Primeiro, a superfície será humedecida, de modo a melhorar a criação de uma junta homogênea com a camada da sub-base. Imediatamente depois, o material da sub-base aprovado será despejado no local. Seguir-se-á o espalhamento do material por meio de uma motoniveladora conferindo à camada a inclinação transversal especificada. Qualquer material de tamanho considerado excessivo será removido. O material será regado, se necessário, e misturado até que o teor ideal de humidade seja atingido. A compactação será feita por meio de um rolo vibrador. A camada da sub-base será finalizada com a largura, inclinação transversal e níveis requeridos.
- (iv) A camada da sub-base, sobre a qual a base do pavimento será construída, deverá ser inspeccionada e aprovada pelo Fiscal. Um Pedido de Inspeção por escrito, no formulário apropriado, deverá ser submetido com antecedência razoável. A sub-base será verificada quanto ao alinhamento, níveis, largura, inclinação transversal e compactação. Adicionalmente, segundo instruções do Fiscal, serão feitos testes de controlo de caracterização do material tais como Limites de Atterberg, CBR e granulometria.
- (v) Após a aprovação da sub-base pelo Fiscal, a construção da camada de base poderá prosseguir. Primeiro, a superfície será humedecida, de modo a melhorar a criação de uma junta homogênea com a camada da sub-base. Imediatamente depois, o material aprovado para a camada de base será baldeado no local. Seguir-se-á o espalhamento do material por meio de uma motoniveladora conferindo à camada a inclinação transversal especificada. Qualquer material de tamanho considerado excessivo será removido. O material será regado, se necessário, e misturado até que o teor ideal de humidade seja atingido. A compactação será feita por meio de um cilindro vibrador. A camada da base será finalizada com a largura, inclinação transversal e níveis requeridos. Adicionalmente, segundo instruções do Fiscal, serão feitos testes de controlo de caracterização do material tais como Limites de Atterberg, CBR e granulometria.

c) Bermas

Nos casos em que as bermas forem construídas com o mesmo material que foi utilizado para a base, as bermas devem ser construídas simultaneamente com a base.

Nos casos em que a base deve ser construída com pedra britada, as bermas devem ser construídas primeiro e depois cuidadosamente cortadas na linha necessária para fornecer suporte lateral para a pedra britada. Devem tomar-se as devidas precauções para não poluir o material de base com o material da berma. No caso de bases de asfalto, as bermas podem ser construídas após a conclusão da base.

O material da berma deve ser espalhado, pulverizado, regado, processado e compactado de acordo com as disposições da Secção 3200 das Especificações Padrão, e deve ser compactado para uma densidade não inferior a 93% da densidade AASHTO modificada, ou densidade AASHTO modificada de 95%, se especificado nos desenhos ou pelo Fiscal.

O trabalho deve ser feito de forma a que a estrada possa ser adequadamente drenada, em qualquer altura por meio de tubos de drenagem temporários que passam pelas bermas. O Empreiteiro não deve começar a construir a superfície betuminosa final de qualquer parte da estrada antes de concluir as bermas dessa secção e o Fiscal as aprovar.

e) Recarga de base existente

Quando uma camada de material granular existente tiver que ser melhorada mediante a adição de uma camada de material com menos de 100mm de espessura, a superfície existente deve ser escarificada até à profundidade instruída pelo Fiscal, misturada com o material importado para formar uma camada homogênea de 100mm de espessura, no mínimo recompactada à densidade seca especificada e configurada com o alinhamento e níveis ilustrados nos desenhos, ou conforme solicitado pelo Fiscal.

Qualquer material excedente existente deve ser retirado e removido para o vazadouro ou incorporado noutra local da base, conforme indicado pelo Fiscal.

B.17 SECÇÃO 3500: ESTABILIZAÇÃO - STABILISATION

A Secção 3500 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

3501	Âmbito de aplicação
3502	Materiais
3503	Estabilização química
3504	Modificação mecânica
3505	Tolerâncias
3506	Qualidade de materiais e obra
3507	Critérios de medição

3501 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange a estabilização de materiais utilizados na construção do leito da estrada, do aterro ou das camadas do pavimento, através da adição de um agente estabilizador químico ou através da modificação mecânica do material, misturando vários materiais ou tratando o material com um agente estabilizador betuminoso. Inclui o fornecimento, o espalhamento e a mistura do agente estabilizante ou do aglutinante do solo. No caso de material quimicamente estabilizado, a camada recebe um tratamento de cura.

3502 Materiais

a) Agentes estabilizadores químicos

O agente estabilizador deve ser um ou mais dos indicados nas Especificações Padrão, nos Desenhos, na Lista de Quantidades, nas Especificações do Projecto ou pedidos pelo Fiscal.

i) Cal rodoviária

A cal rodoviária deve satisfazer os requisitos da especificação nacional para a cal ou da AASHTO M 216 ou SABS 824, quando não houver norma local.

(ii) Cimento Portland normal

O cimento Portland normal deve satisfazer os requisitos da especificação nacional ou da AASHTO M 85 ou SABS 471, quando não existir um padrão local. O uso de cimento Portland de presa rápida não deve ser permitido.

b) Geral

Desde o momento da compra até o momento do uso, todos os agentes estabilizadores devem ser mantidos sob uma cobertura adequada e protegidos da humidade.

As remessas desses materiais devem ser usadas na mesma sequência em que são entregues nas obras. Os estoques armazenados no local por períodos superiores a três meses não devem ser utilizados na obra, a menos que autorizado pelo Fiscal.

c) Ligante do solo

O ligante do solo para modificação mecânica deve ser retirado dentro dos limites de uma fonte aprovada e deve estar sujeito aos requisitos de classificação, índice de plasticidade ou outras propriedades que possam ser indicados nos planos da câmara de empréstimo, ou prescritos pelo Fiscal.

d) Propriedades do material

As propriedades do material após a estabilização serão especificadas nos Desenhos e no Projecto. Para garantir que ocorra uma reacção de estabilização durável, a quantidade de estabilizador adicionado não deve ser menor que o consumo inicial de cal (ICL), conforme determinado pelo método descrito na Subcláusula 7109 (d) mais 1% das Especificações Padrão. Normalmente, um teor de estabilizador superior a 5% não é especificado para evitar fissuras excessivas por contracção.

3503 Estabilização química

a) Preparação da camada

O material a ser estabilizado deve ser preparado e colocado conforme especificado na Secção 3200 e deve receber pelo menos uma passagem com um rolo liso. O material deve estar húmido.

b) Aplicação do agente estabilizante

Após a preparação da camada de solo ou cascalho, o agente estabilizador deve ser espalhado uniformemente por toda a área da camada na taxa de aplicação prescrita, por meio de um de espalhador mecânico aprovado em processo contínuo, ou pode ser espalhado à mão.

Quando o espalhamento é feito manualmente, os sacos do agente estabilizador devem ser espaçados com precisão em intervalos iguais ao longo da secção a ser estabilizada, para que a taxa de aplicação especificada possa ser alcançada. O agente estabilizador deve ser espalhado o mais uniformemente possível e deve ser distribuído igualmente por toda a superfície para ser tratado, nivelando o agente estabilizador por meio de ancinhos.

O Fiscal pode permitir o espalhamento do agente estabilizador espaçado à mão por uma moto-niveladora, desde que esteja satisfeito com a obtenção de uma distribuição uniforme do agente estabilizador.

c) Mistura do agente estabilizante

Imediatamente após o espalhamento do agente estabilizante, este deve ser misturado com o material granular em toda a profundidade do tratamento. Deve tomar-se cuidado para não perturbar a camada compactada por baixo, nem misturar o agente estabilizador abaixo da profundidade desejada. A mistura deve continuar pelo tempo que for preciso, e repetida quantas vezes forem necessárias, para garantir uma homogeneização completa dos componentes em toda a área e profundidade do material a ser tratado e até apresentar uma aparência uniforme.

A mistura deve ser feita por motoniveladora, grade de discos, misturadora rotativa ou equipamento equivalente, trabalhando em toda a área e profundidade da camada a ser estabilizada por meio de passagens sucessivas do equipamento.

d) Rega

Imediatamente após o agente estabilizador ter sido adequadamente misturado com o material granular, deve ser determinado o teor de humidade da mistura e deve ser adicionada a quantidade necessária de água especificada na Secção 3200.

Cada aplicação ou adição de água deve ser bem misturada com o material granular, a fim de evitar a concentração de água próxima à superfície ou o fluxo de água sobre a superfície da camada.

Devem ser tomados cuidados especiais para garantir uma distribuição satisfatória da humidade em toda a profundidade, largura e comprimento da secção que está a ser estabilizada e para

impedir que qualquer parte do trabalho seja excessivamente molhada após a adição do agente estabilizador. Qualquer parte do trabalho que permaneça muito húmida após a adição do agente estabilizante e antes da compactação da mistura será rejeitada e essas porções deverão secar até atingirem o teor de humidade necessário para depois serem escarificadas, restabelecidas, novamente compactadas e finalizadas, de acordo com os requisitos aqui especificados, tudo à custa do Empreiteiro. O fornecimento de água e o equipamento de rega devem ser adequados para garantir que toda a água necessária seja adicionada e misturada com o material a ser tratado, dentro de um período suficientemente curto, para permitir que a compactação e o acabamento fiquem concluídos dentro do período especificado na Subcláusula 3503 (h) das Especificações Padrão.

e) Compactação

É aplicável o disposto na Secção 3200 das Especificações Padrão. Durante a compactação, a camada deve ser continuamente remexida por motoniveladora e a perda de humidade por evaporação deve ser corrigida por outras aplicações leves de água.

Durante a compactação das camadas estabilizadas, o Empreiteiro deve gradar ou escarificar levemente a crosta antes da rolagem final, se requerido pelo Fiscal, a fim de evitar a formação de laminações perto da superfície da camada. O rolamento final deve ser realizado com equipamentos que proporcionem um acabamento superficial suave, em conformidade com as tolerâncias de superfície especificadas. Remendos baixos na superfície podem não ser preenchidos após a compactação. Os requisitos mínimos de compactação devem ser os especificados para a camada específica nas várias secções destas especificações.

Um número suficiente de unidades de compactação deve ser empregue no trabalho para garantir que, a partir do momento em que o agente estabilizador seja aplicado pela primeira vez à camada, o processo de mistura, a rega, a compactação, a modelagem e o acabamento final sejam concluídos dentro dos períodos especificados na Subcláusula 3503 (h) abaixo.

f) Acabamentos em cruzamentos

Qualquer porção acabada da camada estabilizada adjacente ao novo trabalho, que seja usada como área de manobras pelo equipamento na construção da secção adjacente, deve receber uma cobertura protectora de solo ou cascalho com pelo menos 100 mm de espessura e comprimento suficiente para evitar danos ao trabalho já concluído. Quando a secção adjacente estiver finalmente finalizada, essa cobertura deverá ser removida para permitir a realização de uma junta vertical suave na junção das diferentes secções. O material na vizinhança da junta que não possa ser processado satisfatoriamente com equipamentos de construção normais deve ser misturado e compactado manualmente ou com máquinas manuais adequadas.

g) Cura do trabalho estabilizado

A camada estabilizada deve ser protegida contra uma secagem rápida por pelo menos sete dias após a conclusão da camada.

Os métodos de protecção podem ser um ou mais dos seguintes:

- (i) A camada estabilizada deve ser mantida continuamente húmida ou saturada através de rega a intervalos frequentes. Este método será permitido por um período máximo de 24

horas, mas um dos Métodos (ii), (iii) ou (iv) deverá ser aplicado assim que o teor de humidade da camada estabilizada o permitir. Trabalhos que não são mantidos continuamente húmidos ou saturados, mas sujeitos a ciclos consecutivos de secagem a molhagem, podem ser rejeitados pelo Fiscal, caso considere que a camada foi afectada adversamente.

- (ii) A camada estabilizada deve ser coberta com o material necessário para a camada seguinte, enquanto a camada estabilizada ainda estiver em condições húmidas ou saturadas. O material que forma a camada de protecção deve ser regado sempre que seja necessário para manter a camada estabilizada continuamente húmida ou saturada e, em clima seco, isso deve ser feito pelo menos uma vez a cada 24 horas.
- (iii) A camada estabilizada deve ser coberta com uma membrana de cura que consiste numa emulsão de pulverização ou betume aplicado na taxa indicada pelo Fiscal. As disposições da Secção 4100 aplicam-se de igual modo à aplicação de uma membrana de cura.
- (iv) Quando um revestimento primário é especificado no topo da base ou sub-base estabilizada, o revestimento primário pode ser utilizado como uma membrana de cura e deve ser aplicado conforme especificado na Secção 4100 das Especificações Padrão.

Nenhum pagamento adicional será feito pela cura, conforme descrito acima, excepto quando a aplicação de uma membrana de cura é solicitada pelo Engenheiro, sendo que, neste caso, será paga separadamente. A aplicação de um revestimento primário será paga de acordo com a Secção 4100.

h) Limitações de construção

Para as camadas cimentadas, o agente estabilizante deve ser aplicado apenas a uma área em que todo o processamento, rega, compactação e acabamento possam ser concluídos dentro do período indicado na Tabela 3503/1, ou seja:

Cimento Portland comum ou cimento pozolânico	8 horas
Cal hidráulica	10 horas

Para modificação, o período máximo permitido desde o momento em que o aglutinante entra em contacto com a camada que está a ser modificada até à conclusão da compactação deve ser de 48 horas no caso de utilização de cal. O horário de início será o tempo mediano necessário para concluir o espalhamento da cal. A modificação de materiais só deve ser realizada para melhorar as propriedades do material antes da estabilização química. De um modo geral, a modificação por si só será perdida rapidamente através da carbonatação.

Nenhuma estabilização deve ser aplicada quando o teor de humidade do material a ser estabilizado exceder o teor óptimo de humidade em mais de 2% da massa seca do material. Nenhuma estabilização deve ser feita durante o tempo chuvoso ou quando, na opinião do Fiscal, as condições de vento possam afectar adversamente as operações de estabilização. Qualquer chuva que caia na área de trabalho durante o processo de estabilização pode ser motivo suficiente para o Fiscal ordenar que todas as áreas afectadas sejam reconstruídas à custa do Empreiteiro.

Nenhum tráfego nem qualquer equipamento usado para processar a camada pode passar sobre o agente estabilizador recém espalhado. Somente o equipamento necessário para a cura ou preparação pode ser permitido sobre as camadas tratadas durante o período de cura

especificado. Quando o equipamento de rega causar danos à camada, o Fiscal pode instruir que a rega seja feita por via lateral usando tanques de água.

3505 Tolerâncias

a) Taxa de aplicação

A taxa média de aplicação de um agente estabilizador químico, quando aplicada por um equipamento mecânico de espalhamento a granel e medida através do método de remendo de lona, deve ser igual à taxa de aplicação especificada $\pm 5\%$ da taxa de aplicação medida em qualquer secção não superior a 1,0 km de comprimento. Nenhuma medição única deve mostrar um valor abaixo de 20% da taxa especificada.

Quando baldeados à mão, os agentes estabilizadores devem ser espalhados exactamente na taxa de aplicação especificada.

b) Uniformidade da mistura

O teor de ligante de cimento do material misturado, determinado a partir de 50 amostras por lote, quando amostrado e testado conforme especificado na Subcláusula 7109 (a), deve estar dentro dos seguintes limites.

- (i) O teor médio de ligante de cimento de todas as 50 amostras não deve ser inferior a 93% do teor especificado de ligante.
- ii) não mais de nove amostras das 50 devem apresentar um teor de ligante de cimento inferior a 70% do teor de ligante especificado.

Conforme descrito na Subcláusula 7109 (a), os resultados do teste devem ser ajustados para permitir a presença, no material a ser estabilizado, dos minerais que afectam os resultados do teste. Os requisitos acima referidos para a uniformidade da mistura devem ser aplicados somente na condição de que a variação desses ajustes esteja dentro dos limites especificados na Cláusula 7109.

B.18 SECÇÃO 3600: BASES E SUB-BASES DE MATERIAL BRITADO - CRUSHED STONE BASE AND SUB BASE

A Secção 3600 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

3601	Âmbito de aplicação
3602	Materiais
3603	Requisitos antes da camada de material britado ser construída
3604	Construção
3605	Protecção e manutenção
3606	Tolerâncias de construção
3607	Inspecção e ensaios de rotina
3608	Critérios de medição

3601 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange a aquisição, fornecimento e colocação de pedra britada aprovada no topo da camada ou sub-base seleccionada concluída e a construção de uma base ou sub-base de pedra britada, conforme o caso, de acordo com os requisitos destas especificações.

B.19 SECÇÃO 4100: REGA DE IMPREGNAÇÃO - PRIME COAT

A Secção 4100 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

4101	Âmbito de aplicação
4102	Materiais
4103	Equipamentos
4104	Clima e outras limitações
4105	Preparação da camada a impregnar
4106	Aplicação da rega de impregnação
4107	Manutenção e abertura ao tráfego
4108	Tolerâncias
4109	Ensaaios
4110	Critérios de medição

4101 Âmbito de aplicação

Esta secção aborda a aplicação da rega de impregnação na superfície da camada de base previamente preparada.

4104 Clima e outras limitações

Não deverá ser feita nenhuma rega de impregnação nas seguintes condições adversas:

- (a) em condições de neblina ou humidade;
- (b) quando a chuva está iminente;
- (c) quando o vento sopra suficientemente forte para causar pulverização irregular;
- (d) quando a superfície da camada estiver visivelmente húmida, ou seja, mais húmida do que convém;
- (e) quando a temperatura da superfície imediatamente antes do início da aplicação do primário estiver abaixo de 10° C ou, na opinião do Fiscal, com a probabilidade a cair abaixo deste valor;
- (f) após o pôr do sol;
- (g) quando em qualquer posição o teor de humidade da camada da base for superior a 50% do teor de humidade óptimo, conforme determinado pelo Fiscal.

A decisão do Fiscal sobre a aplicação ou não do revestimento primário em condições específicas será definitiva.

Metodologia

- (i) A base preparada será inspeccionada e aprovada pelo Fiscal. Será enviada uma solicitação de inspecção no formulário prescrito com antecedência suficiente. A base será verificada quanto ao alinhamento, nivelamento, largura, inclinação transversal e compactação. Poderão ser solicitados pelo Fiscal outros testes de controlo dos materiais usados, tais como indicadores para estradas, CBR e granulometria.
- (ii) A superfície a ser preparada deve ser limpa por uma vassoura mecânica. O ar comprimido e as vassouras manuais serão usados para remover qualquer material solto e detritos deixados para trás pela vassoura mecânica.
- (iii) A superfície preparada será inspeccionada pelo Fiscal e após a aprovação deste poderá prosseguir a rega de impregnação.
- (iv) A rega de impregnação deve ser em betume MC30 conforme especificado. O primário deve ser aplicado por um distribuidor de betume sob pressão a uma taxa de 1,0 l/m² com 2,90m de largura. O distribuidor de betume deverá ser calibrado previamente. A temperatura do primário, que será cuidadosamente monitorizada, deverá estar a 700C. A taxa de aplicação será confirmada pelo método de teste da bandeja. A taxa de aplicação deve ser ajustada de acordo com a permeabilidade da base. Deverá ser assegurada uma penetração profunda do primário, mais de 5mm após 48 horas.

B.2o SECÇÃO 4,500: REVESTIMENTO SUPERFICIAL DUPLO -
DOUBLE SEALS

A Secção 4500 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

4501	Âmbito de aplicação
4502	Graus de encomenda a usar
4503	Construção
4504	Crítérios de medição

4501 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o fornecimento de materiais para a construção de um revestimento superficial duplo. O revestimento superficial deve ser construído usando a combinação de agregado de 19,0mm e 9,5mm ou 13,2mm e 6,7mm, tal como mostrado na Lista de Quantidades.

Nota: A Secção 4300: Revestimento superficial: materiais e requisitos gerais, devem ser aplicados a esta secção.

Metodologia

- (i) Este item de medição compreende duas actividades, a saber, a primeira camada de revestimento e a segunda camada de revestimento.
- (ii) Antes da aplicação da primeira camada de revestimento, a superfície preparada deve ser inspeccionada e aprovada pelo Fiscal. A secção será verificada quanto à penetração da rega de impregnação e à cura. Um pedido de inspecção por escrito, no formulário apropriado, deverá ser submetido com antecedência razoável.
- (iii) Após a aprovação do Fiscal, a aplicação da primeira camada de revestimento poderá prosseguir.
- (iv) A rega de colagem será de betume de grau de penetração 80/100, ou outro betume especificado. Será aplicado por um distribuidor de betume sob pressão a uma taxa de $1,2 \text{ l/m}^2$; a largura será ajustada para se adequar à largura correspondente do espalhador de agregados. O distribuidor de betume sob pressão será calibrado previamente. A temperatura da rega de colagem será de 1800°C , a qual será cuidadosamente monitorizada. A taxa de aplicação será verificada pelo método de teste da bandeja
- (v) A brita será aplicada imediatamente atrás do distribuidor de betume sob pressão. O agregado será seco e testado quanto à conformidade com as especificações. O agregado será aplicado por meio de um espalhador mecânico de brita na taxa requerida.
- (vi) O rolamento ocorrerá imediatamente após o espalhamento da brita mediante o uso de um rolo pneumático. O rolamento continuará até que a brita esteja firmemente incorporada à rega de colagem.
- (vii) Durante estas operações, o tráfego será mantido em baixa velocidade (menos de 30 km/h).
- (viii) Antes da aplicação da segunda camada de revestimento, a superfície preparada deve ser inspeccionada e aprovada pelo Fiscal. A secção será verificada quanto ao desempenho da primeira camada de revestimento. Um Pedido de Inspeção por escrito, no formulário apropriado, deverá ser submetido com antecedência razoável.
- (ix) Após a aprovação do Fiscal, a aplicação da segunda camada de revestimento poderá prosseguir.
- (x) A rega de colagem será de betume de grau de penetração 80/100, ou outro especificado. Será aplicado por um distribuidor de betume sob pressão a uma taxa de $1,2 \text{ l/m}^2$; a largura será ajustada para se adequar à largura correspondente do espalhador de brita. O distribuidor de betume sob pressão deverá ser calibrado previamente. A temperatura da rega de colagem deverá ser 1800°C , a qual será cuidadosamente monitorizada. A taxa de aplicação será verificada pelo método do teste da bandeja
- (xi) A brita será aplicada imediatamente atrás do distribuidor de betume. O agregado será seco e testado quanto à conformidade com as especificações. O agregado será aplicado por meio de um espalhador mecânico de brita na taxa requerida.
- (xii) O rolamento ocorrerá imediatamente após o espalhamento da brita mediante o uso de um rolo pneumático. O rolamento continuará até que a brita esteja firmemente incorporada à rega de colagem.
- (xiii) Durante estas operações, o tráfego será mantido em baixa velocidade (menos de 30 km/h).

A sequência de execução de um revestimento duplo sobre uma base já construída é ilustrada na Figura B-1.

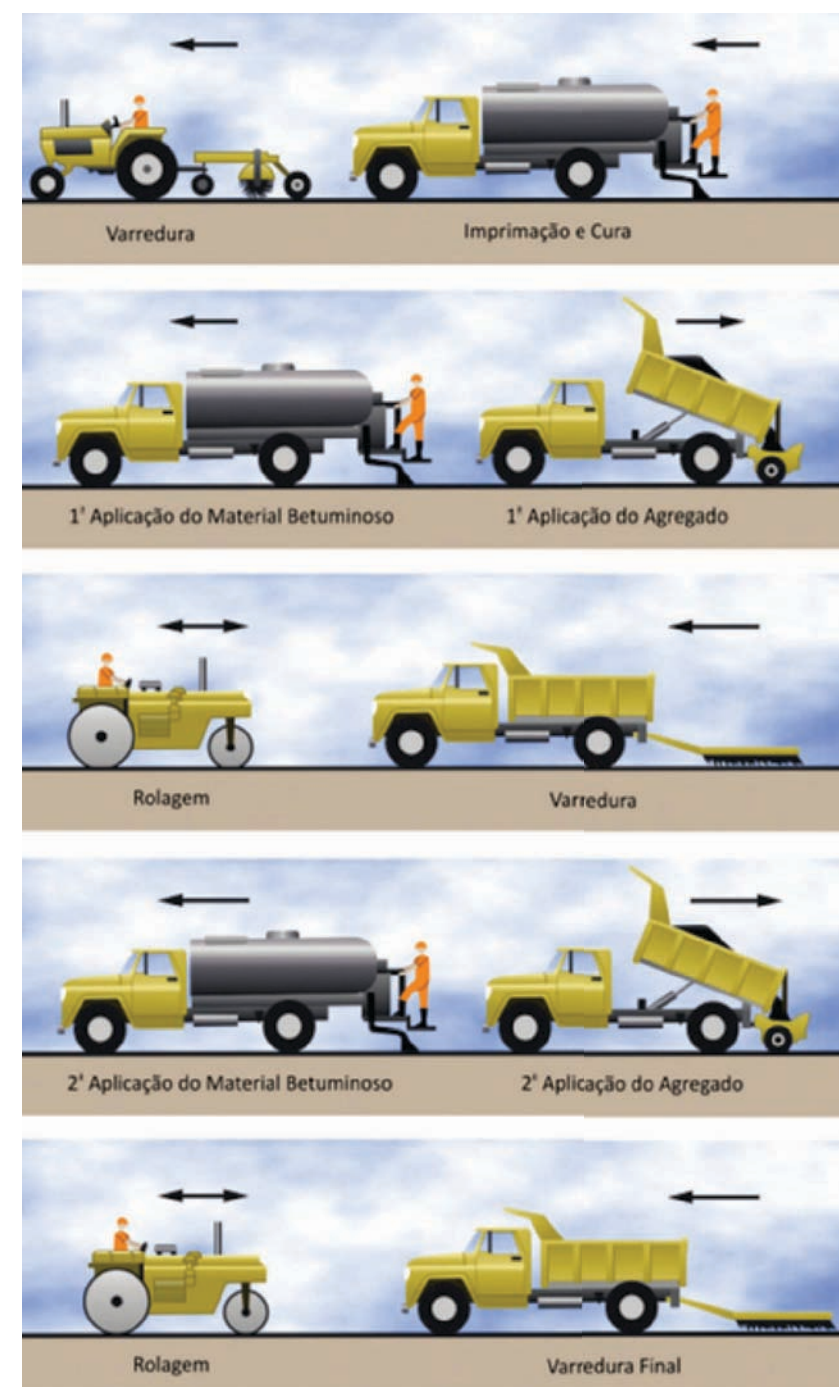


Figura B-1: Sequência de execução de um revestimento duplo.
Fonte: DNER

**B.21 SECÇÃO 5400: SINAIS DE TRÂNSITO -
ROAD SIGNS**

A Secção 5400 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

5401	Âmbito de aplicação
5402	Materiais
5403	Fabricação de placas de sinalização e suportes
5404	Faces dos sinais de transito e pintura
5405	Armazenamento e manuseio
5406	Instalação de Sinais da estrada
5407	Protecção e manutenção
5408	Desmontagem, armazenamento e reinstalação de sinais de transito existentes
5409	Critérios de medição

5401 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o fornecimento e a montagem de sinais de trânsito verticais permanentes e temporários, ao longo ou sobre a faixa de rodagem, rampas e estradas transversais nos cruzamentos e nós, e nos locais indicados nos desenhos, ou conforme indicado pelo Fiscal.

Os sinais de trânsito devem ser os sinais regulamentares, de aviso e informativos, conforme detalhados nos desenhos, e em conformidade com o Regulamento de Sinais de Trânsito de Moçambique. Devem ser fabricados de acordo com o Manual de Sinais de Trânsito da SATCC, excepto quando indicado de outra forma nos desenhos, ou sob orientação do Fiscal.

Metodologia

- (ii) Todos os materiais, isto é, elementos de aço, parafusos, porcas, chapas de alumínio e tinta devem estar de acordo com as Especificações Padrão.
- (iii) Os sinais de trânsito devem ser fabricados conforme descrito nas Especificações Padrão.
- (iv) Os sinais de trânsito devem ser erguidos nas posições ilustradas nos desenhos ou indicadas pelo Fiscal.
- (v) Os sinais de trânsito devem ser mantidos e protegidos durante todo o período de construção e todos os que estiverem danificados ou quebrados antes da emissão do certificado de conclusão devem ser reparados ou substituídos, conforme necessário, à custa do Empreiteiro.

**B.22 SECÇÃO 5500: MARCAÇÃO DE ESTRADAS -
ROAD MARKING**

A Secção 5500 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

5501	Âmbito de aplicação
5502	Materiais
5503	Limitações climáticas
5504	Equipamentos mecânicos para pintura
5505	Preparação da superfície
5506	Implantação das marcas de estrada
5507	Aplicação da pintura
5508	Aplicação das esferas retrorreflectoras
5509	Botões para estradas
5510	Tolerâncias
5511	Gerais
5512	Falha na execução ou materiais
5513	Protecção
5514	Critérios de medição

5501 Âmbito de aplicação

Esta secção cobre a marcação permanente da superfície da estrada com linhas ou símbolos pintados de branco, vermelho ou amarelo e o fornecimento e a fixação de golpes de estrada retrorreflectores, conforme indicado nos desenhos, ou segundo as especificações do Fiscal.

Todas as marcações nas estradas devem estar em conformidade com os regulamentos padrão, de aviso e de orientação, conforme detalhado nos desenhos e de acordo com o Manual de Sinais de Trânsito Rodoviário da SATCC.

5502 Materiais

a) Pintura

i) Tinta para marcação de estrada

A tinta para marcação de estrada deve satisfazer os requisitos da SABS 731, ou equivalente, para o Tipo 1, Tipo 2 ou Tipo 4, conforme discriminado nas Especificações do projecto. O tempo de não retirada da tinta para marcação de estrada deve estar em conformidade com os requisitos da Classe 1 na SABS 731-1 ou equivalente.

A tinta deve ser entregue no local em recipientes selados, com o nome do fabricante e o tipo de tinta.

A viscosidade da tinta deve ser tal que possa ser aplicada sem ser diluída.

ii) Tinta retrorreflectora para marcação de estradas

A tinta para marcação de estrada retrorreflectora deve satisfazer os requisitos da Subcláusula 5502 das Especificações Padrão e KKS 192.

iii) Material plástico para marcação de estradas

Onde discriminado nas Especificações do Projecto, o material para marcação de estrada de plástico fundido a quente deve satisfazer os requisitos da BS 3662. O ligante deve ser de resina sintética plastificada e o material deve ser reflector, aplicando uma mistura de 20% em massa de esferas de vidro da Classe A, de acordo com a BS 6088.

(iv) Cor

As cores a usar devem ser branco brilhante, vermelho ou amarelo. A cor da tinta amarela e vermelha deve ser a especificada no Manual de Sinais de Trânsito da SATCC.

(v) Resistência à derrapagem

A resistência à derrapagem de todos os tipos de material de marcação deve satisfazer os requisitos da SABS 731-1, ou equivalente.

b) Botões

Os botões devem satisfazer os requisitos da SABS 1442, ou equivalente, e devem ter o tamanho e o tipo indicados nos Desenhos ou discriminados nas Especificações do Projecto. O Empreiteiro deve, antes da entrega, enviar ao Fiscal para aprovação amostras do tipo de botões que ele se propõe a usar.

5503 Limitações climáticas

A tinta para marcação de estrada não deve ser aplicada numa superfície húmida ou a temperaturas inferiores a 10° C, ou quando, na opinião do Fiscal, a força do vento for tal que possa afectar adversamente as operações de pintura.

5504 Equipamentos mecânicos para pintura

O equipamento deve incluir um aparelho para limpar as superfícies, uma máquina mecânica de pintura de estradas e todos os equipamentos manuais adicionais necessários para a conclusão do trabalho. A máquina mecânica de marcação de estradas deve ser capaz de pintar pelo menos duas linhas paralelas simultaneamente e deve aplicar a tinta com uma espessura uniforme de filme nas taxas de aplicação especificadas. A máquina deve ser projectada de modo a poder pintar as marcações da estrada em todos os lugares com largura uniforme, com lados dentro das tolerâncias especificadas, sem que a tinta escorra ou respingue. A máquina deve ainda ser

capaz de pintar linhas de larguras diferentes, através do ajuste dos bicos de spray na máquina ou por meio de equipamento adicional a ela conectada.

Não devem ser usadas máquinas que aplicam as esferas apenas por gravidade. As esferas devem ser pulverizadas sobre a camada de tinta por meio de um pulverizador de pressão.

A máquina deve estar equipada com luzes de aviso âmbar intermitentes, claramente visíveis, que devem estar sempre em operação quando a máquina estiver na estrada.

5505 Preparação da superfície

As marcações das estradas devem ser aplicadas às superfícies betuminosas somente depois de decorrido tempo suficiente para garantir que não sejam causados danos à superfície pintada pelos voláteis que evaporam do revestimento.

Antes da aplicação da tinta, a superfície deve estar limpa e seca e completamente livre de qualquer solo, graxa, óleo, ácido, ou qualquer outro material que seja prejudicial à ligação entre a tinta e a superfície. Se necessário, a superfície onde a tinta vai ser aplicada deve ser adequadamente limpa com água, vassoura, ou ar comprimido.

5506 Implantação das marcas de estrada

As linhas, símbolos, figuras ou marcas devem ser pré-marcados por meio de manchas de tinta da mesma cor que a das linhas e marcas finais. Esses pontos de tinta devem estar a intervalos regulares para garantir que as marcações da estrada possam ser aplicadas com precisão e, em caso algum, devem estar a mais de 1,5m de distância. Pontos com aproximadamente 10 mm de diâmetro devem ser suficientes.

As dimensões e posições das marcações nas estradas devem ser mostradas nos Desenhos, ou conforme especificado nas disposições legais apropriadas e no Manual de Sinais de Trânsito Rodoviário da SATCC.

Após a identificação, as posições das marcações propostas devem ser indicadas na estrada. Essas pré-marcações devem ser aprovadas pelo Fiscal antes do início de qualquer operação de pintura.

As posições e os contornos das marcações especiais devem ser produzidos a giz na estrada acabada e devem ser aprovados pelo Engenheiro antes de serem pintados. Podem ser usadas as formas aprovadas de marcação, desde que o posicionamento da marcação seja também aprovado pelo Fiscal antes do início da pintura.

A posição dos botões deve ser marcada na estrada e deve ser aprovada pelo Engenheiro antes de serem fixados na posição.

5507 Aplicação da pintura

As figuras, letras, sinais, símbolos, linhas quebradas ou não quebradas, ou outras marcas, devem ser pintados conforme ilustrado nos Desenhos, ou de acordo com a indicação do Fiscal.

Nos casos em que a tinta é aplicada à máquina, deve ser aplicada uma só camada. Antes da máquina de marcação rodoviária ser usada nas obras permanentes, a operação satisfatória da máquina deve ser demonstrada num local adequado, que não faça parte das obras permanentes. Os ajustes na máquina devem ser seguidos de mais testes. Somente quando a máquina estiver ajustada correctamente e o seu uso for aprovado pelo Fiscal após o teste, a máquina pode ser usada no trabalho permanente. O operador deve ter experiência no uso da máquina.

Após a máquina ter sido ajustada satisfatoriamente, a taxa de aplicação deve ser verificada e ajustada, se necessário, antes do início da aplicação em larga escala.

Quando são necessárias duas linhas paralelas entre si, as linhas devem ser aplicadas simultaneamente pela mesma máquina. A tinta deve ser agitada antes da aplicação, de acordo com as instruções do fabricante. A tinta deve ser aplicada sem a adição de diluentes.

Quando a pintura é feita à mão, deve ser aplicada em duas camadas, e a segunda camada não deve ser aplicada antes da secagem da primeira camada. Como a maioria das tintas para marcação de estradas reage com a superfície de betume da via, a tinta deve ser aplicada com apenas um toque do pincel ou do rolo.

A tinta comum para marcação de estrada deve ser aplicada a uma taxa nominal de 0,42 l/m², ou conforme indicado pelo Fiscal, e as tintas de marcas proprietárias devem ser aplicadas nas taxas discriminadas nas Especificações do Projecto.

Salvo indicação em contrário do Fiscal, a marcação rodoviária deve estar concluída antes de uma secção específica da estrada ser aberta ao tráfego. Cada camada de tinta deve ser contínua em toda a área a ser pintada.

5508 Aplicação das esferas retrorreflectoras

Quando for necessária tinta retrorreflectora, as esferas retrorreflectoras deverão ser aplicadas numa operação contínua por meio de uma máquina adequada, imediatamente após a aplicação da tinta. A taxa de aplicação das esferas deve ser de 0,8 kg/l de tinta, ou qualquer outra taxa que possa ser indicada pelo Fiscal.

5509 Botões para estradas

Os botões (olhos de gato) devem ser do tipo indicado nos desenhos e devem ser fixados nas posições indicadas e aprovadas pelo Fiscal.

Os botões devem ser fixados por meio de uma resina epóxi aprovada, de acordo com as instruções do fabricante, sujeitas às alterações que possam ser exigidas pelo Fiscal. Os pinos devem ser protegidos contra impactos até o adesivo endurecer. Antes de consertar os golpes, a superfície deve ser cuidadosamente limpa, conforme especificado na Cláusula 5505.

Os botões nas estradas devem ser protegidos durante a pintura de qualquer linha e aplicação de qualquer tratamento de superfície.

5510 Tolerâncias

As marcações das estradas devem ser pintadas com precisão dentro das tolerâncias indicadas abaixo:

a) Largura

A largura das linhas e outras marcações não deve ser menor do que a largura especificada, nem deve exceder a largura especificada em mais de 10mm.

b) Posição

A posição das linhas, letras, figuras, setas, botões retrorreflectores e outras marcações não deve desviar-se da posição real em mais de 100 mm na direcção longitudinal e 20mm na direcção transversal.

c) Alinhamento das marcações

O alinhamento das arestas das linhas longitudinais não deve divergir do alinhamento real em mais de 10 mm em 15 m.

d) Linhas tracejadas

O comprimento dos segmentos das linhas longitudinais quebradas não deve divergir mais de 150 mm do comprimento especificado.

5511 Gerais

O comprimento dos segmentos e o espaço entre os segmentos nas linhas tracejadas devem ser os indicados nos Desenhos. Se esses comprimentos forem alterados pelo Fiscal, a relação entre os comprimentos da secção pintada e o comprimento do espaço entre as secções pintadas permanecerá a mesma. As linhas não devem ser pintadas mais de três meses antes da abertura da estrada ao tráfego público.

As linhas nas curvas, quebradas ou intactas, não devem consistir em acordes, mas devem seguir o raio correcto.

Nos casos em que é utilizado material plástico para a identificação de estradas, o fabricante deve produzir uma garantia aprovada, conforme discriminado nas Especificações do Projecto. Onde especificado pelo Fiscal, o Empreiteiro deve remover as marcas pintadas existentes da superfície da estrada por meio de jacto de areia ou outro método aprovado. O uso de tinta preta ou de um removedor químico de tinta para apagar as marcações existentes não será permitido, excepto quando solicitado pelo Fiscal como medida temporária.

5512 Falha na execução ou materiais

Se qualquer material que não esteja em conformidade com os requisitos for entregue no local, ou for utilizado nas Obras, ou se for realizado algum trabalho de qualidade inaceitável, esse material ou trabalho será removido, substituído ou reparado, conforme exigido pelo Fiscal, à

custa do Empreiteiro. As marcas de estrada rejeitadas e a tinta que foi salpicada ou pingada no pavimento, lancil, estrutura, ou outras superfícies, devem ser removidas pelo Empreiteiro a expensas próprias, de maneira aprovada, para que as marcações ou a tinta derramada não apareçam na superfície.

5513 Protecção

Após a aplicação da tinta, as marcações da estrada devem ser protegidas contra danos causados pelo tráfego ou outras causas. O Empreiteiro será responsável por erguer, colocar e remover todas as placas de aviso, bandeiras, cones, barricadas e outras medidas de protecção que possam ser necessárias em termos de quaisquer disposições estatutárias e/ou conforme recomendado no Manual de Sinais de Trânsito da SATCC.

B.23 SECÇÃO 5800: ACABAMENTOS DA ESTRADA, DA RESERVA DE ESTRADA E TRATAMENTO DE ESTRADAS ANTIGAS/DESVIOS - FINISHING THE ROAD, ROAD RESERVE AND TREATMENT OF OLD ROADS/DIVERSIONS

A Secção 5800 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

5801	Âmbito de aplicação
5802	Acabamento da estrada e reserva de estrada
5803	Tratamento de estradas velhas
5804	Critérios de medição

5801 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o acabamento final e a limpeza da estrada e reserva de estrada após a construção, e a escarificação e tratamento de estradas antigas e desvios temporários.

O Empreiteiro deve estar ciente de que esta secção não cobre os acabamentos a ser feitos sob as Secções 1700, 3100, 3300 e Secção 5700 das Especificações Padrão.

Metodologia

- (i) Após concluir o revestimento superficial, ou a camada de desgaste nas estradas não pavimentadas, a estrada e a reserva de estrada devem ser limpas de todo o excesso de terra, pedras, detritos e outros resíduos resultantes da construção e dispostos em vazadouro aprovado.
- (ii) Todos os entroncamentos, cruzamentos, ilhas, lancis e outros elementos que compõem a lista dos elementos da obra concluída devem ser cuidadosamente finalizados.
- (iii) Todas as câmaras de empréstimo devem ser cuidadosamente restauradas de modo a permitir o crescimento da vegetação e se integrarem bem com o ambiente.

B.24 SECÇÃO 6100: FUNDAÇÕES PARA ESTRUTURAS - FOUNDATIONS FOR STRUCTURES

A Secção 6100 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

6101	Âmbito de aplicação
6102	Materiais
6103	Gerais
6104	Acesso e drenagem
6105	Escavação
6106	Fundação
6107	Utilização de material escavado
6108	Re-aterro e enchimento próximo a estruturas
6109	Enchimento da fundação
6110	Injecção de fissuras em rochas
6111	Cavilhas de fundação
6112	Revestimentos de fundações
6113	Fundação em estacaria
6114	Câmaras ensecadeiras
6115	Critérios de medição

6101 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange todos os trabalhos de fundação que, para os fins destas especificações, compreendem os elementos de construção abaixo do nível da superfície inferior das sapatas, os maciços de estacas ou as lajes de cobertura de caixões, colectivamente a seguir denominadas base ou bases, que incluirão todos os trabalhos temporários associados. As fundações para aquedutos pré-fabricados não estão incluídas, mas estão especificadas na Secção 2200.

Metodologia

Vários assuntos cobertos pela Secção 6100 são de especialidades pouco usadas no contexto das estradas urbanas municipais, mas considera-se importante a sua apresentação ainda que parcial. Aos interessados, recomenda-se uma leitura atenta das Especificações Padrão. Na generalidade, devem ser observadas as seguintes práticas:

- (i) A localização da estrutura deve ser acordada com o Fiscal.
- (ii) A implantação das fundações será verificada e aprovada pelo Fiscal. Um pedido de inspecção por escrito, no formulário apropriado, deverá ser submetido com antecedência razoável.

- (iii) Após a aprovação do Fiscal, a escavação dentro da profundidade especificada poderá prosseguir. Isso pode ser feito manualmente, sempre que possível, mas prevê-se o uso do equipamento apropriado. Devem tomar-se as devidas precauções para minimizar o impacto no meio ambiente e, ao trabalhar em áreas construídas (zonas urbanizadas ou perto de infraestruturas sociais), o movimento de pessoas e o funcionamento das infraestruturas sociais devem ocorrer com o mínimo de interrupção.
- (iv) Onde possam ser necessárias investigações adicionais da fundação, conforme previsto no item 61.01 dos critérios de medição, o local e a extensão serão previamente acordados com o Fiscal.
- (v) Após a conclusão da escavação, será feito um levantamento topográfico para a verificação de dimensões, nivelamentos e gradientes.

B.25 SECÇÃO 6200: COFRAGENS - FORMWORK

A Secção 6200 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

6201	Âmbito de aplicação
6202	Materiais
6203	Considerações gerais
6204	Projecto
6205	Construção
6206	Remoção de andaimes e da cofragem
6207	Superfícies moldadas: classes de acabamento
6208	Tratamento correctivo de superfícies formadas
6209	Superfícies não moldadas: classes de acabamento
6210	Critérios de medição

6201 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o projecto, o fornecimento e montagem de todos andaimes e cofragens usadas na construção de trabalho permanente.

Esta secção também descreve as classes de acabamentos em superfícies de betão formadas e não formadas.

6203 Considerações gerais

Não obstante a aprovação dada pelo Fiscal para o dimensionamento e desenhos preparados pelo Empreiteiro para os andaimes e cofragem, e a aceitação destes elementos conforme construídos, o Empreiteiro será o único responsável pela segurança e adequação dos andaimes e

cofragens e deverá indemnizar e manter indemnizado o Empregador e o Fiscal contra quaisquer perdas, reclamações ou danos a pessoas ou propriedade de qualquer natureza que possa resultar do projecto, construção, uso e manutenção destes elementos e contra todas as reivindicações, demandas, procedimentos, danos, custos, cobranças e despesas de qualquer natureza daí resultantes ou a isso relacionadas.

Relativamente a obras em, sobre, abaixo ou adjacente a qualquer linha ferroviária controlada por uma Autoridade Ferroviária, o Empreiteiro deve cumprir, entre outros, os requisitos para a preparação e envio de desenhos para este tipo de trabalhos temporários, e a apresentação de certificados para a construção adequada do mesmo, tudo de acordo com a Especificação relevante da Autoridade Ferroviária.

Depois de ter construído os andaimes e a cofragem, e antes de colocar a armadura e / ou o betão, o Empreiteiro deve inspeccionar os andaimes e a cofragem. As dimensões devem ser verificadas, a irregularidade da superfície deve ser corrigida e deve ser dada atenção especial à adequação e aperto de todos os parafusos, cintas e braçadeiras, bem como à solidez das fundações.

O Empreiteiro deverá notificar o Fiscal com pelo menos 24 horas de antecedência da sua intenção de colocar o betão para permitir que o Fiscal inspeccione todos os aspectos do trabalho concluído. No entanto, antes de notificar o Fiscal, o Empreiteiro deve certificar-se de que o trabalho está de acordo com as especificações.

Secções de betão com dimensões menores que 200 mm não devem ser moldadas com cofragem deslizante, a menos que autorizado pelo Fiscal.

Quando não houver previsão na Lista de Quantidades para cofragem deslizante, o Empreiteiro poderá, em carta de apresentação à Proposta, apresentar um valor global que reflecta uma economia no custo do uso de cofragem deslizante em vez de cofragem convencional. O valor global proposto deve ser acompanhado de taxas para os itens de pagamento 62.07, 62.08, 62.09 e 63.03, todos de acordo com as Cláusulas 6210 e 6310 das Especificações Padrão.

6204 Projecto

a) Considerações gerais

O projecto e os desenhos dos andaimes e das cofragens do Empreiteiro devem cumprir com todos os requisitos estatutários, entre outros.

O Fiscal pode exigir que o Empreiteiro submeta para sua consideração e aprovação o dimensionamento e os desenhos dos andaimes e das cofragens de qualquer estrutura. O Empreiteiro deverá enviar ao Fiscal, para aprovação, os critérios de projecto e, cálculos e desenhos detalhados dos andaimes e da cofragem com pelo menos 14 dias de antecedência.

b) Andaimes e cimbres

O Empreiteiro deve fazer a sua própria avaliação da carga admissível no material da fundação e deve projectar as sapatas e os andaimes para evitar sobrecargas, assentamento diferencial e assentamento geral inaceitável. Ao avaliar a carga admissível, deve tomar-se em consideração o efeito de humedecimento no material de fundação.

Do mesmo modo, ao projectar os andaimes, deve tomar-se conhecimento da redistribuição da carga que pode ocorrer devido ao efeito da temperatura, força do vento, pré-esforço de estruturas curvas e inclinadas, construção faseada, inundações e detritos.

Deve ser dada especial atenção ao fornecimento de travamentos transversais e diagonais, bem como aos reforços de cruzetas.

c) Cofragem

i) Considerações gerais

As cofragens devem ser projectadas de modo a serem suficientemente rígidas para garantir que as tolerâncias dimensionais especificadas possam ser alcançadas sob a acção combinada do peso próprio, solicitações permanentes e sobrecargas, bem como cargas adicionais resultantes da taxa de betonagem, da espessura da camada do betão aplicado numa operação e o método de colocação e compactação.

6205 Construção

a) Andaimes

Os andaimes devem ser montados de acordo com os desenhos aprovados, incorporando as modificações exigidas pelo Engenheiro.

O Empreiteiro deve tomar precauções para evitar a deterioração das fundações durante o curso da construção.

O andaime deve incorporar dispositivos que permitam ajustar o alinhamento da cofragem para neutralizar a esperada deformação sob efeito da carga.

b) Cofragem

i) Considerações gerais

A cofragem para os tabuleiros de pontes deve ser montada em conformidade com os níveis calculados a partir das informações contidas nos desenhos dos trabalhos de estradas e pontes. Os níveis devem ser adaptados para atender ao pré-abaulamento especificado, bem como à deflexão e assentamento esperados do andaime e cofragem totalmente carregados. Os níveis devem ser estabelecidos e verificados a intervalos não superiores a 2,5m.

Para a construção da cofragem, o Empreiteiro pode, sujeito às disposições da Cláusula 6202, usar qualquer material adequado e compatível com a classe de acabamento superficial e tolerâncias dimensionais especificadas para o membro em particular.

A cofragem deve ser suficientemente rígida para manter as formas na sua posição, contornos e perfil correctos e deve ter uma construção de tal forma estreita que permita que o betão seja colocado e compactado sem perda ou vazamento indevido do componente da argamassa do concreto.

As juntas entre os elementos contíguos da cofragem devem ser bem ajustadas e, quando necessário, devem ser calafetadas, coladas ou embaladas com um selante. Papel, pano ou material similar não deve ser usado para essa finalidade. Não está previsto pagamento adicional caso haja perdas indevidas ou previsíveis.

A construção da cofragem deve permitir a montagem precisa e a remoção fácil, sem choques, perturbações ou danos ao betão aplicado. Quando necessário, o conjunto da cofragem deve permitir a remoção ou libertação dos moldes laterais independentemente dos moldes inferiores.

Suportes, cintas, pendurais e acessórios de metal embutidos no betão devem ser removidos a uma profundidade não inferior ao recobrimento especificado para a armadura. Não devem ser utilizadas abraçadeiras.

Todos os cantos externos devem ser chanfrados por tiras de madeira fixadas nos cantos da cofragem para formar chanfros de 25mm x 25mm. Os ângulos de reentrada não precisam de ser chanfrados, a menos que especificado.

Nos casos em que for utilizado poliestireno ou material similar, susceptível de danos, este deve ser revestido de uma superfície dura do lado que vai ser betonado. O material duro deve ser suficientemente resistente para garantir que a qualidade exigida do trabalho possa ser alcançada.

Onde especificado, todos os fixadores de cofragem devem ser fornecidos com cones truncados recuperáveis entre as extremidades da manga e as faces da cofragem para garantir que as extremidades da manga não sejam expostas nas superfícies de betão. Os cones devem ter uma profundidade mínima de 15 mm.

6207 Superfícies moldadas: classes de acabamento

a) Considerações gerais

Além de cumprir as tolerâncias especificadas na Cláusula 6803, o acabamento da superfície em faces de betão moldadas também deve preencher os requisitos que se seguem.

b) Acabamento de superfície da classe F1

Após o trabalho de reparo dos defeitos de superfície, de acordo com a Subcláusula 6208 (b), não será necessário nenhum tratamento adicional à superfície desmoldada. Este acabamento é necessário em superfícies moldadas a revestir.

c) Acabamento de superfície da classe F2

Este acabamento deve ser equivalente ao obtido com o uso de painéis e tábuas de madeira com arestas quadradas trabalhadas com a espessura correcta, ou com persianas ou moldes de aço dispostas num padrão regular. Este acabamento deve ser deixado como atingido, mas os defeitos de superfície devem ser corrigidos de acordo com a Subcláusula 6208 (b). Embora sejam permitidas pequenas manchas na superfície e pequenas descolorações, as manchas grandes e as manchas e descoloração severa devem ser reparadas onde for indicado pelo Fiscal.

d) Acabamento de superfície da classe F3

Esse acabamento deve ser aquele obtido pela primeira produção de um acabamento de superfície da Classe F2, com marcas de juntas que formam um padrão regular aprovado para se adequar à aparência da estrutura. Todas as saliências devem ser removidas, as irregularidades reparadas e a superfície esfregada ou tratada para formar um acabamento de textura suave, aparência e cor uniformes. Este acabamento é necessário em todas as superfícies moldadas à vista, a menos que seja especificado um acabamento da Classe F2.

6209 Superfícies não moldadas: classes de acabamento

a) Acabamento de superfície da classe U1 (bruto)

Este acabamento superficial é necessário nas porções de tabuleiros de pontes ou aquedutos que vão receber superfície betuminosa ou de betão ou que vão ser cobertas por material de aterro.

Quando a colocação e compactação do betão tiver sido concluída conforme especificado na Cláusula 6407, a superfície superior deve ser raspada com um gabarito até à secção transversal necessária e compactada com uma tábua de compactação para compactar completamente a superfície ao ponto de refluir a argamassa, de modo a deixar a superfície ligeiramente rugosa, mas naturalmente na elevação necessária.

b) Acabamento de superfície da classe U2 (flutuante)

Este acabamento superficial é necessário nos passeios, nos topos dos muros ala e muros de contenção, nos passeios de betão expostos e áreas não pavimentadas nos tabuleiros das pontes, e nas soleiras dos aquedutos.

A superfície deve receber primeiro um acabamento de superfície da Classe U1 e, depois de o betão ter endurecido suficientemente, deve levar um acabamento à talocha até atingir uma superfície uniforme, livre de marcas da ferramenta. Para superfícies antiderrapantes, como passeios e tabuleiros de pontes, a superfície deve receber acabamento de vassoura. As ondulações assim produzidas devem ter aproximadamente 1,0mm de profundidade, aparência e largura uniforme e devem ser perpendiculares à linha central do pavimento.

c) Acabamento de superfície da classe U3 (acabamento suave)

Esse acabamento superficial é necessário nas áreas dos apoios e nas partes superiores dos trilhos de betão. A superfície deve receber primeiro um acabamento de superfície da Classe U1 e, depois do betão ter endurecido suficientemente, deve ser acabado com uma colher de pedreiro atingindo uma superfície lisa, dentro das tolerâncias dimensionais especificadas na Subcláusula 6803 (h).

A fricção com pedra de carborundo após o endurecimento do betão pode ser permitida, mas em nenhuma circunstância será permitido o reboco da superfície.

B.26 SECÇÃO 6300: ARMADURAS PARA ESTRUTURAS -
REINFORCEMENT FOR STRUCTURES

A Secção 6300 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

6301	Âmbito de aplicação
6302	Materiais
6303	Armazenamento dos materiais
6304	Dobragem dos varões de armaduras
6305	Condição de superfície
6306	Colocação e fixação
6307	Recobrimento e suportes
6308	Mangas e juntas
6309	Soldadura
6310	Critérios de medição

6301 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o fornecimento e a colocação de aço em armaduras nas estruturas de betão.

6302 Materiais

O tipo e tamanho de todas as armaduras devem ser os indicados nos desenhos ou especificados de outra forma pelo Fiscal. Em caso de substituição, isso será acordado previamente com o Fiscal.

a) Varões de aço

Os varões de aço para as armaduras devem satisfazer os requisitos da SABS 920 ou equivalente. Para cada remessa de varões de aço entregue no local, o Empreiteiro deverá enviar um certificado emitido por uma autoridade de teste reconhecida para confirmar que o aço está em conformidade com os requisitos especificados.

b) Malhas electrosoldadas

As malhas electrosoldadas devem satisfazer os requisitos da SABS 1024 ou equivalente.

6304 Dobragem dos varões de armaduras

Os varões das armaduras devem ser cortados e dobrados nas dimensões indicadas nas Tabelas de dobragem e de acordo com o SABS 82 ou equivalente.

Não é permitido o corte por maçarico de varões de aço de alta resistência, salvo quando autorizado pelo Fiscal.

Com excepção do descrito abaixo, todos os varões devem ser dobrados a frio e a dobragem deve ser feita lentamente, sendo exercida uma pressão constante e uniforme sem solavancos ou impactos.

Sujeito a aprovação, poderá ser permitida a dobragem a quente de barras de pelo menos 32mm de diâmetro, desde que os varões não dependam do funcionamento a frio para a sua resistência. Se a dobragem a quente for aprovada, os varões devem ser aquecidos lentamente até atingir uma cor vermelho-cereja (não superior a 840° C) e devem esfriar lentamente ao ar após a dobragem. O esfriamento com água não deverá ser permitido.

Os varões de aço já dobrados não devem ser dobrados novamente no mesmo local sem autorização do Fiscal.

6305 Condição de superfície

Quando o betão é colocado ao redor das armaduras/ou cavilhas, estas devem estar limpas, livres de lama, óleo, gordura, tinta, ferrugem solta, limalha solta ou qualquer outra substância que possa ter um efeito químico adverso sobre o aço ou betão, ou que possa reduzir a resistência das emendas.

6306 Colocação e fixação

A armadura deve ser posicionada conforme ilustrado nos desenhos e deve ser fixa firmemente na posição correcta dentro da tolerância dada na subcláusula 6803 (f), atado com arame recozido com 1,6mm ou 1,25mm de diâmetro ou com a utilização de mangas adequadas ou, quando autorizado, por soldagem de aderência.

Quaisquer blocos de recobrimento e espaçadores necessários para apoiar a armadura devem ter o menor tamanho possível, ser compatíveis com o uso e ser de material aprovado pelo Fiscal.

O recobrimento do betão sobre as extremidades projectadas de abraçadeiras ou grampos deve satisfazer as às especificações para recobrimento das armaduras de betão detalhadas na Tabela 6306/1 (no final da secção) das Especificações Padrão.

Quando os varões salientes são expostos às intempéries por um período indeterminado, as barras devem ser adequadamente protegidas contra a corrosão e danos e devem ser adequadamente limpas antes de serem permanentemente envoltas em betão.

Antes da betonagem, a armadura deverá ser verificada e aprovada pelo Fiscal. Um Pedido de Inspeção por escrito, no formulário apropriado, deverá ser submetido com antecedência razoável.

6307 Recobrimento e suportes

O termo "recobrimento", neste contexto, significa a espessura mínima do betão entre a superfície da armadura e a face do betão.

O recobrimento mínimo deve ser o igual ao ilustrado nos desenhos. Quando não há indicação de recobrimento, este deve ser pelo menos igual aos valores apropriados indicados na Tabela 6306/1.

Quando forem utilizados agregados porosos deve ser conferido um recobrimento adicional, conforme prescrito pelo Fiscal.

Os blocos ou espaçadores de recobrimento necessários para garantir que o recobrimento especificado seja obtido devem ter um material, formato e dimensionamento aceitáveis pelo Fiscal.

Os blocos espaçadores de betão devem ser fabricados com agregados com o tamanho máximo de 5 mm e devem ter a mesma resistência e fonte de material que os do betão circundante. Os blocos devem ser formados em moldes especialmente fabricados e o betão deve ser compactado numa mesa vibratória e curado sob a água por um período de pelo menos 14 dias, tudo de acordo com a satisfação do Fiscal.

Os atadores fixados nos blocos espaçadores não devem se estender no espaçador mais do que metade da profundidade do mesmo.

O Empreiteiro deve fornecer os suportes de armaduras negativas, conforme ilustrado nos desenhos, ou caso não estejam detalhados nos desenhos, sempre que o Fiscal exigir que estes sejam instalados. Os suportes devem ser adequadamente robustos e fixados com segurança para que não possam girar ou mover-se. Os suportes devem ter resistência suficiente para executar as funções necessárias, tendo em consideração, entre outras, cargas temporárias, como o peso dos trabalhadores e o betão fresco, e as forças causadas por vibradores, bem como outros métodos de compactação do betão.

6309 Soldadura

Os varões de aço devem ser soldados apenas nos locais indicados nos desenhos ou conforme autorizado pelo Fiscal.

A soldadura instantânea deve ser realizada apenas com a combinação de intermitência, aquecimento, perturbação e recozimento, à satisfação do Fiscal, e somente as máquinas que controlem esse ciclo de operações automaticamente devem ser usadas.

A soldadura de arco deve ser realizada de acordo com a BS 5135 e com as recomendações dos fabricantes do aço, sujeita à aprovação do Fiscal e ao desempenho satisfatório das juntas de testagem. O aço de alta resistência produzido por extrusão a quente deve ser pré-aquecido entre 24° C e 280 C e somente eléctrodos com baixo teor de hidrogénio podem ser utilizados.

A testagem de juntas de soldadura deve ser feita no local em circunstâncias semelhantes às que prevalecerão durante a execução das juntas de soldadura e pela pessoa que será responsável pela soldadura das juntas em obra.

As juntas devem ser soldadas de forma a possuírem a máxima resistência e devem ser verificadas por testes destrutivos em amostras seleccionadas pelo Fiscal.

B.27 SECÇÃO 6400: BETÃO EM ESTRUTURAS - CONCRETE FOR STRUCTURES

A Secção 6400 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

6401	Âmbito de aplicação
6402	Materiais
6403	Armazenamento dos materiais
6404	Qualidade de betão
6405	Medição dos materiais
6406	Amassadura
6407	Colocação e compactação
6408	Juntas de construção
6409	Cura e protecção
6410	Condições adversas de tempo
6411	Tubos e condutas
6412	Carga aplicada
6413	Betão pré-fabricado
6414	Qualidade de materiais e obra
6415	Demolição e remoção de betão estrutural de existente
6416	Critérios de medição

6401 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange o fabrico, transporte, colocação, compactação e testes de betão usado nas obras onde está especificado betão simples, armado ou pré-esforçado.

6402 Materiais

Todos os materiais constituintes devem ser os descritos na Subsecção 6402 da Especificações Padrão. Qualquer desvio das especificações será discutido e acordado previamente com o Fiscal.

6403 Armazenamento dos materiais

a) Cimento

O cimento armazenado no local deve estar sempre coberto, de forma a fornecer uma protecção adequada contra a humidade e outros factores que possam promover a sua deterioração.

Quando o cimento é fornecido em sacos, estes devem ser empilhados de maneira próxima e ordenada a uma altura não superior a 12 sacos e dispostos de modo que não entrem em contacto com o solo ou as paredes, e devem ser usados na ordem em que foram entregues no site.

O cimento a granel deve ser armazenado em recipientes à prova de água, projectados para impedir a formação de pontos mortos, e o cimento trefilado para uso deve ser medido em massa.

O cimento não deve ser mantido em armazenamento por mais de oito semanas sem a permissão do Fiscal, e diferentes marcas e/ou classes da mesma marca devem ser armazenados separadamente.

b) Agregados

Os agregados de diferentes tamanhos nominais devem ser armazenados separadamente e de maneira a evitar a segregação. A mistura de diferentes materiais e a contaminação por matérias estranhas devem ser evitadas. Os agregados expostos a um ambiente marinho devem ser cobertos para protegê-los da contaminação por sal.

Quando o betão é fabricado no local, os agregados devem ser armazenados em baías com uma laje de betão de 3m de largura construída em torno da borda externa da área de armazenamento do agregado para evitar contaminação durante o processo de basculamento e elevação do agregado. Os agregados devem ser baldeados na laje de soleira. As baías devem ter um piso de betão de 150mm de espessura.

c) Capacidade de armazenamento

A capacidade de armazenamento fornecida e a quantidade de material armazenado (cimento, agregados ou água) deve ser suficiente para garantir que não haja interrupção no andamento do trabalho por falta de materiais.

d) Material deteriorado

Material deteriorado, contaminado ou danificado não deve ser usado no fabrico do betão. Esse material deve ser removido do local sem demora.

6404 Qualidade de betão

(a) Considerações gerais

O betão deve satisfazer os requisitos de resistência ou o traço da mistura prescrita, conforme especificado nas subcláusulas 6404 (b) e (c) abaixo.

O teor alcalino total (equivalente de Na₂O) do betão deve ser limitado, levando em consideração o grau de reactividade especificado na Cláusula 7105.

b) Betão estrutural

O Empreiteiro será responsável pelo estudo da composição do betão e pelas proporções dos materiais constituintes necessários para a sua produção, e devem satisfazer os requisitos especificados abaixo para cada classe de betão.

A classe de betão é indicada pela resistência característica à compressão do cubo de 28 dias em MPa e pelo tamanho máximo de agregado grosso na mistura, por exemplo, betão da classe 30/38 significa betão com resistência à compressão de 30MPa após 28 dias e um agregado grosso de tamanho máximo de 38mm.

O tamanho do agregado deve ser seleccionado de acordo com o SABS 1083 ou equivalente.

A resistência característica à compressão do cubo deve ser de qualquer resistência a partir de 15MPa, em incrementos de 5MPa até 60MPa, conforme indicado nos desenhos ou na Lista de Quantidades ou conforme prescrito pelo Fiscal. As classes preferidas são 15, 20, 25, 30, 40, 50 e 60 MPa.

O teor de cimento para qualquer classe de betão não deve exceder 500kg por metro cúbico de betão.

Antes de iniciar qualquer betonagem no local, o Empreiteiro deve enviar, para aprovação, amostras dos materiais constituintes do betão e uma declaração das proporções de mistura que se propõe usar para cada classe de betão indicada na Lista de Quantidades.

Sempre que ocorrer uma alteração nas fontes de material, nos tamanhos dos agregados, ou em qualquer outro componente do betão, o procedimento acima deve ser repetido.

As amostras apresentadas devem ser acompanhadas de provas que confirmem a conformidade com os requisitos para os vários materiais especificados. A declaração relativa às proporções da mistura deve ser acompanhada de evidências que estabeleçam que o betão feito com os materiais nas proporções propostas terá as propriedades especificadas.

A evidência deve ser na forma de:

- (i) uma declaração sobre os resultados dos testes, fornecida por um laboratório aprovado; ou
- (ii) um relatório oficial sobre o uso e a experiência anteriores em relação ao material.

As proporções reais de mistura utilizadas, bem como quaisquer alterações às mesmas, devem estar sujeitas à aprovação do Fiscal, mas essa aprovação não isenta de forma alguma o Empreiteiro da sua responsabilidade de produzir betão com as propriedades especificadas.

O Empreiteiro é advertido de que a qualidade do cimento pode variar consideravelmente de fornecimento para fornecimento, pelo que pode haver necessidade de ajustes no teor de cimento das misturas. A fim de garantir uma qualidade uniforme do betão, o Empreiteiro deve obter do fabricante

os dados referentes à qualidade do cimento relevante para cada remessa, a fim de verificar o ajuste necessário no teor de cimento. Esta informação deve ser enviada ao Fiscal.

c) Betão de mistura prescrita

O Empreiteiro deve enviar amostras de todos os constituintes do betão de acordo com as disposições apropriadas da Secção 7200 e da Subcláusula 6404 (b) para aprovação.

As misturas nominais para betão de mistura prescrita para as quais não foram estabelecidos requisitos de resistência, estão indicadas na Tabela 6404/1 das Especificações Padrão.

A classe de betão é indicada pela mistura e o tamanho máximo do agregado grosso na mistura, por exemplo, betão da classe 1: 7: 7/38, o betão com uma mistura prescrita na proporção de volume de uma parte do cimento: sete partes de areia: sete partes de pedra, com um tamanho nominal de pedra de 38mm.

d) Exsudação

O betão deve ser proporcionado com materiais adequados, de modo a que exsudação não seja excessiva.

e) Consistência e trabalhabilidade

O betão deve ter uma trabalhabilidade adequada, sem o uso excessivo de água, para que possa ser facilmente compactado nos cantos da cofragem e ao redor da armadura, esticadores, e tubos de alívio sem que o material segregue.

O Slump teste deve ser feito de acordo com o método de ensaio descrito no método D3 do TMH-1 no local de aplicação do betão e o abaixamento deve estar dentro dos limites especificados na Tabela 6404/2 das Especificações Padrão.

f) Teor de sulfato

O teor total de sulfato solúvel em água da mistura de betão, expresso em SO₃, não deve exceder 4% (m/m) do teor de ligante de cimento da mistura. O teor de sulfato deve ser calculado como o total dos vários constituintes da mistura, utilizando os seguintes métodos de ensaio:

Ligante de cimento:	SABS 741 ou equivalente
Agregados:	SABS 850 ou equivalente
Água:	SABS 212 ou equivalente

g) Betão bombeado

Quando o bombeamento do betão é aprovado pelo Fiscal, a amassadura de betão a ser bombeado deve ser feita do seguinte modo:

- (i) o abaixamento não deve exceder os 125mm;
- (ii) os agregados graduados e os aditivos adequados devem ser utilizados, sempre que necessário, com o objectivo de melhorar a trabalhabilidade da mistura; e
- (iii) a sua capacidade de retração não deve ser excessivamente superior à das amassaduras comuns de betão.

6405 Medição dos materiais

a) Cimento

Quando o cimento é fornecido em sacos padrão, presume-se que os sacos contenham 50kg. Todo o cimento retirado de contentores para armazenamento a granel e de sacos parcialmente usados deve ser dosado em massa, com precisão de até 3% da massa requerida.

b) Água

A água de mistura para cada lote deve ser medida, em massa ou em volume, com precisão de até 3% da quantidade necessária. A quantidade de água adicionada à mistura deve ser ajustada para permitir a humidade nos agregados.

c) Agregados

Todos os agregados para betão armado devem ser medidos separadamente em massa, excepto se disposto em contrário nesta Cláusula, com precisão de até 3% da quantidade necessária.

Os agregados para betão de resistência podem ser agrupados em volume, sujeito à aprovação do Fiscal. A quantidade de cimento pode ser aumentada, a custo do Empreiteiro, em 25kg por metro cúbico de betão, além da quantidade que teria sido necessária no caso do agregado ter sido dosado em massa.

Os agregados para o betão de traço prescrito, conforme especificado na Subcláusula 6404 (c), podem ser medidos separadamente em volume.

As caixas para medição por volume devem ser enchidas sem qualquer batida, compactação ou consolidação do material (que não seja o que ocorre naturalmente durante o enchimento do recipiente) e devem ser niveladas com as bordas mais altas.

Qualquer ajuste no volume deve ser feito por recipientes suplementares de tamanho adequado. Não serão permitidos ajustes no volume, através do enchimento incompleto de caixas até marcas inseridas nas faces internas.

O agregado fino deve ser testado quanto ao volume no início e a meio de cada turno de betonagem, e deve ser feito um ajuste no volume do lote para fornecer o volume real necessário.

não será permitida a medição de cimento em caixas de medição e o lote por volume deve ser planeado de modo a utilizar sacos cheios de cimento.

6406 Amassadura

a) Considerações gerais

A mistura do material para o betão deve ser realizada por um operador experiente. Salvo autorização em contrário, a mistura deve ser realizada num misturador mecânico do tipo aprovado, capaz de produzir uma distribuição uniforme dos ingredientes ao longo do lote.

b) Carregar a betoneira

A sequência de carregamento dos ingredientes estará sujeita à aprovação do Fiscal e, a menos que seja instruído de outra forma, a mesma sequência de carregamento dos ingredientes deverá ser mantida.

O volume do material misturado por lote não deve exceder o volume recomendado pelo fabricante do misturador.

c) Mistura e descarga

O período de mistura deve ser medido desde o momento em que todos os materiais estão no tambor até o início da descarga.

O período de mistura para os materiais deve ser de 90 segundos e pode ser reduzido apenas se o Fiscal estiver convencido de que o tempo de mistura reduzido produzirá betão com a mesma resistência e uniformidade que o betão misturado por 90 segundos. O tempo de mistura reduzido, no entanto, não deve ser inferior a 50 segundos ou o tempo de mistura recomendado pelo fabricante, ou aquele que for maior. Um dispositivo de sincronização adequado deve ser conectado à betoneira para garantir que o tempo mínimo de mistura dos materiais seja cumprido.

O primeiro lote a ser executado ao iniciar um misturador limpo deve conter apenas 2/3 da quantidade necessária de agregado grosso para prever o "revestimento" do tambor do misturador.

A descarga deve ser realizada de maneira a não ocorrer segregação dos materiais na mistura. A betoneira deve ser esvaziada completamente antes de ser recarregada com materiais frescos.

d) Manutenção e limpeza da betoneira

Se a betoneira parar de funcionar por um período superior a 30 minutos, deve ser cuidadosamente limpa, com atenção especial à remoção de qualquer acumulação de materiais no tambor, na carregadeira, ao redor das pás ou nas pás. As lâminas e as pás gastas ou dobradas devem ser substituídas.

Antes de se misturar qualquer tipo de betão, as superfícies internas da betoneira devem ser limpas e todo o betão endurecido deve ser removido.

e) Betoneira de reserva

Quando as secções são betonadas, e quando é importante que a betonagem continue sem interrupção, deve ser mantida uma betoneira em espera pronta para funcionar com 15 minutos de antecedência, caso as betoneiras em funcionamento avariem.

f) Betão pronto

Quando o betão pré-misturado é entregue no local, os requisitos da SABS 878 ou equivalente devem ter prioridade sobre os requisitos especificados nesta secção, caso ocorram inconsistências.

6407 Colocação e compactação

a) Considerações gerais

O betão deve ser transportado e colocado de maneira a impedir a segregação, ou a perda de materiais constituintes, ou a contaminação do betão.

O betão não deve ser colocado em nenhuma parte das Obras até que a aprovação do Fiscal tenha sido dada. Se a betonagem não for iniciada dentro de 24 horas após a aprovação, a aprovação terá de ser novamente obtida junto do Fiscal.

As operações de betonagem devem ser realizadas apenas durante o dia, a menos que tenham sido tomadas as medidas de iluminação adequadas e as luzes estejam em boas condições de funcionamento ao meio-dia. Não é permitido aos trabalhadores efectuar turnos duplos e o Empreiteiro deve fornecer uma equipa nova para os turnos nocturnos.

A colocação e compactação do betão deve ser sempre feita sob a supervisão directa de um supervisor de betão experiente.

Uma vez iniciada a aplicação, a betonagem deve ser realizada num processo contínuo entre as juntas de construção. O betão deve ser colocado num prazo de 60 minutos desde o início da mistura. Esses tempos podem ser estendidos pelo Fiscal, caso seja usado um aditivo de retardamento de presa. Todas as escavações e outras superfícies de contacto de natureza absorvente, como cofragem de madeira, devem estar húmidas, mas não deve permanecer água parada nessas superfícies. A cofragem deve estar limpa por dentro.

A qualidade da água, a vida marinha ou qualquer outro ambiente sensível não devem ser afectados de maneira adversa.

b) Colocação

Sempre que possível, o betão deve ser depositado verticalmente na sua posição final. Nos locais onde são usadas calhas, o seu comprimento e inclinação devem ser de forma a não causar segregação. Do mesmo modo, devem ser fornecidos bicos e deflectores adequados para a extremidade inferior, a fim de minimizar a segregação. O deslocamento do betão por vibração, e não por colocação directa, deve ser feito somente quando aprovado pelo Fiscal.

Deve ser aplicada uma espessura substancial ao betonar tabuleiros de pontes para evitar a estratificação do betão, e toda a espessura deve ser colocada de uma só vez. O betão fresco não deve ser colocado contra betão que esteja em posição por mais de 30 minutos, a menos que uma junta de construção ou que um retardador de presa tenha sido usado no betão.

O bombeamento de betão estará sujeito à aprovação do Fiscal. Não devem ser utilizados tubos de alumínio para esse fim.

c) Colocação debaixo de água

A colocação debaixo de água deve ser permitida apenas em circunstâncias excepcionais em que não seja possível desidratar o local antes da colocação do betão. Em circunstância alguma deve o betão ser colocado em água corrente. Para recomendações sobre a colocação de betão debaixo de água, pode consultar-se informação adicional nesta secção das Especificações Padrão.

d) Compactação

O betão deve ser totalmente compactado por meios aprovados durante e imediatamente após a colocação. Deve ser trabalhado minuciosamente contra a cofragem, ao redor dos varões das armaduras, esticadores, tubos de alívio e acessórios embutidos e nos cantos, para que se forme massa sólida livre de vazios.

O betão deve estar livre de favos de abelha e planos de fraqueza, e as camadas sucessivas do mesmo nível devem ser completamente unidas.

Para directrizes adicionais sobre a compactação do betão, recomenda-se a consulta desta subsecção das Especificações Padrão.

6408 Juntas de construção

a) Geral

A betonagem deve ser realizada continuamente até às juntas de construção aprovadas ou ilustradas nos desenhos de trabalho, excepto devido a uma emergência, como por exemplo, avaria na unidade de mistura, ou a ocorrência de clima inadequado. Neste caso, a betonagem deve ser interrompida e deverá ser formada uma junta de construção no local da paragem e da maneira que menos prejudique a durabilidade, a aparência e o bom funcionamento do betão.

Salvo indicação em contrário nos desenhos, a posição exacta das juntas de construção horizontais deve ser marcada na cofragem por meio de verificações de rejunte para obter juntas verdadeiramente horizontais.

As colunas, as paredes e os apoios dos apoios devem ser fundidos integralmente com os apoios e não posteriormente, mesmo quando outra classe de betão estiver sendo usada.

Para informação adicional sobre juntas de construção, recomenda-se a consulta desta subsecção das Especificações Padrão.

6409 Cura e protecção

A cofragem deve ser mantida em posição pelos tempos apropriados indicados na Cláusula 6206 das Especificações Padrão, assim que possível, todas as superfícies de betão expostas devem ser protegidas contra perda de humidade por um ou mais dos seguintes métodos:

- (a) Mantendo a cofragem instalada durante todo o período de cura.
- (b) Encharcar com água as superfícies expostas, excepto onde as temperaturas atmosféricas são baixas, ou seja, inferiores a 5°C.
- (c) Cobrindo-o com areia ou tapetes feitos de material retentor de humidade e mantendo a cobertura constantemente molhada.
- (d) Regar constantemente toda a área das superfícies expostas com água (somente em superfícies onde a cobertura de areia ou o lago é impossível).
- (e) Cobrir com um material impermeável como telas de PVC firmemente ancoradas nas bordas.
- (f) Utilizando um produto químico de cura aprovado e aplicado de acordo com as instruções do fabricante, excepto que, quando a superfície tiver que ser subsequentemente impermeabilizada, ou revestida a betão projectado, este método não pode ser usado.

B.28 SECÇÃO 6600: BETÃO SEM FINOS, JUNTAS, APOIOS, CONEXÕES PARA ELECTRIFICAÇÃO, PARAPEITOS E DRENAGEM EM ESTRUTURAS - NO-FINES CONCRETE, JOINTS, BEARINGS, BOLT GROUPS FOR ELECTRIFICATION, PARAPETS AND DRAINAGE FOR STRUCTURES

A Secção 6600 das Especificações Padrão tem o seguinte conteúdo:

6601	Âmbito de aplicação
6602	Betão sem finos
6603	Juntas em estruturas
6604	Rolamentos para estruturas
6605	Parapeitos, guardas e passeiros
6606	Drenagem para estruturas
6607	Grupos de parafusos para abraçadeiras de electrificação
6608	Critérios de medição

6601 Âmbito de aplicação

Esta secção abrange:

- (a) fabricação e colocação de concreto sem finos usado nas obras;
- (b) fornecimento e instalação de todas as juntas permanentes que permitirão movimento relativo entre elementos estruturais contíguos;
- (c) construção, fornecimento e instalação de rolamentos para estruturas;
- (d) construção de parapeitos, grades e calçadas em estruturas;
- (e) a construção e/ou instalação de obras de drenagem, como orifícios de drenagem, tubulações e roldanas, blocos de betão sem finos, revestimento de filtro e canalização de betão;
- (f) grupos de parafusos para abraçadeiras de electrificação.

6602 Betão sem finos

a) Materiais

O cimento, agregado e água devem cumprir os requisitos da Cláusula 6402 das Especificações Padrão.

Cada tamanho de agregado deve ser um agregado de tamanho único classificado de acordo com a SABS 1083 Parte II ou equivalente.

b) Classes de betão sem finos

O betão sem finos deve ser classificado pelo prefixo NF e pelo tamanho do agregado a ser usado. Por exemplo, a classe NF 19 significa um betão sem finos com um agregado de tamanho nominal de 19,0mm.

O volume de agregado por 50kg de cimento para cada classe de concreto deve ser o detalhado na Tabela 14 (Tabela 6602/1 das Especificações Padrão):

Classe de betão sem finos	Agregado por 50kg de cimento
NF 38	0.33m ³
NF 19	0.30m ³
NF 13	0.27m ³



ANEXO C

Introdução ao Método PCI

ANEXO C

C. INTRODUÇÃO AO MÉTODO PCI

O "Pavement Condition Index", PCI, conhecido na bibliografia em português como o Índice de Condição do Pavimento, é um método de avaliação superficial de pavimentos, desenvolvido por Shayn e a sua equipa do CERL "Construction Engineering Research Laboratory" do "US Army Corps of Engineers" (USACE). Este método tem sido adoptado como procedimento padrão por várias Agências de Gestão de Estradas e foi publicada como Norma pela ASTM (ASTM D 6433), sendo de distinguir as seguintes publicações de referência:

- *Pavement Management for Airports Roads and Parking 2nd Edition*, Shain M.Y;
- *ASTM D 6433-07 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*;
- *TM 5-623 Pavement Maintenance Management*;
- *Estradas Rurais Técnicas Adequadas de Manutenção*, Baesso e Gonçalves;

O PCI é um índice numérico que classifica a condição da superfície do pavimento, variando de 0 a 100, sendo 0 um pavimento na pior condição possível e 100 um pavimento na melhor condição possível (Fig. C-1). O PCI fornece uma medida da condição actual do pavimento com base no defeito observado na superfície do pavimento, que também indica a integridade estrutural e a condição operacional da superfície (rugosidade localizada e segurança). O PCI não pode medir a capacidade estrutural nem fornece a medição directa da resistência à derrapagem ou rugosidade. Ele fornece uma base objectiva e racional para determinar as necessidades e prioridades de manutenção e reparação. O monitoramento contínuo do PCI é usado para estabelecer a taxa de deterioração do pavimento, o que permite a identificação precoce das principais necessidades de reabilitação. O PCI fornece feedback sobre o desempenho do pavimento para validação ou aprimoramento dos procedimentos actuais de projecto e manutenção do pavimento.

O cálculo do PCI é baseado nos resultados de uma pesquisa de condição visual, na qual o tipo, a gravidade e a quantidade de defeitos são identificados. O PCI foi desenvolvido para fornecer um índice da integridade estrutural do pavimento e condição operacional da superfície. As

informações sobre defeitos obtidas como parte da pesquisa de condições do PCI fornecem informações sobre as causas dos defeitos e se elas estão relacionadas à carga ou ao ambiente.

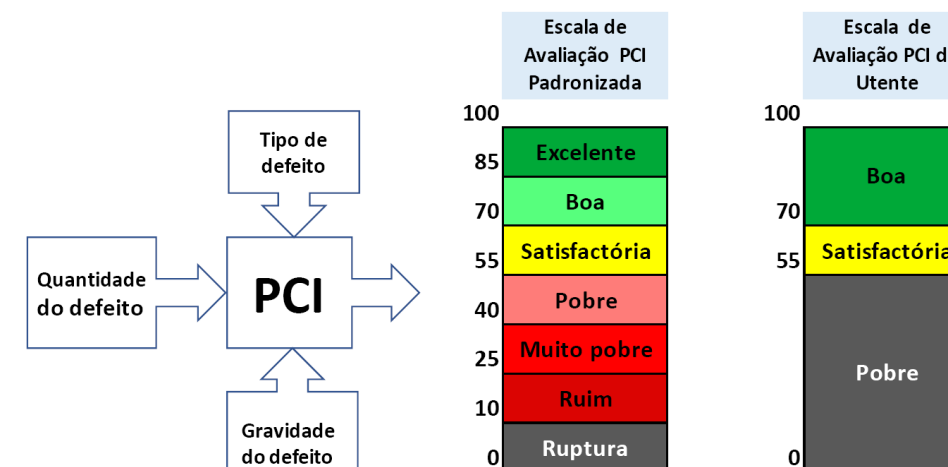


Figura C-1: Escala de avaliação do Índice da Condição do Pavimento (PCI).

Fonte: Shahin, M.Y.

Para a avaliação do Índice da Condição do Pavimento há que observar as seguintes etapas:

- Amostragem e unidades de amostras;
- Inspeção visual dos pavimentos;
- Cálculo do PCI

C.1 DEFINIÇÕES

Para uma melhor percepção da metodologia de avaliação do PCI são incluídas neste documento algumas definições específicas de terminologia usada nos procedimentos, de acordo com a Norma ASTM D 64433-7.

C.1.1 Ramal do pavimento

Um ramal é uma parte identificável da rede viária que é uma entidade única e tem uma função distinta. Por exemplo, cada estrada ou um parque de estacionamento é um ramal separado.

C.1.2 Escala de classificação da condição do pavimento

A classificação da condição do pavimento é descrição qualitativa da condição do pavimento em função do valor do PCI que varia de "Ruptura" a "Excelente", como mostrado na Fig. C-1.

C.1.3 Defeitos do pavimento

São indicadores externos de deterioração do pavimento causados por carga, factores ambientais, deficiências na construção ou uma combinação dos mesmos. As anomalias típicas são fissururas, rodeiras e desgaste da superfície do pavimento. Os diferentes tipos de defeitos e níveis de gravidade são detalhados em quaisquer uma das publicações indicadas na Subsecção 3.3.1 acima, que devem ser consideradas para obter um valor preciso do PCI. Este Manual apresenta defeitos em pavimentos em conformidade com a sua tipologia na Secção 4.

C.1.4 Unidade de amostra do pavimento

É uma subdivisão de uma secção do pavimento com uma faixa de tamanho padrão. No caso de pavimentos com revestimento asfáltico consideram-se faixas contíguas de $225 \pm 90\text{m}^2$, se o pavimento não for dividido equitativamente de 100m ou para acomodar condições de campo específicas.

C.1.5 Secção do pavimento

É uma área de pavimento contígua com uniformidade de construção, manutenção, histórico de uso e condições. Uma secção deve ter o mesmo volume de tráfego e intensidade de carga.

C.2 AMOSTRAGEM E UNIDADES DE AMOSTRA

O pavimento é dividido em ramais e estes são divididos em secções. Cada secção é dividida em unidades de amostra (unidades simples).

Uma unidade de amostra é uma parte convenientemente definida para uma secção do pavimento designada apenas para fins de inspecção desse pavimento. Para estradas não pavimentadas e pavimentadas com asfalto (incluindo asfalto sobre betão), uma de amostra é definida como uma área de $225 \pm 90\text{m}^2$.

Uma consideração importante ao dividir uma secção do pavimento em unidades de amostra é a conveniência. Algumas unidades de amostra podem ter um comprimento diferente das outras. Nem todas as unidades de amostra precisam ter o mesmo tamanho, mas elas têm que estar de acordo com as diretrizes para o tamanho recomendado da unidade de amostra para garantir uma necessidade precisa do PCI. As unidades de amostra são numeradas consistentemente de acordo com a direcção da estrada, de Oeste para Leste e do Norte para o Sul.

Para cada secção de pavimento que está sendo inspeccionada, é recomendável que os esboços (croquis) sejam mantidos mostrando o tamanho e a localização das unidades de amostra. Esses esboços podem ser usados para realocar unidades de amostra para futuras inspecções. Num sistema de gestão computadorizado, esses esboços devem ser armazenados como imagem (s) associada (s) à secção de pavimento.

C.3 AMOSTRAS A SEREM INSPECCIONADAS

A inspecção de cada unidade de amostra em uma secção do pavimento pode exigir um esforço considerável, especialmente se a secção for grande. Para limitar os recursos necessários para uma inspecção, foi desenvolvido um plano simples para que um PCI razoavelmente preciso pudesse ser estimado inspeccionando apenas um número limitado de unidades de amostra na secção do pavimento. O número de unidades simples necessário depende do uso do pavimento e, se a inspecção é realizada ao nível da rede viária ou de ao nível de uma estrada.

Se o objectivo é tomar decisões ao nível da rede, como o planeamento do orçamento, é suficiente uma inspecção de um número limitado de unidades simples por secção. Por outro lado, se o objectivo é avaliar secções específicas do pavimento para o desenvolvimento de um projecto, pode ser necessário um maior nível de unidades simples para uma secção.

C.3.1 Inspecção ao nível de projecto individual

a) Determinar o número unidades de amostras a serem inspeccionadas

A gestão ao nível do projecto requer dados precisos para a preparação de planos e contratos de trabalho. Portanto, mais unidades de amostra são inspeccionadas do que normalmente são amostradas para a gestão ao nível da rede. O primeiro passo na amostragem é determinar o número mínimo de unidades de amostra (n) que devem ser pesquisadas para obter uma estimativa adequada do PCI da secção. Esse número é determinado para uma avaliação ao nível do projecto usando as curvas mostradas na Figura C-2. Usando esse número, será obtida uma estimativa razoável da verdadeira média da PCI da secção. Há 95% de confiança de que a estimativa está dentro de ± 5 pontos do PCI médio verdadeiro. (o PCI obtido se todas as unidades da amostra foram inspeccionadas).

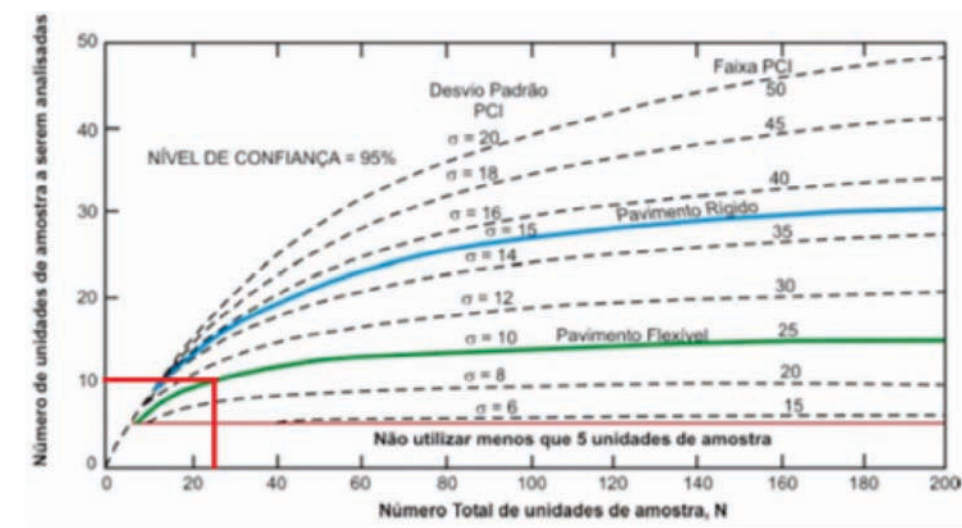


Figura C-2: Determinação do número de unidades de amostras.

b) Seleção unidades de amostras para inspeccionar

Recomenda-se que as amostras a serem inspeccionadas sejam igualmente espaçadas ao longo da seção e que a primeira seja escolhida aleatoriamente. Essa técnica, conhecida como "sistemática aleatória", é ilustrada na Figura C-3 e descrita pelas três etapas a seguir:

- 1. O intervalo simples (i) é determinado por $i = N/n$, onde N é igual ao número total unidades de amostras disponíveis e n é igual ao número mínimo de unidades de amostras a serem inspeccionadas. O intervalo simples (i) é arredondado para o número inteiro menor (por exemplo, 3,6 é arredondado para 3,0).
- 2. Início (s) aleatório (s) é/são seleccionados aleatoriamente entre a unidade de amostra 1 e o intervalo simples (i). Por exemplo, se $i = 3$, o início aleatório seria um número de 1 a 3.
- 3. As amostras a serem inspeccionadas são identificadas como s, s + i, s + 2i, etc. Se o início selecionado for 3 e o intervalo simples for 3, as unidades de amostra a serem pesquisadas serão 6, 9, 12, etc.

Número total de unidades de amostras na Seção (N)	= 47
Numero mínimo de unidades a serem inspeccionadas	= 13
Intervalo (i) = $N/n = 47/13 = 3,6$	= 3
Início aleatório (s)	= 3

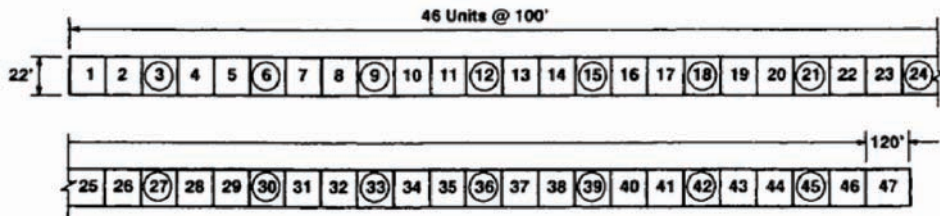


Figura C-3: Exemplo simples sistemática aleatória.
Fonte: Shahin

C.3.2 Inspeção ao nível da rede

1. Determinar o número de unidades de amostras a serem inspeccionadas

Uma inspeção ao nível da rede pode ser realizada observando apenas algumas unidades de amostra por seção. A Tabela 6 fornece um exemplo de critério usado pelas Agências para determinar o número de unidades de amostra a serem inspeccionadas ao nível da rede. O número de unidades a serem inspeccionadas (n) é acrescido em 1 para cada aumento de cinco unidades na seção (N) até N igual a 15. Quando igual a 16 a 40, o valor de n é definido como 4. Quando o valor de $N > 40$, n é fixado em 10% de N e arredondado para a próxima unidade de amostra inteira. Por exemplo, se $N = 52$, então $n = 6$ (arredondado para cima de 5,2).

Os valores na Tabela 15 são fornecidos como exemplos. O grau simples apresentado é suficiente para desenvolver planos de trabalho de manutenção ao nível da rede, avaliar as condições do pavimento e identificar as seções candidatas que podem garantir inspecções detalhadas ao nível do projecto.

2. Seleccionar unidades de amostra para inspecção

Ao seleccionar as unidades de amostras para inspecção, conforme recomendado na Tabela C-1, as unidades de amostra seleccionadas devem ser representativas (não aleatórias) da condição geral da seção. O principal objectivo da estimativa orçamental e da avaliação das condições da rede é obter uma classificação significativa com o menor custo.

Tabela C-1: Exemplo simples para o nível de rede viária

No de unidades de amostras na seção (N)	No de unidades a serem inspeccionadas (n)
1 a 5	1
6 a 10	2
11 a 15	3
16 a 40	4
superior a 40	10%
	(arredondado para a próxima amostra)

C.4 EXECUÇÃO DAS INSPECÇÕES

Os procedimentos usados para realizar um levantamento das condições do PCI variam de acordo com o tipo de superfície do pavimento que está sendo inspecionado. Para todos os tipos de superfície, a seção do pavimento deve ser primeiro dividida em unidades simples e as unidades a serem inspeccionadas escolhidas conforme descrito na seção anterior. Os procedimentos de inspecção para pavimentos asfaltados e estradas não pavimentadas são descritos nas seções a seguir. Exemplos de fichas de inspecção de campo são ilustradas nas Tabelas 7 e 9. As definições padronizadas dos defeitos devem ser seguidas para que possa ser determinado com precisão o PCI. A identificação e descrição de todos os tipos de defeitos que ocorrem em pavimentos, e a definição dos níveis de severidade (baixa, media e alta) de cada tipo de defeito e o critério de medição, estão dispostos na publicação "Shahin, M.Y, Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots",

Na Seção 5 deste Manual são apresentados conceitos gerais sobre anomalias e defeitos em pavimentos no contexto das estradas municipais nacionais.

C.4.1 Inspeção de pavimentos revestidos com asfalto

O levantamento da condição de pavimentos de asfaltados, revestimentos superficiais e asfalto sobre betão, envolve o seguinte:

Equipamento

- ➔ 1 pedómetro para medir comprimentos e áreas dos defeitos;
- ➔ 1 régua de 3,0m de comprimento;
- ➔ 1 régua curta para medir a profundidade de rodeiras ou depressões e;
- ➔ o manual de defeitos do PCI.

Procedimento

Uma unidade de simples é inspecionada medindo o tipo e a gravidade dos defeitos de acordo com o manual de defeitos do PCI e registando os dados na ficha de inspeção de pavimentos flexíveis. A Tabela C-2 é um exemplo da ficha de inspeção das condições de uma unidade de amostra de um aeródromo com revestimento asfáltico. As definições e procedimentos para medir os defeitos de estradas e pavimentos de aeródromos são fornecidos no manual de defeitos do PCI atrás referido. Essas definições devem ser seguidas religiosamente ao se efectuar a inspeção do PCI. Deve ser usada uma ficha de dados para cada unidade de amostra. Os códigos dos defeitos fornecidos na ficha de dados correspondem aos códigos de identificação de defeitos utilizados no sistema Micro PAVER. Contudo, Diferentes Agências de gestão de redes viárias podem adoptar códigos de identificação de defeitos diferentes.

Cada linha na planilha de dados é usada para representar um tipo de defeito e um determinado nível de gravidade. Os critérios de medição dos defeitos são também padronizados. Na Tabela C-3, por exemplo, o número 48 que representa fissuras longitudinais e transversais, de baixa gravidade (L) é medido em pés lineares (metros lineares no nosso caso), de modo que 10 indica 10 pés (3,0m) de fissuras de baixa gravidade e assim por diante. Todos os dados de defeitos são usados para calcular o PCI da unidade de amostra, conforme discutido mais adiante nesta secção. A Tabela 8 apresenta critérios de medição dos defeitos em pavimentos asfaltados a considerar no estudo do PCI.

Tabela C-2: Exemplo de ficha de inspeção de uma unidade de amostra de um pavimento asfaltado de um aeroporto.
Fonte: Shahin, M.Y.

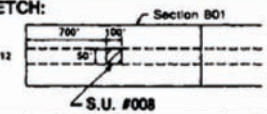
AIRFIELD ASPHALT PAVEMENT CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT										SKETCH: 					
BRANCH <u>R1230</u>		SECTION <u>B01</u>		SAMPLE UNIT <u>008</u>											
SURVEYED BY <u>MYS</u>		DATE <u>MAR/15/92</u>		SAMPLE AREA <u>5000 sf</u>											
41. Alligator Cracking		45. Depression		49. Oil Spillage		53. Rutting									
42. Bleeding		46. Jet Blast		50. Patching		54. Shoving from PCC									
43. Block Cracking		47. Jt. Reflection (PCC)		51. Polished Aggregate		55. Slippage Cracking									
44. Corrugation		48. Long. & Trans. Cracking		52. Raveling/Weathering		56. Swell									
DISTRESS SEVERITY		QUANTITY								TOTAL		DENSITY %		DEDUCT VALUE	
48 L		10	20	17						47	0.94	4.8			
48 M		7	9							16	0.32	6.7			
41 L		53								53	1.08	21.0			
45 L		10	5							15	0.3	1.6			
53 L		20	45	10						75	1.5	17.1			
53 M		25								25	0.5	20.1			

Tabela C-3: Defeitos em pavimentos asfaltados e critérios de medição.
Fonte: Márcia et al

Defeito	Critério de medição	Defeito	Critério de medição
Couro de Jacaré	área	Remendos	área
Exsudação	área	Agregado polido	área
Fissuras em blocos	área	Buracos	unidade
Elevações/ assenta-mentos	metro linear	Passagens de nível	área
Corrugação	área	Rodeiras	área
Afundamento loca-lizado	área	Escorregamento de massa	área
Fissuras por refle-xão de juntas	metro linear	Fissuras devido ao escorregamento de massa	área
Desnível no pavi-mento/berma	metro linear	Inchamento	área
Fissuras longitudi-nal e transversal	metro linear	Desgaste	área

C.4.2 Inspeção de estradas não revestidas

O procedimento para a inspeção com vista a determinação do PCI para estradas não pavimentadas foi desenvolvido pelo “U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory” e envolve o seguinte:

Equipamento

- ➔ 1 pedómetro para medir comprimentos e áreas dos defeitos;
- ➔ 1 régua de 3,0m de comprimento;
- ➔ 1 régua curta para medir a profundidade de rodeiras ou depressões e;
- ➔ o manual de defeitos do PCI.

Procedimento

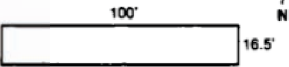
Dois tipos de inspeções são realizadas em estradas não pavimentadas: uma "inspeção de pára-brisa" e uma inspeção baseada na medição detalhada dos defeitos nas unidades simples.

A inspeção de pára-brisa é realizada conduzindo a todo o comprimento da estrada a 40 km/h. A velocidade pode ser maior ou menor, dependendo das condições da estrada ou da prática local. Os problemas da superfície e drenagem são observados durante a inspeção. Recomenda-se que as inspeções do tipo para-brisa sejam realizadas uma vez a cada estação climática. Portanto, no nosso caso seria duas vezes por ano. Os resultados podem ser usados para estimar as necessidades de manutenção e definir prioridades.

A inspeção detalhada dos defeitos pode ser realizada com menos frequência, mas deve ser realizada pelo menos uma vez em cada 3 anos. De acordo com a bibliografia, a inspeção deve ser realizada na época do ano em que as estradas estão nas suas melhores e mais consistentes condições.

Para fins de determinação do PCI de estradas não revestidas foram identificadas sete anomalias: secção transversal imprópria, drenagem lateral inadequada, corrugações, poeira, buracos, rodeiras e agregados soltos. A Tabela C-4 mostra um exemplo de uma ficha de inspeção de condição de um pavimento não revestido já preenchida. O Apêndice F do manual de defeitos acima referido fornece as definições de defeitos e procedimentos para quantifica-los.

Tabela C-4: Exemplo de ficha de inspeção de uma unidade de amostra para estradas não revestidas

UNSURFACED ROADS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT										SKETCH:		
BRANCH CENGRO2 SECTION AGO3 SAMPLE UNIT 2 SURVEYED BY KTL DATE Jul 13 '92 SAMPLE AREA 1650 ft ²												
1. Improper Cross Section (Linear feet) 2. Inadequate Roadside Drainage (Linear feet) 3. Corrugations (Square feet) 4. Dust										5. Potholes (Number) 6. Ruts (Square feet) 7. Loose Aggregate (Linear feet)		
DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE	
1M	12	18							30	1.8	6	
3L	16	20							36	2.2	2	
3M	18								18	1.1	2	
5L	9	12	7						28	1.6	23	
5M	2	6							8	0.48	16	
6L	180								180	14.5	18	

Os critérios de medição dos defeitos em pavimentos não revestidos a considerar no estudo do PCI são apresentados na Tabela C-5.

Tabela C-5: Defeitos a considerar em pavimentos não revestidos e critérios de medição

Defeito	Critério de medição
Secção transversal imprópria	metro linear
Drenagem lateral inadequada	metro linear
Corrugações	área
Poeira	
Buracos	unidade
Rodeiras	área
Agregados soltos	metro linear

C.5 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DOS DEFEITOS

Uma vez identificados os defeitos e devidamente preenchidas as fichas de inspecção, a etapa seguinte é a determinação da densidade dos defeitos.

A densidade dos defeitos medidos em área (m²) é calculada do seguinte modo:

$$\text{Densidade} = (\text{Quantidade do defeito em m}^2) / (\text{Área da unidade de amostragem em m}^2) \times 100$$

A densidade dos defeitos medidos em metro linear (m) é calculada do seguinte modo:

$$\text{Densidade} = (\text{Quantidade do defeito em metro linear (m)}) / (\text{Área da unidade de amostragem em m}^2) \times 100$$

A densidade dos defeitos medidos à unidade (un) é calculada do seguinte modo:

$$\text{Densidade} = (\text{Número de buracos}) / (\text{Área da unidade de amostragem em m}^2) \times 100$$

Baesso e Gonçalves, na sua abordagem sobre curvas dedutíveis para estradas não revestidas, apresentam um coeficiente de correcção para unidades métricas K, para cada tipo de defeito.

C.6 CÁLCULO DO PCI

O grau de deterioração do pavimento é uma função do tipo de defeito, sua gravidade e quantidade ou densidade. Produzir um índice que levaria em consideração os três factores foi um desafio considerável para Shahin e sua equipa. Para superar esse desafio, foram introduzidos "valores deduzidos" como um tipo de factor de ponderação para indicar o grau de efeito que cada combinação de tipo, nível de severidade e densidade do defeito tem na condição do pavimento. Os valores de dedução foram desenvolvidos com base no conhecimento profundo do comportamento do pavimento, com a contribuição de muitos engenheiros de pavimentação experientes, testes de campo e avaliação do procedimento e descrições precisas dos tipos de defeitos e níveis de gravidade.

O PCI é calculado para cada unidade de amostra inspeccionada. O PCI não pode ser calculado para toda a secção do pavimento sem calcular primeiro o PCI para as unidades simples. O cálculo do PCI é baseado nos valores de dedução - factores de ponderação de 0 a 100 que indicam o impacto de cada defeito nas condições do pavimento. Um valor deduzido de 0 indica que o defeito não afecta a integridade estrutural do pavimento e/ou condição operacional da superfície, enquanto um valor de 100 indica um defeito extremamente grave.

C.6.1 Cálculo do PCI para uma unidade de amostra de pavimentos asfaltados e não revestidos

As etapas de cálculo são semelhantes para estradas e aeródromos sendo resumidas em 4:

1. Determinar os valores de dedução;
2. Determinar o número máximo de deduções (m) permitido;
3. Determinar o máximo valor de dedução corrigido (CDV);
4. Calcule o PCI subtraindo o CDV máximo de 100.

A descrição de cada etapa é apresentada a seguir (Shahin M.Y).

ETAPA 1: DETERMINAR OS VALORES DE DEDUÇÃO.

- 1a. Adicione os totais para cada tipo de defeito em cada nível de gravidade e registre-os em "Total" na ficha de inspecção. Por exemplo, a Tabela 16 mostra duas entradas para o defeito do tipo 48M. A anomalia é adicionada e inserida em "Total" como 16.
- 1b. Determine a densidade por cada unidade de amostra para cada tipo de defeito e gravidade, dividindo a quantidade de cada tipo de defeito para cada nível de gravidade pela área total da unidade de amostra e multiplicado por 100.
- 1c. Determine o valor deduzido para a combinação de cada tipo de defeito e nível de gravidade a partir das curvas de valor de dedução de defeitos. A Figura C-4 mostra um exemplo de uma curva de dedução para o defeito do tipo 41, "Couro de crocodilo", para pavimentos de aeródromos. As curvas de dedução para todas as anomalias são fornecidas.

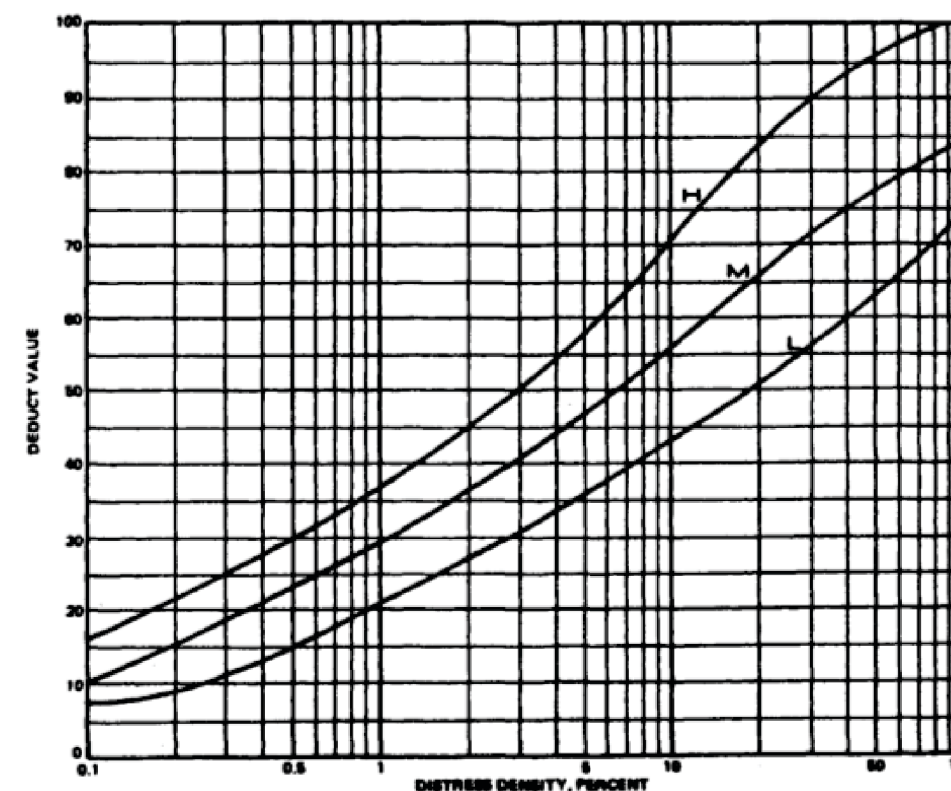


Figura C-4: Valores de curvas de dedução para defeitos do tipo Couro de Jacaré.
Fonte: Shahin, M.Y.

ETAPA 2: DETERMINAR O NÚMERO MÁXIMO DE DEDUÇÕES (M) PERMITIDO

2a. Se apenas um valor de dedução individual (ou nenhum) for >5 para pistas de aviação e estradas não pavimentadas ou >2 para estradas pavimentadas, o valor total da dedução será usado no lugar do valor máximo da dedução corrigida (CDV) na Etapa 4 será concluído e o cálculo do PCI; caso contrário, as seguintes etapas devem ser seguidas.

2b. Por exemplo, os valores na Tabela C-6 seriam classificados da seguinte forma: 21, 20,1,17,1,6,7,4,8 e 1,6.

2c. Determine o número permitido de deduções, m (Fig. C-5), usando as seguintes fórmulas:

$$m_i = 1 + (9/95)(100 - HDV_i) \text{ (para aeroportos e estradas não revestidas)}$$

$$m_i = 1 + (9/98)(100 - HDV_i) \text{ (para estradas asfaltadas)}$$

Onde:

m = número permitido de deduções, incluindo frações, para a unidade de amostra i.

HDV_i = maior valor de dedução individual para a unidade de simples i.

Por exemplo, na Tabela C-6:

$$m = 1 + (9/95)(100 - 21,0) = 8,48$$

2d. O número de valores de dedução individual é reduzido para m, incluindo a parte fracionária. Se menos de m valores de dedução estiverem disponíveis, então todos os valores de dedução serão usados. Para o exemplo na Tabela C-2, todas as deduções são usadas, pois são menores que m.

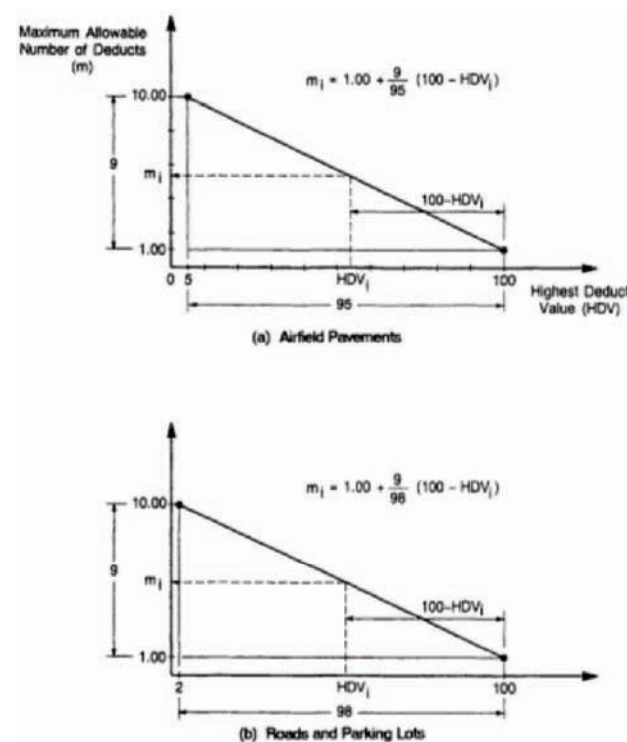


Figura C-5: Determinação do máximo admissível de deduções (m).

Fonte: Shahim M.Y.

ETAPA 3: DETERMINAR O MÁXIMO VALOR DE DEDUÇÃO CORRIGIDO (CDV).

O CDV máximo é determinado iterativamente da seguinte forma:

3a. Determine o número de deduções com um valor >5 para aeródromos e estradas não revestidas, e >2 para estradas pavimentadas. Para o exemplo na Tabela C-6, q = 4.

3b. Determine o valor total da dedução adicionando todos os valores individuais da dedução. No exemplo actual, o valor total da dedução é 71,3.

3c. Determine o CDV a partir de q e o valor total da dedução pesquisando a curva de correção apropriada. A Figura C-6 mostra a curva de correção para pavimentos de aeródromos revestidos com asfalto.

3d. Para aeroportos e estradas não revestidas, reduza para 5,0 o menor valor individual do produto que seja > 5. Para estradas pavimentadas, reduza para 2,0 o menor valor de dedução individual que seja > 2. Repita as etapas 3a a 3c até q ser igual a 1.

3e. O CDV máximo é o maior dos CDVs determinados.

ETAPA 4: CALCULE O PCI SUBTRAINDO O CDV MÁXIMO DE 100.

A Tabela C-6 resume o cálculo do PCI para o exemplo do pavimento asfaltado mostrado na Tabela C-2

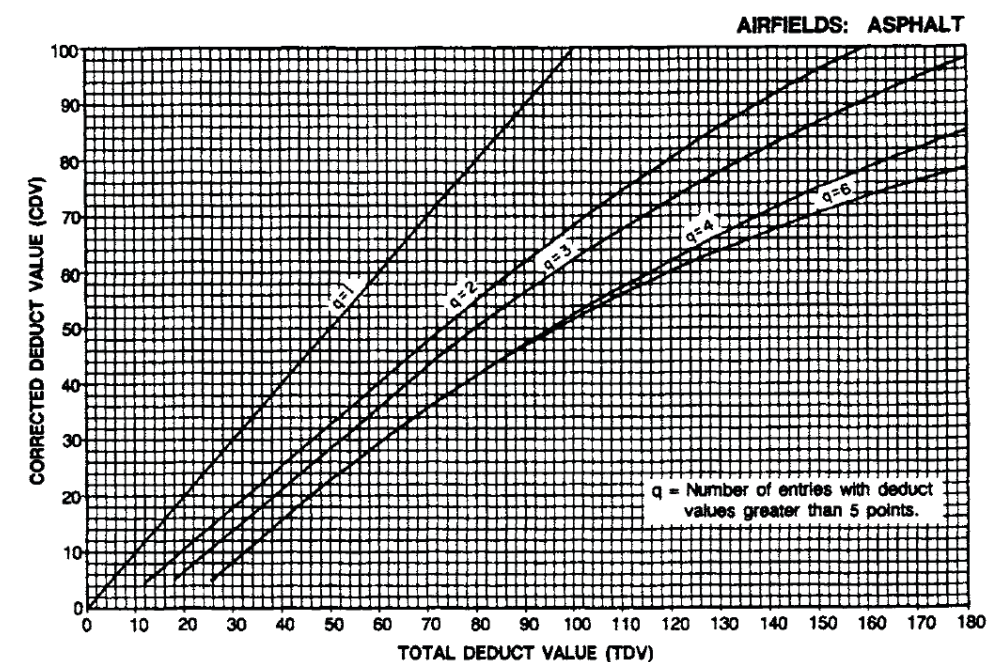


Figura C-6: Curvas de correção para pavimentos asfaltados de aeroportos

Tabela C-6: Folha de cálculo do PCI para o exemplo da unidade de amostra dada na Tabela C-2

#	Deduct Values								Total	q	CDV
1	21	20.1	17.1	6.7	4.8	1.6			71.3	4	37
2	21	20.1	17.1	5.0	4.8	1.6			69.6	3	43
3	21	20.1	5.0	5.0	4.8	1.6			57.5	2	38
4	21	5.0	5.0	5.0	4.8	1.6			42.4	1	42.4
5											
6											

$$PCI = 100 - 43 = 57$$

C.6.2 Cálculo do PCI para uma secção

Se todas as unidades simples inspeccionadas forem seleccionadas usando a técnica aleatória sistemática ou na base de serem representativas da secção e forem iguais em tamanho, o PCI da secção é determinado pela média dos PCIs dessas unidades. Se as unidades simples inspeccionadas não forem iguais em tamanho, o PCI da secção será a média ponderada da como mostrado na seguinte equação:

$$PCI_s = \overline{PCI}_r = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \cdot A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}}$$

Onde:

PCI_s = PCI da secção do pavimento

PCI_r = PCI médio ponderado por área de unidades simples aleatórias (ou representativas)

PCI_{ri} = PCI da unidade de amostra aleatória i

A_{ri} = Área da unidade de amostra aleatória i

n = Número total de unidades simples aleatórias inspeccionadas

Se forem inspeccionadas unidades simples adicionais, para além das unidades aleatórias ou representativas, o PCI da secção será calculado da seguinte forma:

$$\overline{PCI}_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \cdot A_{ai})}{\sum_{i=1}^m A_{ai}}$$

$$PCI_s = \frac{\overline{PCI}_r(A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + \overline{PCI}_a(\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A}$$

Onde

PCI_a = PCI médio ponderado por área de unidades adicionais simples

PCI_{ai} = PCI do número da de amostra adicional i

A_{ai} = área da de amostra adicional i

A = área da secção

m = número de unidades adicionais inspeccionadas

C.7. RELAÇÃO ENTRE PCI E MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO

Um dos objetivos da introdução do método de avaliação de pavimentos PCI neste manual é a possibilidade que ele oferece na tomada de decisões sobre as necessidades de manutenção ou de reparação numa estrada ou numa rede viária municipal. O conceito de Manutenção e Reparação (M&R) é dividido em três grupos:

Manutenção preventiva localizada

A M&R preventiva localizada é definida como as actividades de manutenção de defeitos executadas com o objectivo principal de reduzir o estado de deterioração. Essas actividades incluem fechamento de fissuras e remendos.

Manutenção preventiva global

A M&R preventiva global é definida como as actividades aplicadas a secções inteiras do pavimento com o objetivo principal de diminuir a taxa de deterioração. Essas actividades são principalmente para pavimentos revestidos com asfalto, por exemplo, tratamentos de superfície.

Grandes manutenções e reparações

As grandes M&R são definidas como actividades aplicadas à toda a secção do pavimento para corrigir ou melhorar os requisitos estruturais ou funcionais existentes. As grandes M&R incluem reconstruções e sobreposições estruturais. O valor do PCI após grandes M&R é assumido como 100.

C.7.1 IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS ANUAIS DE MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO

C.7.1.1 Reparações localizadas

As reparações localizadas são atribuídas com base nos tipos e gravidade dos defeitos existentes. Políticas de manutenção de reparo de emergência são, portanto, desenvolvidas para atribuir tipos específicos de M&R localizados, por exemplo fecho de fissuras, para um tipo de defeito específico/nível de gravidade. Recomenda-se que o Município desenvolva pelo menos duas políticas - uma para pavimentos em bom estado e outra para pavimentos em mau estado. A política de manutenção de emergência para pavimentos em bom estado será chamada de "política preventiva localizada" e para pavimentos em mau estado como "política de segurança localizada".

O objetivo da política preventiva localizada é diminuir a taxa de deterioração. Portanto, a política incluirá recomendações para a reparação de todos os problemas, incluindo aqueles que podem não causar desconforto ao usuário no momento, mas que podem levar a uma taxa mais rápida de deterioração (por exemplo, fechamento de fissuras, de fissuras longitudinais e transversais de gravidade média).

A política de segurança localizada é uma medida de interrupção até que grandes M&R possam ser executadas. Portanto, a política se limita a reparar os problemas que possam representar um risco à segurança ou afectar gravemente a função pretendida do pavimento.

Exemplos de reparações localizadas são apresentadas na Tabela C-7.

Tabela C-7: Exemplo de defeitos e métodos de M&R localizada

Método de manutenção e reparação	Tipo de Defeito	Não fazer nada	Fechamento de fissuras	Remendo a profundidade parcial	Remendo a toda profundidade	Remendo superficial	Tapamento de buraco	Método de manutenção e reparação					Notas
								Aquecer e espalhar areia	Aplicar emulsão selante superficial	Aplicar rejuvenescedor	Aplicar revestimento simples		
1. Couro de Crocodilo	L			M,H	M,H				L	L			
2. Exsudação	L							L,M,H					
3. Fissuras em blocos	L	L,M,H								L	L,M		
4. Elevações/ assentamentos	L			M,H	M,H	M,H							
5. Corrugação	L			M,H	M,H								
6. Afundamento localizado	L			M,H	M,H	M,H							
7. Borda quebrada	L	L,M		M,H	M,H							Se predominante, aplicar revestimento simples	
8. Fissuras por reflexão de juntas	L	L,M,H		H									
9. Desnível pavimento x berma	L											Se predominante, nivelar a berma e aplicar revestimento simples	
10. Fissuras longitudinal e transversal	L	L,M,H		H					L	L	L,M		
11. Remendos e cortes de serviços	L	M		H*	H*							*Substituir o remendo	
12. Agregado polido	A										A		
13. Buracos				L	L,M,H		L,M,H						
14. Passagens de nível	L					L,M,H							
15. Rodeiras	L			L,M,H	M,H	L,M,H							
16. Escorregamento de massa	L			M,H									
17. Fissuras devido ao escorregamento de massa	L	L		M,H									
18. Inchamento	L				M,H								
19. Desgaste e desagregação	L			H					L,H	L	M,H		

Nota: L = severidade baixa; M = severidade média; H = severidade alta; A = tem apenas um nível de severidade

C.7.1.2 Implementação de M&R preventiva

Como está implícito na palavra preventiva, a M&R preventiva global deve ser aplicada a pavimentos em boas condições. A aplicação preventiva global (tratamentos de superfície) em pavimentos asfálticos em mau estado não é rentável, pois esses tratamentos não corrigem nem a capacidade estrutural nem a rugosidade do pavimento. Três tipos de M&R preventiva global são definidos para pavimentos revestidos com asfalto. O principal objectivo da M&R preventiva global é aumentar a vida útil do pavimento, diminuindo a sua taxa de deterioração.

A atribuição de tipos específicos de tratamento de superfície às secções do pavimento pode ser otimizada com base nos tipos de defeitos existentes. A Figura C-7 mostra uma metodologia de atribuição que permite a aplicação de até três tipos diferentes de tratamentos

de superfície. O tipo 3 é atribuído a pavimentos com distúrbios que causam derrapagens, como exsudação. O tipo 2 é atribuído a pavimentos com problemas relacionados com o clima, como fissuras em blocos. O tipo 1 é atribuído a pavimentos com pouco ou nenhuns defeitos. Deve notar-se que os Serviços de Manutenção podem seleccionar um tipo de tratamento de superfície, como lama asfáltica (slurry seal), independentemente do tipo de defeitos existentes. A selecção do tipo de tratamento de superfície também é em função do uso e classificação (classificação funcional) do pavimento. Por exemplo, revestimentos superficiais podem não ser apropriados para as pistas, devido à possibilidade de danos nos motores das aeronaves causados por objectos estranhos (FOD). Em vez disso, pode ser usada uma camada fina de betão asfáltico sobreposta.

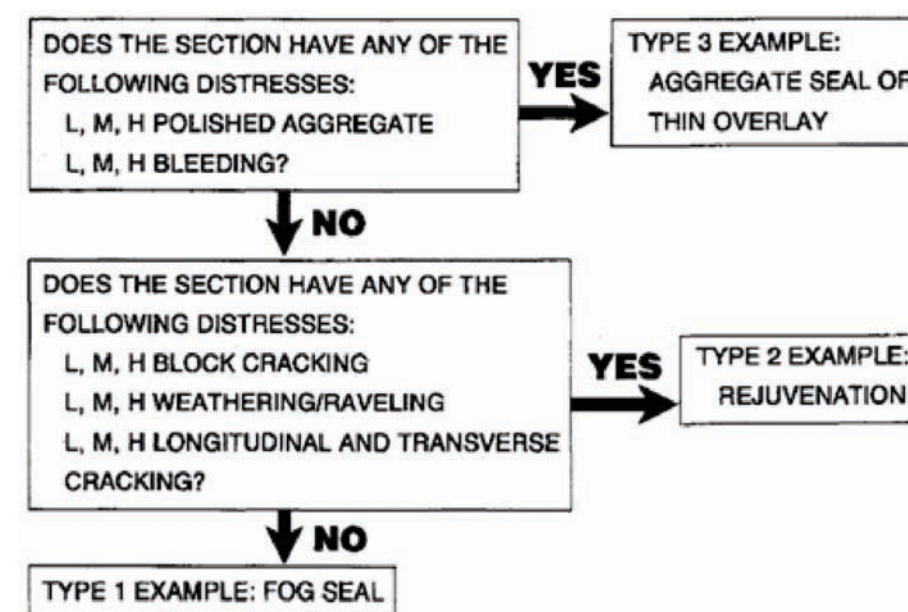


Figura C-7: Exemplo de 3 tipos de tratamento superficial aplicados na M&R preventiva.
Fonte: Shahin M.Y.

A relação entre a condição do pavimento avaliada pelo método PCI e a idade é apresentada na figura abaixo onde se pode verificar uma queda acentuada da condição do pavimento para valores de PCI inferiores a 50 e que tornam as intervenções de M&R preventivas muito mais onerosas do que as intervenções feitas quando o PCI é superior a 50.

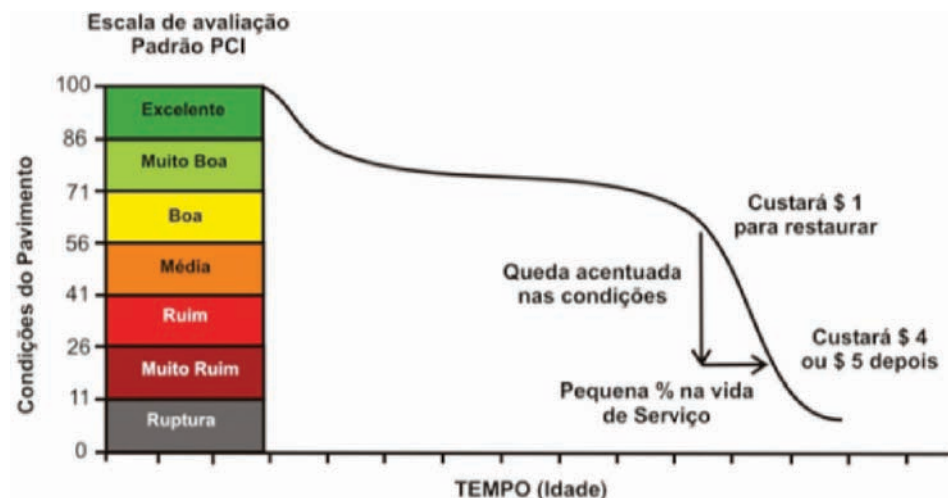


Figura C-8: Relação PCI x idade do pavimento

C.7.2 IMPLEMENTAÇÃO DE M&R BASEADA NA MATRIZ DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO

A implementação dos diferentes métodos de M&R baseada na matriz de condição das estradas é de muita utilidade para as cidades. Os índices de condição usados são os defeitos estruturais, as condições climáticas e a rugosidade da superfície ou facilidade de condução. Os defeitos estruturais e climáticos podem ser avaliados pelo PCI, enquanto que a rugosidade do pavimento pode ser avaliada com base no Índice Internacional de Rugosidade (IRI), ou calculada com base nas anomalias que afectam a rugosidade ou facilidade de condução, semelhante aos índices estruturais e climáticos. Esta matriz é apresentada na Figura C-9. Constituirá tarefa do município a definição dos limites das condições dos pavimentos.

		Structural Distress		
		Climatic Distress		
Ride		Good	Fair	Poor
Good	Good	Surface Seal	Base Failure + Resurface	Base Failure + Resurface
	Fair	Crack Seal + Surface Seal	Base Failure + Resurface	Base Failure + Resurface
	Poor	Crack Seal + Surface Seal	Reconstruction	Reconstruction
Fair	Good	Thin Overlay	Profile (Coldmill) + Base Failure + Resurface	Profile (Coldmill) + Base Failure + Resurface
	Fair	Profile + Thin Overlay	Profile (Coldmill) + Base Failure + Resurface	Profile (Coldmill) + Base Failure + Resurface
	Poor	Profile + Thin Overlay	Reconstruction	Reconstruction
Poor	Good	Profile + Thin Overlay	Profile (Coldmill) + Base Failure + Resurface	Reconstruction
	Fair	Profile + Thin Overlay	Reconstruction	Reconstruction
	Poor	Reconstruction	Reconstruction	Reconstruction

Figura C-9: Implementação de M&R baseada na matriz de condição do pavimento.
Fonte Shahin, M.Y.

C.7.3 PLANIFICAÇÃO MULTI-ANUAL DA M&R BASEADA NO PCI MÍNIMO

A determinação de uma condição mínima do PCI pode constituir a pior escolha de abordagem inicial porque eventualmente não otimiza os gastos orçamentários e, portanto, o retorno do investimento.

O custo para as grandes intervenções de M&R é estimado para cada secção, projectando o ano em que a secção se deteriorará para a condição mínima especificada e multiplicando a área da secção pelo custo unitário de M&R. O utilizador deve especificar a taxa de inflação, bem como a relação entre PCI e custo unitário das grandes M&R. O custo unitário do PCI vs grandes M&R deve ser estabelecido para cada combinação de uso/classificação/tipo de revestimento do pavimento. A Figura C-10 pode ser usada como um guia no desenvolvimento da relação PCI vs custo para as grandes M&R. Com um valor PCI de 75 ou superior, supõe-se que possa ser executado um reforço em betão asfáltico de 40mm de espessura. Para um PCI de 30 ou menos, assume-se que será necessária uma reconstrução. Pode ser assumida uma linha recta entre esses dois limites, mesmo que o custo seja curvado, como mostra a Figura C-10.

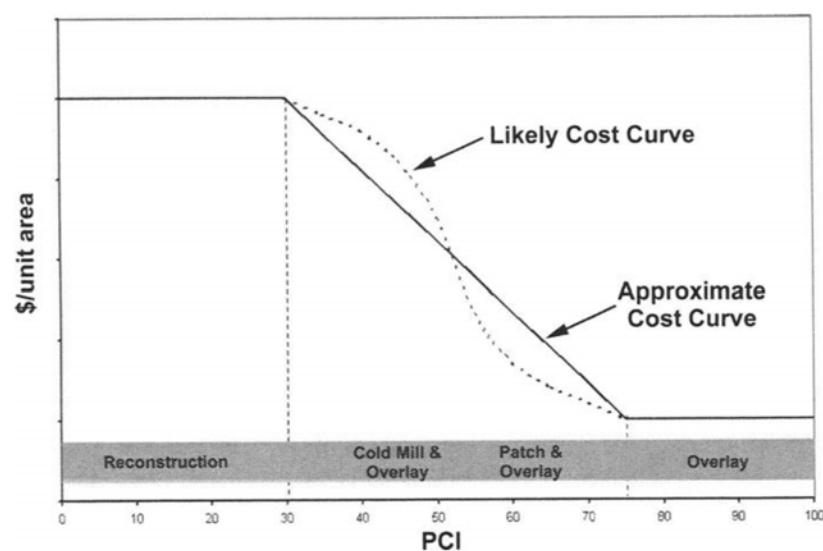


Figura C-10: Guia para o desenvolvimento da relação PCI x Custo Unitário de grandes M&R.
Fonte: Shahin M.Y.

A Figura C-11 mostra um exemplo do orçamento necessário para grandes M&R numa rede de estradas em que a condição mínima foi especificada como PCI = 55 em 10 anos. A figura também mostra o resultado do aumento gradual do PCI mínimo para 55 nos primeiros 5 anos e, em seguida, mantendo-se em 55 nos restantes 5 anos. A vantagem dessa abordagem é reduzir os requisitos de orçamento no primeiro ano; no entanto, isso resulta num custo total ligeiramente elevado para o período de planeamento.

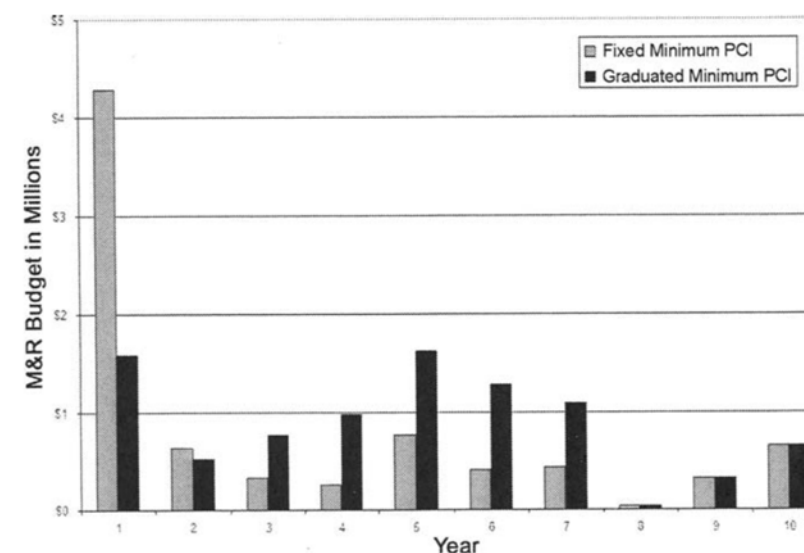


Figura C-11: Exemplo de orçamento necessário para grandes M&R para dois cenários de PCI mínimos.
Fonte: Shahin, M.Y.

C.7.4 PLANIFICAÇÃO MULTI-ANUAL DA M&R BASEADA NO MÉTODO DO PCI CRÍTICO

Segundo Shahin, o procedimento do PCI crítico baseia-se no conceito de que é mais económico manter os pavimentos acima do PCI crítico, em vez de abaixo. Foi desenvolvido através de estudos dos resultados da análise de optimização da rede de programação dinâmica e da realização de muitas análises de custo do ciclo de vida em muitos projectos.

C.7.4.1 Definição do PCI crítico

Um PCI crítico é definido como o valor no qual a taxa de perda de PCI aumenta com o tempo ou o custo da aplicação de manutenção preventiva localizada aumenta significativamente.

A Figura C-12 mostra um exemplo de curva de deterioração da faixa usual do PCI crítico, que é de 55 a 70.

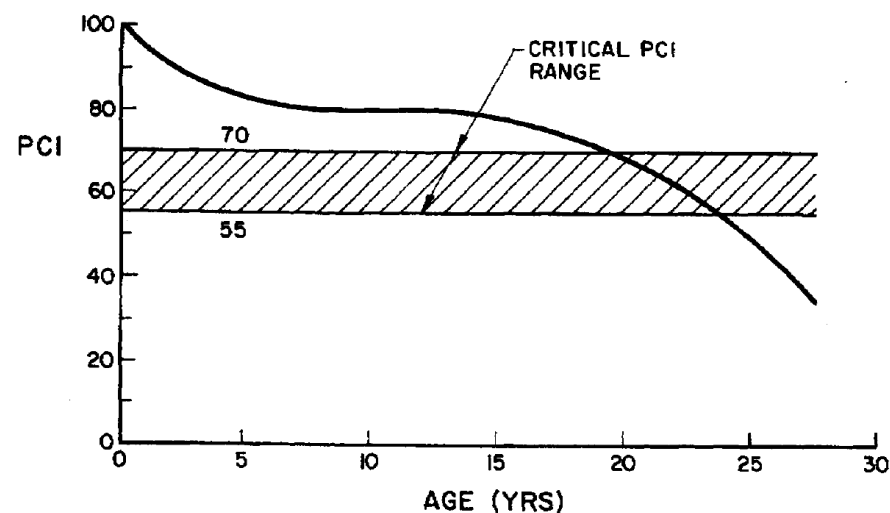


Figura C-12: Curva de deterioração do pavimento mostrando os limites do PCI crítico.
Fonte: Shahin M.Y.

O procedimento a seguir é recomendado para estabelecer o valor do PCI crítico:

1. Desenvolva uma curva familiar para o pavimento em consideração e selecione visualmente o PCI crítico com base na taxa de deterioração do PCI.
2. Selecione a política de manutenção preventiva localizada do defeito a ser usada no desenvolvimento dos planos de trabalho.

3. Aplique a política preventiva selecionada às seções do pavimento e trace o custo da manutenção preventiva localizada por unidade de área para cada uma das seções, conforme ilustrado na Figura C-13.
4. Selecione o PCI crítico com base nos resultados das etapas 1 e 3 suplementadas com julgamento de engenharia.

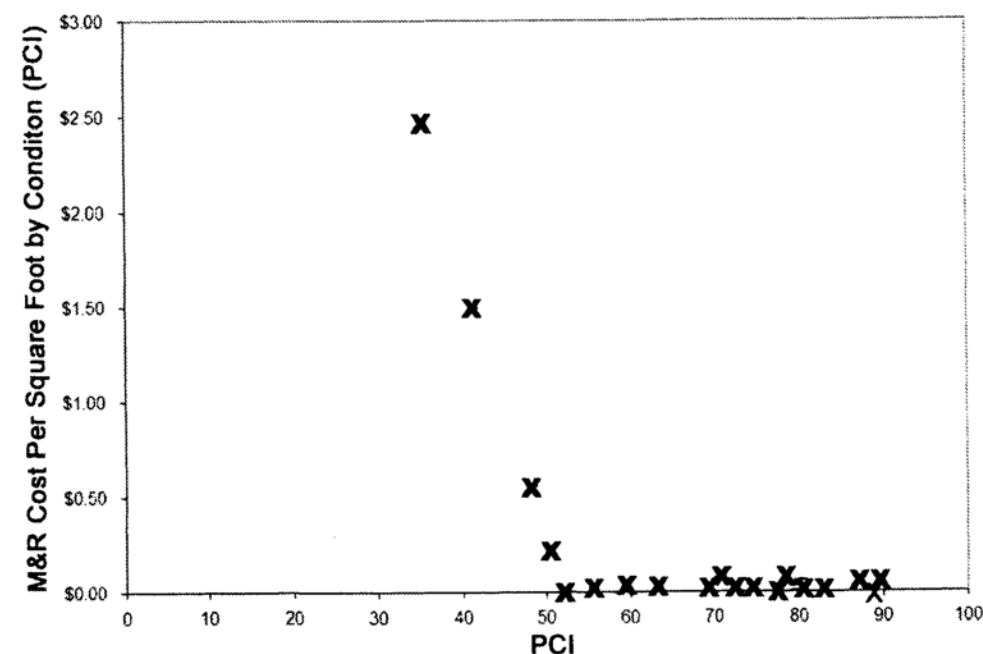


Figura C-13: PCI vs Custo Unitário como resultado da aplicação da M&R preventiva localizada.
Fonte: Shahin

C.7.4.2 Aplicação da M&R às seções do pavimento

A atribuição de uma categoria de M&R depende da seção do PCI estar acima ou abaixo do PCI crítico, como mostra a Figura C-14. Se a seção do PCI estiver acima do crítico, serão aplicadas M&R preventivas localizadas e ou preventivas globais. A grande M&R é aplicada apenas se a seção do pavimento for estruturalmente deficiente. Se a seção do PCI estiver abaixo da segurança crítica é aplicada a M&R de segurança localizada ou a grande M&R. Nenhuma M&R preventiva é aplicada.

Aplicação da M&R às seções acima ou iguais ao PCI crítico

A primeira etapa, Figura C-15, é verificar a deficiência estrutural da seção do pavimento. Se o pavimento é estruturalmente deficiente, devem ser aplicadas grandes M&R. Os defeitos existentes no pavimento podem ser usados para indicar deficiência estrutural, tal como indica a Tabela 22, usados no plano de trabalhos.

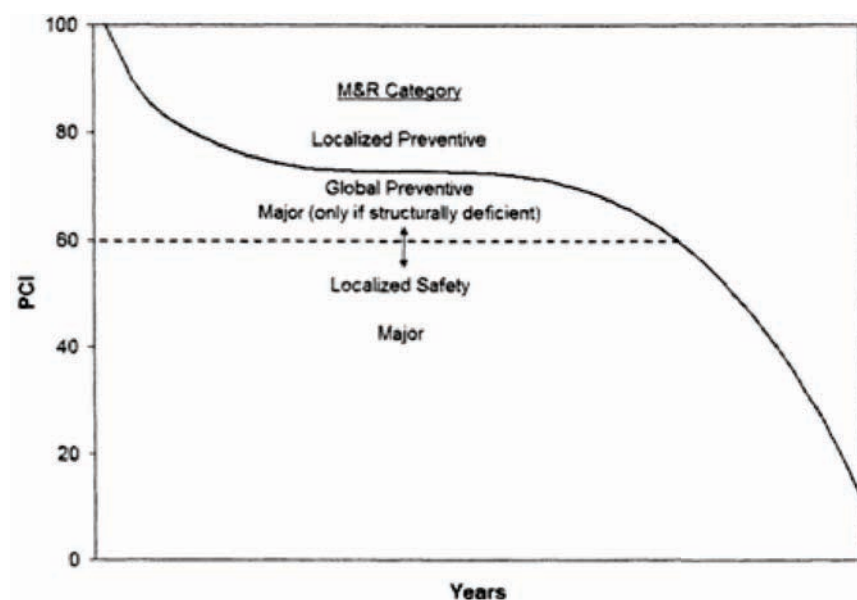


Figura C-14: Indicação da categoria de M&R usando o PCI crítico.
Fonte: Shahin M.Y.

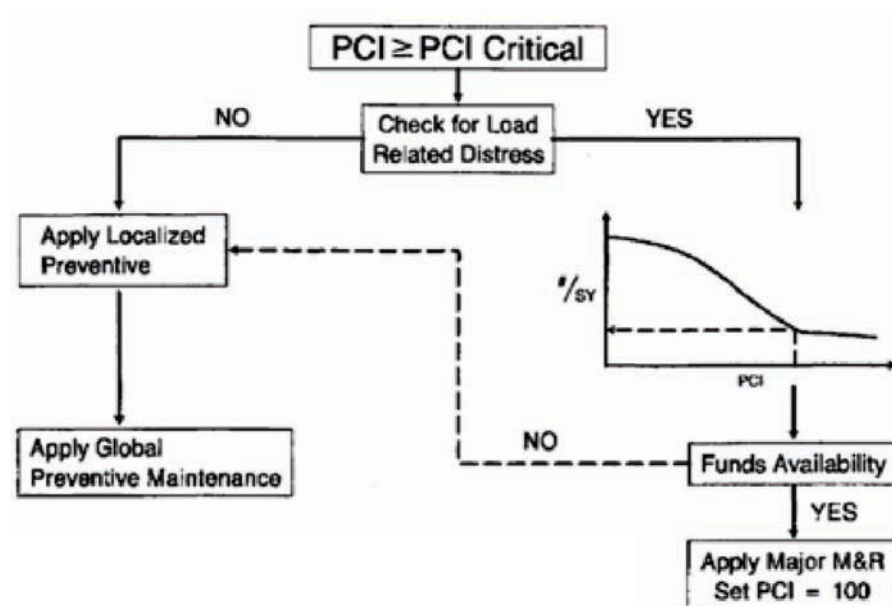


Figura C-15: Indicação de categorias de M&R para secções acima ou igual ao PCI crítico.
Fonte: Shahin M.Y.

Tabela C-8: Lista de defeitos estruturais em pavimentos asfaltados usados no plano de trabalho.

Tipo de defeito	Gravidade	Densidade
Couro de crocodilo	L+M+H	>0.5%
Remendos	M+H	>10%
Buracos	L+M+H	>0.1%
Rodeiras	M+H	>1.0%

Aplicação da M&R às secções abaixo do PCI crítico

O primeiro passo (Figura C-16) é verificar a disponibilidade de financiamento com base no orçamento e nas prioridades de grandes M&R. Se houver fundos disponíveis, serão aplicadas as grandes M&R e o valor do PCI será definido como 100. Se os fundos não estiverem disponíveis, será aplicada a M&R localizada de segurança e a disponibilidade dos fundos será verificada nos anos seguintes.

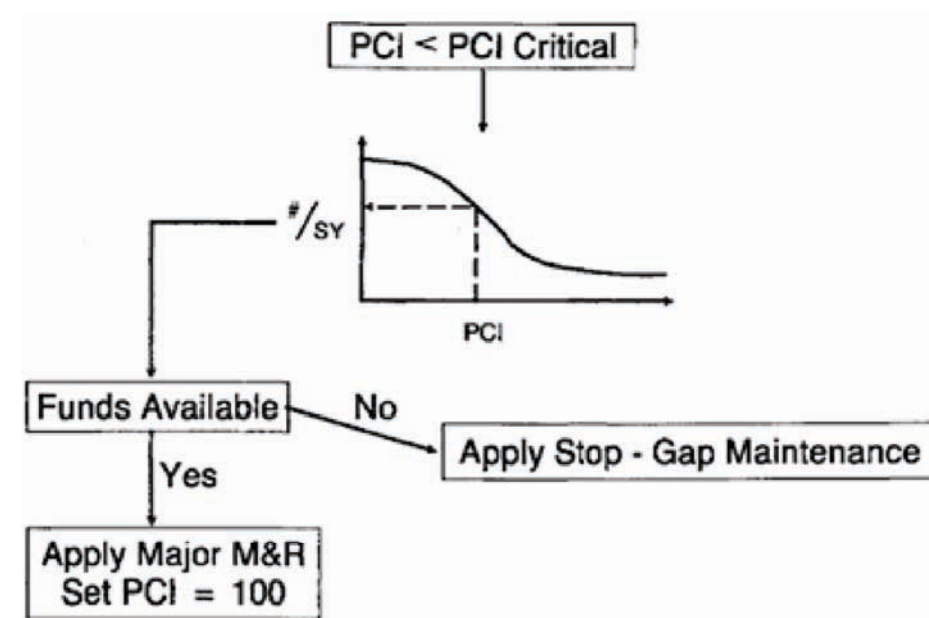


Figura C-16: Indicação de categorias de M&R para secções abaixo do PCI crítico.
Fonte: Shahin M.Y.



ANEXO D

Sinalização de segurança

ANEXO D

SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Sinalização de serviços de manutenção
Pista simples
Serviços na bermã/passeio Móveis ou
continuamente em movimento

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
v ≤ 40	60
40 < v ≤ 60	100
60 < v ≤ 100	120
v > 100	200

Legenda:

-  Bandeira
-  Cone
-  Máquina
-  Circulação normal
-  Interferência
-  Placa em suporte duplo

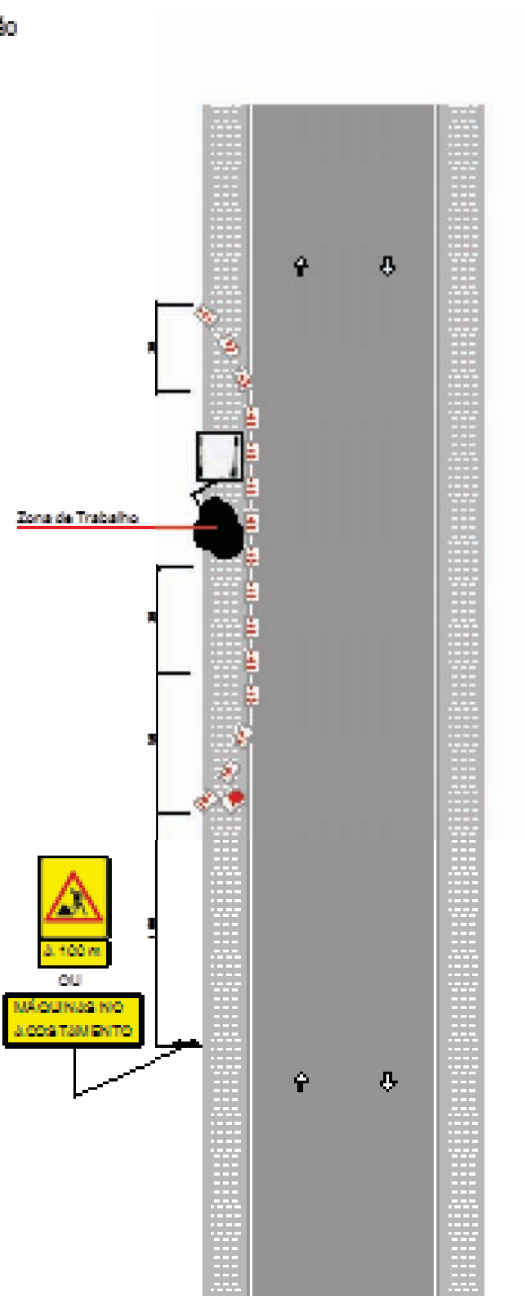


Figura D-1: Pista simples - trabalhos moveis no passeio

Sinalização de serviços de manutenção
Pista simples
Serviços na pista
Móvel
Topografia na pista

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
v ≤ 40	60
40 < v ≤ 60	100
60 < v ≤ 100	120
v > 100	200

Legenda:

-  Bandeira
-  Cone
-  Máquina de Serviço
-  Circulação normal
-  Topógrafo

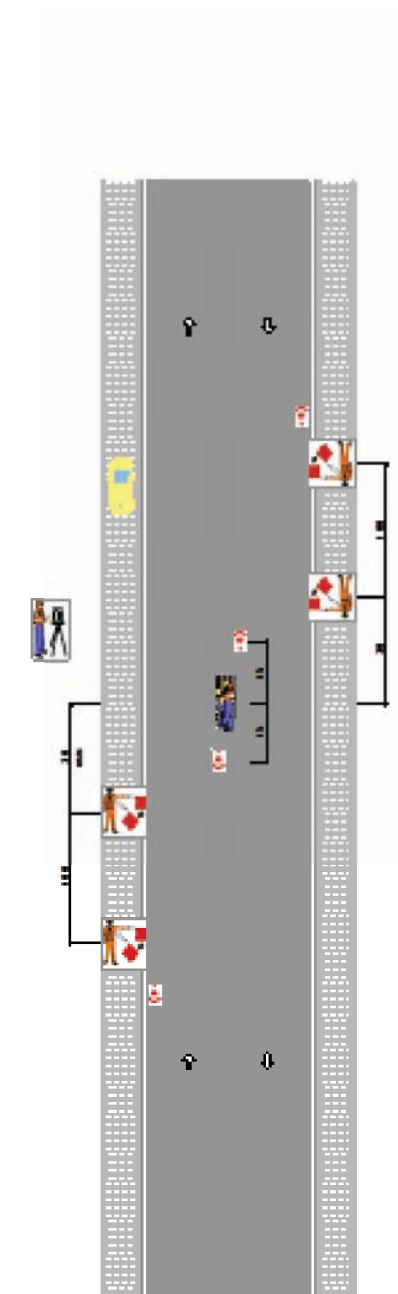


Figura D-2: Pista simples - serviço móvel, topografia

Sinalização de serviços de manutenção
Pista simples
Serviços na pista Móvel
Bloqueio de meia pista
Circulação alternada

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
$v \leq 40$	60
$40 < v \leq 60$	100
$60 < v \leq 100$	150
$v \geq 100$	200

Legenda:

- Bandeira
- Cone
- Inserção
- Varas de Serviço
- Circulação normal
- Circulação temporária
- Placa em suposto duplo

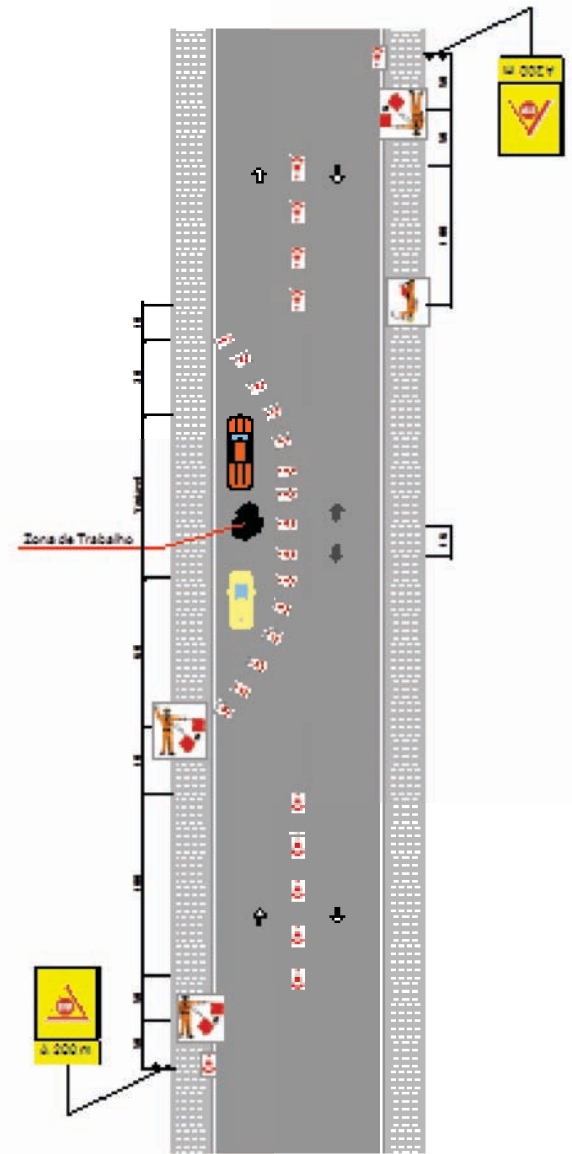


Figura D-3: Pista simples - bloqueio de meia pista, circulação alternada

Sinalização de emergência
Pista simples
Bloqueio de meia pista
Desvio para a beirada/passeio

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
$v \leq 40$	60
$40 < v \leq 60$	100
$60 < v \leq 100$	150
$v \geq 100$	200

Legenda:

- Bandeira
- Cone
- Inserção
- Varas de Serviço
- Circulação normal
- Circulação temporária

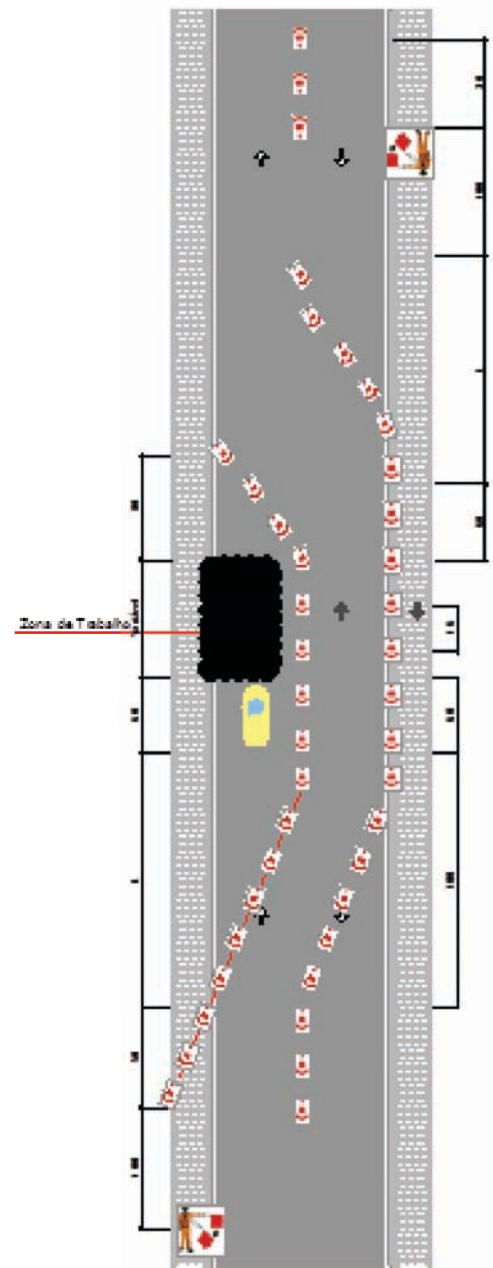


Figura D-4: Pista simples - bloqueio de meia pista, desvio para o passeio

Sinalização de emergência
Pista simples
Bloqueio na bermã/passeio

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
$v \leq 40$	60
$40 < v \leq 60$	100
$60 < v \leq 100$	150
$v \geq 100$	200

Legenda:

- Bandeira
- Cone
- Interferência
- Veículo de Serviço
- Circulação normal

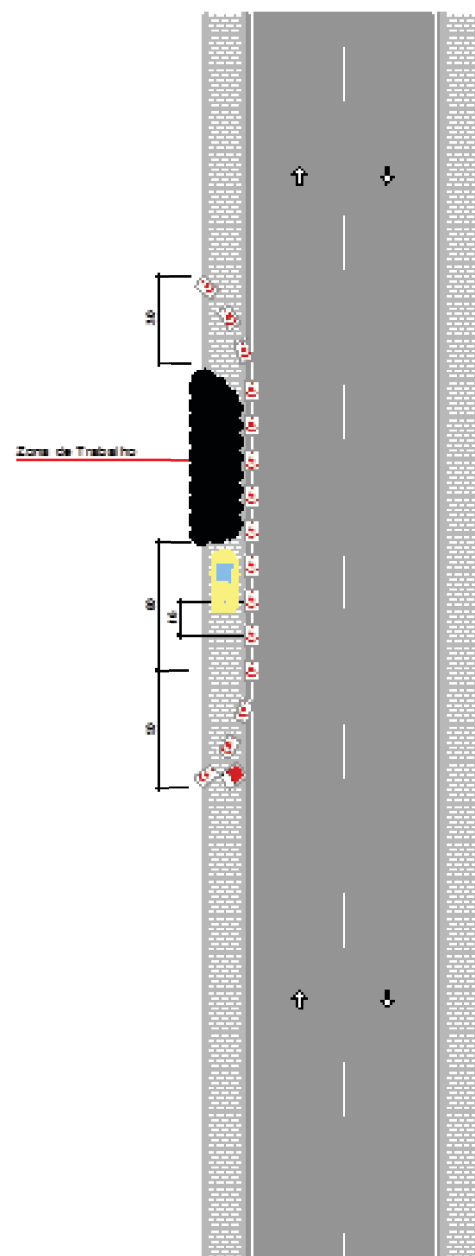


Figura D-5: Pista simples - bloqueio de passeio ou bermã

Sinalização de obras
Pista simples
Bloqueio total
Desvio para fora da pista

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
$v \leq 40$	60
$40 < v \leq 60$	100
$60 < v \leq 100$	150
$v \geq 100$	200

Legenda:

- Bandeira
- Dispositivo de canalização
- Interferência
- Circulação normal
- Circulação temporária
- Placa em suporte duplo
- Placa em suporte simples

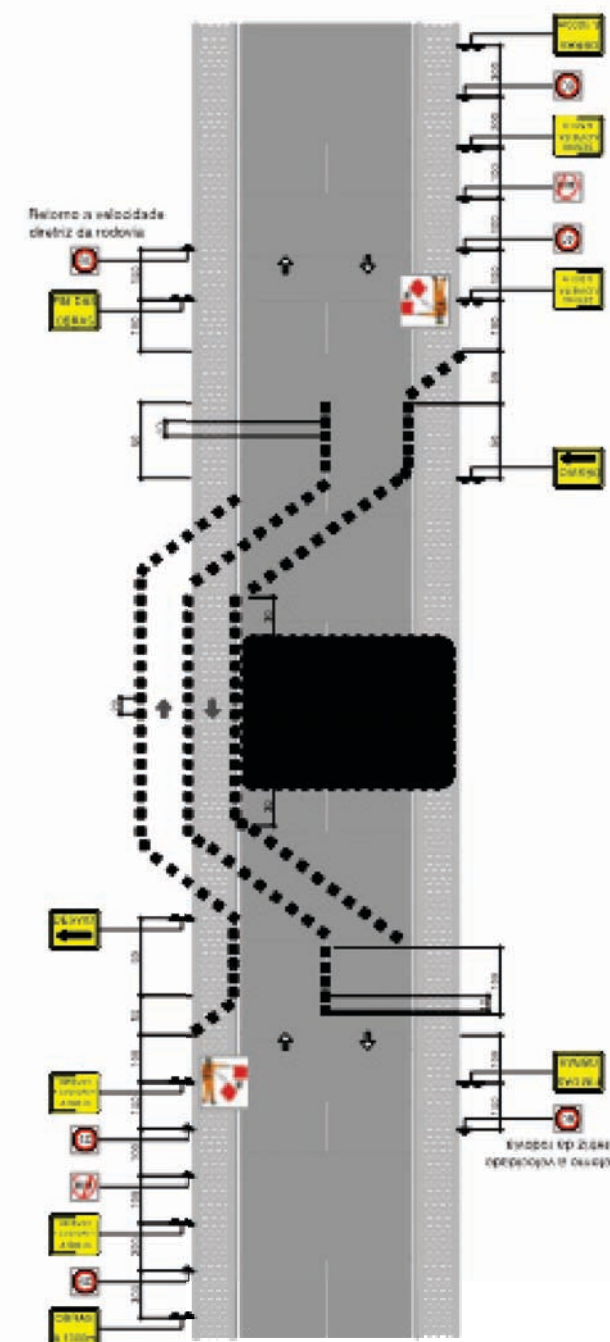


Figura D-6: Pista simples, bloqueio total, desvio fora da pista

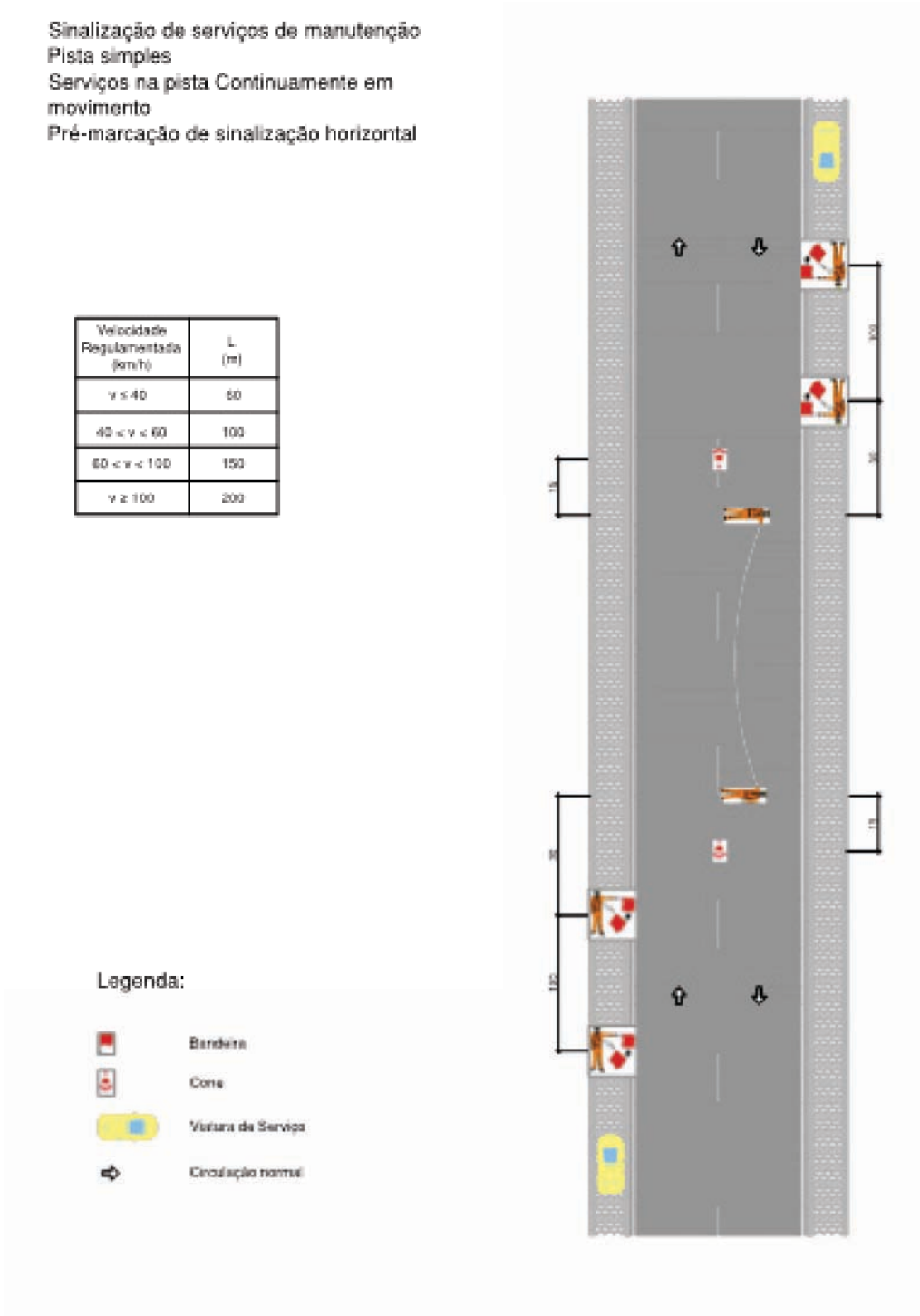


Figura D-7: Pista simples - serviços na pista continuamente em movimento, pré-marcação

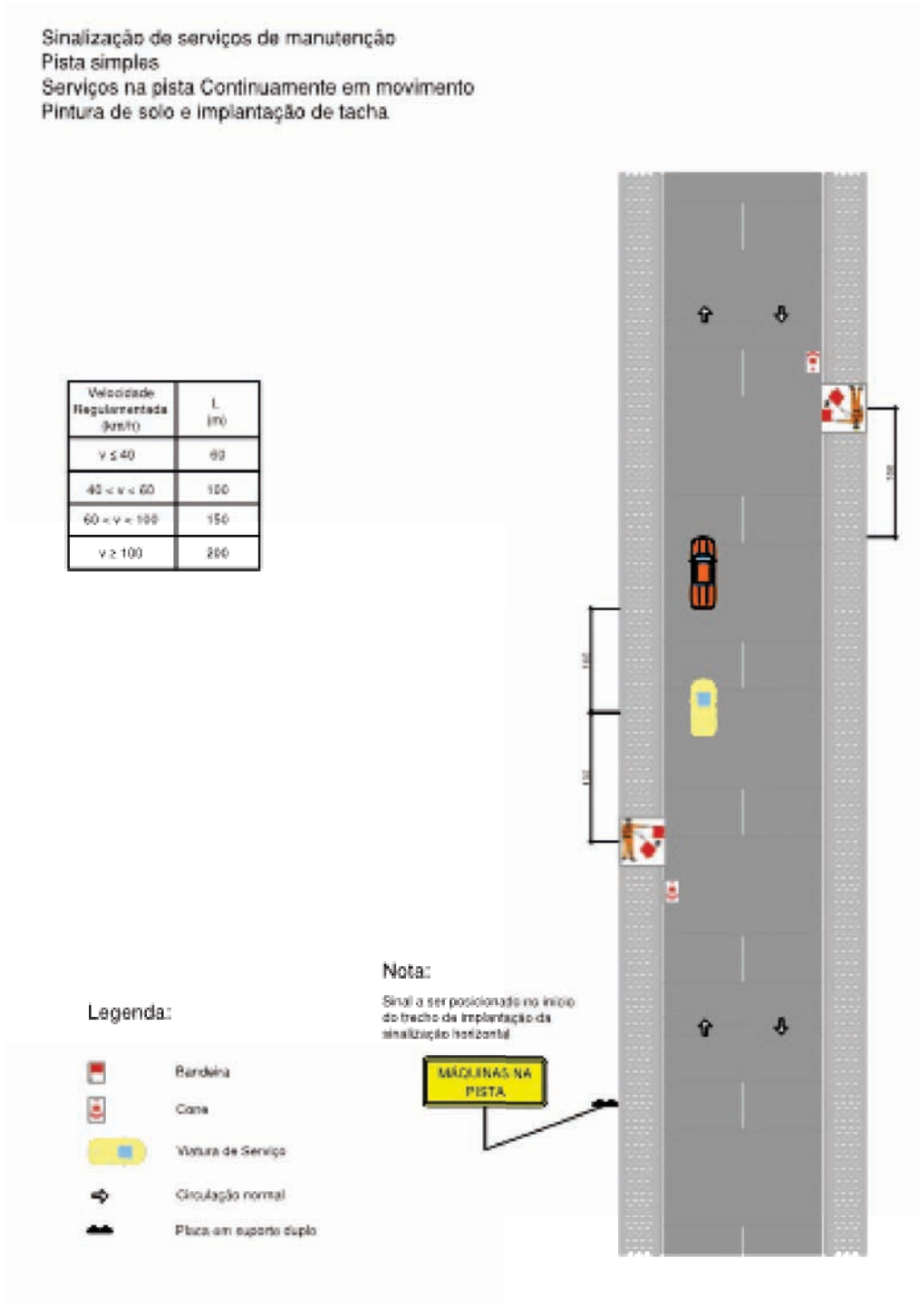


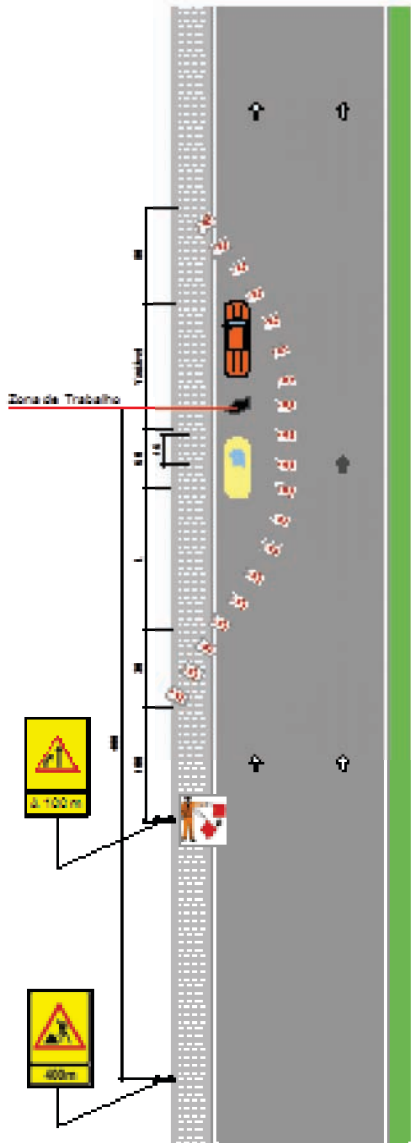
Figura D-8: Pista simples - serviços na pista continuamente em movimento, marcação

Sinalização de serviços de manutenção
Pista dupla Serviços móveis na pista
Bloqueio na faixa da esquerda

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
v ≤ 40	60
40 < v ≤ 60	100
60 < v ≤ 100	150
v ≥ 100	200

Legenda:

- Bandeira
- Cone
- Visura de Serviço
- Circulação normal
- Circulação rampantada
- Placa em suporte duplo
- Separador



Sinalização de serviços de manutenção
Pista dupla Serviços móveis na pista
Bloqueio na faixa da direita

Velocidade Regulamentada (km/h)	L (m)
v ≤ 40	60
40 < v ≤ 60	100
60 < v ≤ 100	150
v ≥ 100	200

Legenda:

- Bandeira
- Cone
- Visura de Serviço
- Circulação normal
- Placa em suporte duplo
- Separador

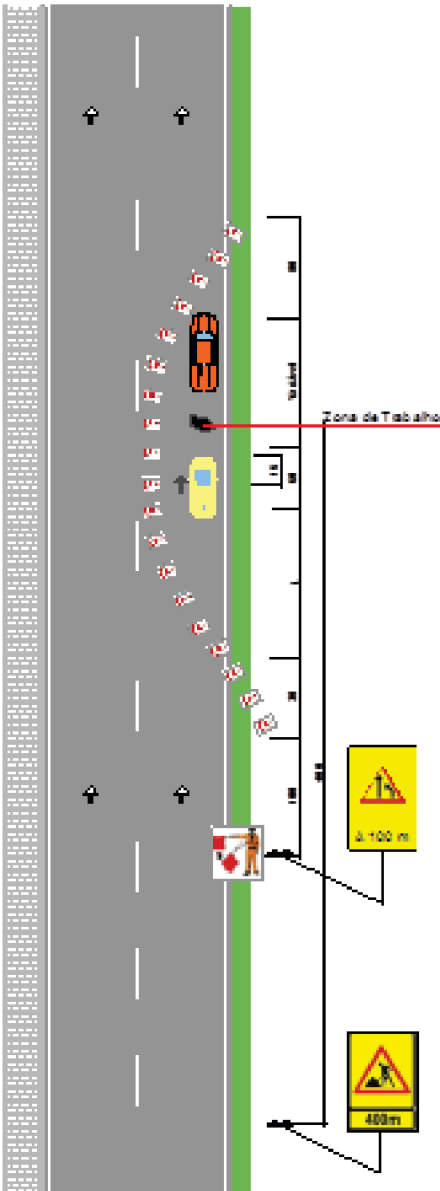


Figura D-9: Pista dupla - serviços móveis na pista, bloqueio da faixa a esquerda

Figura D-10: Pista dupla - serviços móveis na pista, bloqueio da faixa a direita

Este Guião Metodológico insere-se numa colectânea de 7 Guiões Metodológicos, desenvolvidos pelo MITADER e pelo MOPHRH, no âmbito do Programa de Desenvolvimento Urbano e Local (PDUL) financiado pelo Banco Mundial. O Guião visa descrever passo a passo as etapas que devem ser seguidas para a elaboração de um Plano Diretor Municipal de Construção e Manutenção de Estradas Urbanas Municipais, a sua regulamentação e eventuais posturas municipais.

Espera-se assim que esta publicação possa contribuir activamente para as diferentes entidades municipais que promovam, o desenvolvimento do sector de Estradas Urbanas Municipais, o aperfeiçoamento institucional e tecnológico e o desenvolvimento sustentável dos municípios, assegurando-se desse modo que com a aplicação dos recursos financeiros administrados pelo poder público maximiza-se o retorno social.

.....

