Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado de São Paulo

BID

Manual Básico de **ESTRADAS** e **RODOVIAS VICINAIS**

Volume II

Conservação



MANUAL BÁSICO DE ESTRADAS E RODOVIAS VICINAIS

Volume II

Conservação

DER/SP

São Paulo, 2012

Governador
Geraldo José Rodrigues Alckmin Filho

Secretário de Logística e Transportes
Saulo de Castro Abreu Filho

Superintendente do DER/SP
Clodoaldo Pelissioni

Diretoria do DER/SP

Diretor de Engenharia:
Engº Estanislau Marcka

Diretor de Operações:
Engº Mansueto Henrique Lunardi

Diretor de Planejamento:
Engº Ricardo Luiz Hidalgo Pereira Costa

Diretor de Administração:
João Claudio Valério

Este Manual foi elaborado pelo DER/SP.

Sob a coordenação do Grupo de Trabalho – GT– 86, membros:
Engº. José Roberto Moreira – DE – Diretoria de Engenharia
Engª. Marlene dos Reis Araújo – DP – Diretoria de Planejamento
Engº. Valter Prieto – DO – Diretoria de Operações
Bel. Antonio Luiz Assegava – CO – Coordenadoria de operações
Bel. Milton Nucci – ARP – Assessoria de Organização
Susinei Grisólia – DA/STP – Serviço de Seleção e Aperfeiçoamento
Engº. José Francisco Guerra da Silva – DE – Meio Ambiente

Órgão Financiador:
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento – Contrato 2077/OC-BR
UCPR – Unidade de Coordenação do Programa de Recuperação de Rodovias
Coordenador: Engº. Raphael do Amaral Campos Junior

Elaboração:
Consórcio LENC-PLANSERVI-PLANORP – Contrato DER/SP 17.374-5

Colaboração Equipe Técnica Diretoria de Engenharia:
Engº. Luiz José Preto Rodrigues
Engº. José Roberto Cincerre
Engº. Hideyoshi Shimabukuro
Engº. Lilian Bon Alvarez Cortada Russo
Engº. Paulo Eduardo de Oliveira
Arqº. Artur Barboza

Observações

Algumas fontes citadas neste Manual constituem-se em documentos informais os quais podem não estar disponíveis para uso. Muitos dos conceitos, interpretações e conclusões expressas neste manual são de inteira responsabilidade dos elaboradores e não devem ser atribuídas às fontes bibliográficas referenciadas, ao órgão financiador, nem tampouco à Secretaria de Logística e Transportes e quaisquer membros que constituem o seu corpo técnico. Não se pretende constituir esse manual como padrão, especificação ou norma. Nomes de Marcas ou Produtos que, porventura, tenham sido objeto de registro em quaisquer textos ou imagens desse manual não são endossados por nenhuma das entidades responsáveis pela sua publicação. Eles refletem única e exclusivamente a intenção dos elaboradores em enfocar particularidades consideradas relevantes aos propósitos dos mais variados temas abordados.

Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP)
Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais: Volume II - Conservação.
1. Projeto geométrico 2. Terraplenagem 3. Pavimentação 4. Drenagem
5. Obras complementares I. Título.

PREFÁCIO

É missão do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo administrar o sistema rodoviário estadual, sua integração com as rodovias municipais e federais e sua interação com os demais modos de transporte, objetivando o atendimento aos usuários no transporte de pessoas e cargas.

As estradas vicinais, sob gestão municipal, além de facilitarem o fluxo de pessoas e dos meios para sua subsistência (assistência à saúde, transporte escolar etc.), têm uma importância fundamental no escoamento da produção das regiões onde se situam, interligando as fontes de produção com as áreas de consumo através das malhas rodoviárias estadual e federal, que são assim ampliadas e alimentadas.

Face a esta questão estratégica para o desenvolvimento do estado de São Paulo, visto que atualmente cerca de 93,10% das riquezas que transitam por nosso território se utilizam do modal rodoviário, o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo traz a público esta edição do MANUAL BÁSICO DE ESTRADAS E RODOVIAS VICINAIS, revendo, complementando e atualizando a primeira edição publicada em 1987.

Nesta missão o DER/SP contou com a inestimável participação do BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO, que financiou o projeto de atualização do Manual.

Esta edição, assim como na versão de 25 anos atrás, é apresentada em três volumes e busca apresentar de forma clara direta e concisa os conceitos, procedimentos e práticas usuais para o planejamento, projeto, construção e conservação de vicinais. Tem como objetivo servir de fonte de consulta para aqueles que atuam na área ou se interessam pelo assunto e será a principal ferramenta de apoio para as atividades de assistência técnica aos municípios a serem incrementadas através dos Setores de Assistência Rodoviária aos Municípios integrantes das 14 Diretorias Regionais do DER que atendem a todo o Estado de São Paulo.

AGOSTO DE 2012
CLODOALDO PELISSIONI
Superintendente do DER/SP

APRESENTAÇÃO

O Manual Básico de Estradas Vicinais do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo foi editado no ano de 1987 e tem como objetivo principal transmitir noções básicas dos procedimentos e práticas de conservação das estradas vicinais pavimentadas.

Entretanto, é sabido que mesmo uma ótima conservação não poderá tornar boa uma rodovia mal projetada, mal construída, ou com deficiências em sua operação.

Assim, resolveu o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo, à época da edição, que o Manual tratasse não somente da conservação, mas que contivesse também informações básicas sobre o projeto, a construção, a pavimentação, os melhoramentos e a operação das rodovias vicinais.

Passados 25 anos da edição do Manual, novas tecnologias, materiais e técnicas de gestão motivaram sua revisão e complementação. O DER/SP tem como objetivo apresentar de forma clara, direta e concisa os conceitos e as recomendações para a gestão das estradas vicinais.

O Manual destina-se principalmente ao uso do corpo técnico responsável pelas redes viárias municipais, formado por engenheiros, supervisores e encarregados.

Ressalta-se que essas redes pavimentadas, nos últimos anos motivaram extensos programas de recuperação por meio de convênios entre o DER/SP e órgãos financiadores internacionais.

O Manual é apresentado, assim como na versão de 1987, em três volumes, como segue:

- Volume I – Planejamento, Projeto, Construção e Operação.
- Volume II – Conservação.
- Volume III – Anexos.

Pelo teor das informações contidas, e pela forma de apresentá-

-las, o Volume I será de maior interesse para os engenheiros e supervisores de obras, enquanto que o Volume II é dirigido, mais especificamente, aos responsáveis pelo serviço de conservação.

Entretanto, a leitura dos dois volumes é recomendada a todos os envolvidos, tendo em vista a interdependência dos assuntos neles versados.

A revisão e complementação no Volume I aborda, entre outros assuntos, diretrizes de planejamento para as Prefeituras, na gestão das estradas vicinais, e a importância dos aspectos ambientais no projeto, na construção e na manutenção destas estradas.

O Volume III contém diversas informações de interesse, tais como: glossário, normas, legislação, procedimentos para administração, referências bibliográficas, para servir como fonte de consulta aos responsáveis pelas estradas municipais.

Na redação deste Manual foram compiladas diversas fontes, relacionadas na bibliografia. Além das referências utilizadas na versão anterior, merecem destaque especial as Instruções de Projeto, Especificações Técnicas e o Manual de Conservação do Sistema de Administração da Conservação (SAC), ambos do DER/SP; as diretrizes para o Programa de Recuperação de Rodovias Vicinais do Estado de São Paulo (PRÓ-VICINAIS), entre outras.

O DER/SP agradecerá a todos os interessados nos assuntos enfocados neste Manual que, na medida em que testem as recomendações nele contidas, façam observações e sugestões que possam contribuir para um aperfeiçoamento das futuras edições, encaminhando-as ao DER/SP.

Qualquer correspondência sobre o Manual deve ser endereçada ao:

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER/SP
DIRETORIA DE ENGENHARIA
AVENIDA DO ESTADO, 777.
PONTE PEQUENA – CEP: 01107-901 – SÃO PAULO – SP

INTRODUÇÃO AO VOLUME II

O Estado de São Paulo tem feito nos últimos anos grandes investimentos para melhorar e estender sua malha rodoviária.

A conservação adequada dessa malha é uma atividade essencial para garantir e preservar o valioso patrimônio resultante destes investimentos. É também indispensável a uma operação econômica e segura, contribuindo para o desenvolvimento do país, em todos os setores dependentes do transporte rodoviário.

O sucesso da conservação se apoia, em boa parte, na disponibilidade, em número suficiente, de pessoas convenientemente treinadas e adequadamente motivadas para o desempenho de suas funções.

Quanto aos recursos humanos, deve-se lembrar que todas as Prefeituras dispõem de pessoal para a conservação das estradas municipais. Entretanto, na malha de estradas municipais o percentual da extensão pavimentada é frequentemente muito pequeno ou até mesmo inexistente. Dessa forma, é comum o pessoal encarregado da conservação da rede municipal necessitar de orientação objetiva sobre os procedimentos de conservação das estradas pavimentadas.

Para atender a essa necessidade, o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo promoveu a elaboração deste Manual, visando atender ao pessoal de conservação, em especial de campo.

Em particular, este segundo volume, que trata da conservação de rodovias, é dirigido essencialmente aos encarregados de turmas das Prefeituras, tendo em vista constituírem a espinha dorsal do setor voltado à conservação rodoviária.

O encarregado tem como responsabilidade básica orientar e coordenar as atividades dos trabalhadores braçais, operadores de máquinas e motoristas, na conservação de rodovias vicinais. Ele deve

procurar obter, sempre que possível, a colaboração dos usuários das vicinais e dos proprietários lindeiros na conservação das mesmas.

As qualidades necessárias a um bom encarregado de turma incluem experiência, paciência, capacidade de liderança e bom relacionamento humano.

O encarregado de turma de conservação encontrará aqui uma orientação para a execução dos serviços sob sua responsabilidade. A leitura deste volume será também proveitosa aos engenheiros e supervisores das Prefeituras.

Procurou-se apresentar, com ênfase para as rodovias vicinais pavimentadas, de forma simples e acessível, as informações sobre os procedimentos desenvolvidos ao longo de muitos anos de experiência na conservação e na recuperação de estradas pelo DER/SP.

Utilizou-se, em escala considerável, como base para este volume o "Road Maintenance Handbook", elaborado pela Organização das Nações Unidas através da Comissão Econômica para a África.

Em resumo, este Volume II do Manual trata da conservação e da recuperação:

- do corpo estradal;
- do pavimento;
- da drenagem;
- das obras-de-arte especiais;
- das cercas, defensas e sinalização.

Trata também, de maneira mais resumida, da conservação de estradas não pavimentadas.

SUMÁRIO

CONCEITUAÇÃO GERAL..... **pág. 13**

SAC– SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO
DA CONSERVAÇÃO..... **pág. 23**

CONSERVAÇÃO DA TERRAPLENAGEM ..... **pág. 27**

CONSERVAÇÃO DO PAVIMENTO..... **pág. 33**

CONSERVAÇÃO DA DRENAGEM ..... **pág. 71**

CONSERVAÇÃO DE OBRAS-DE-ARTE
ESPECIAIS ..... **pág. 103**

CONSERVAÇÃO DE-OUTRAS-OBRAS ..... **pág. 139**

CONSERVAÇÃO DA SINALIZAÇÃO ..... **pág. 141**

CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS VICINAIS ..... **pág. 159**

MEIO AMBIENTE E CONSERVAÇÃO
DE VICINAIS..... **pág. 167**

CONCEITUAÇÃO GERAL

Todas as atividades desenvolvidas para preservar os investimentos na malha rodoviária, manter e melhorar as condições de sua utilização são englobadas sob a denominação de conservação rodoviária. Assim, a conservação visa proteger o valioso patrimônio público representado pela rede viária, procurando estender ao máximo a "vida útil" de cada trecho, até que sejam necessárias obras de recuperação representadas pelos recapeamentos e reconstruções.

IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO

Estudos especializados de organismos internacionais concluíram que os benefícios econômicos resultantes de uma boa conservação são extremamente altos.

Em estudos realizados pelo Banco Mundial, compararam-se os custos de operação de veículos numa estrada mal conservada com os mesmos custos numa estrada bem conservada.

Verificou-se que a redução dos custos de operação dos veículos, numa rodovia pavimentada, com tráfego de apenas 250 veículos por dia, equivale ao dobro do custo da conservação eficaz dessa estrada. Para tráfegos maiores essa relação também cresce, possibilitando um retorno muito alto, para a economia em geral, dos recursos aplicados na conservação rodoviária.

Pode-se dizer que a redução dos custos de operação de um veículo numa estrada bem conservada, em relação à outra, mal conservada, é da ordem de 15%, para quem percorre cerca de 15.000 km/ano.

Além disso, a conservação executada com eficiência permitirá adiar as obras de restauração e recapeamento.

Quando a conservação atende com presteza os problemas, logo que detectados, os custos correspondentes se mantém bem mais baixos.

Há evidências de que os custos de reparação de pavimentos após os danos terem atingido a base representam cerca do triplo dos gastos de conservação de uma estrada que não tenha atingido tal estágio de degradação.

Estudos do Banco Mundial, referentes a recuperações em intervalos de 15, 20 e 25 anos, permitiram verificar que os custos duplicavam e triplicavam, no segundo e terceiro casos, comparados com o primeiro.

O mesmo Banco Mundial demonstra que o dinheiro aplicado em conservação resulta em taxas mais altas de retorno que o aplicado em construções novas.

Além das vantagens econômicas, uma boa conservação também possibilita o aumento da segurança e do conforto dos usuários.

TERMINOLOGIA

O DER/SP classifica os serviços de conservação em:

- conservação de rotina;
- conservação especial;
- conservação de emergência.

Na Conservação de Rotina são executados os serviços que tem como objetivo manter todos os elementos constitutivos da rodovia tão próximos quanto possível, técnica e economicamente, das condições originais em que foram construídos ou reconstruídos, objetivando preservar os investimentos feitos, garantir a segurança do tráfego e o conforto do usuário.

A Conservação Especial se refere aos serviços que visam preser-

var o investimento inicial, adaptar a rodovia às novas condições ocorridas em seu entorno, implantar e/ou complementar pequenas obras não executadas durante a fase de construção. Inserem-se nessa conservação os serviços de rejuvenescimento da superfície do pavimento, sejam eles executados em toda a estrada ou parte dela.

Já para os serviços destinados a dar novamente condições de utilização a trechos que tenham tido seu tráfego interrompido em consequência de algum fato extraordinário dá-se o nome de Conservação de Emergência.

O Manual de Conservação do DER/SP engloba sob a denominação de recuperação os serviços de recapeamento e de reconstrução dos pavimentos. Denominam-se melhoramentos as obras de maior porte, que conferem à rodovia melhorias nas características originalmente implantadas.

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Na execução dos serviços de conservação, é importante utilizar equipamentos e medidas de segurança que garantam a saúde e a vida do trabalhador, bem como a segurança dos usuários da rodovia.

Algumas dessas medidas são abordadas a seguir:

Sinalização de Obra

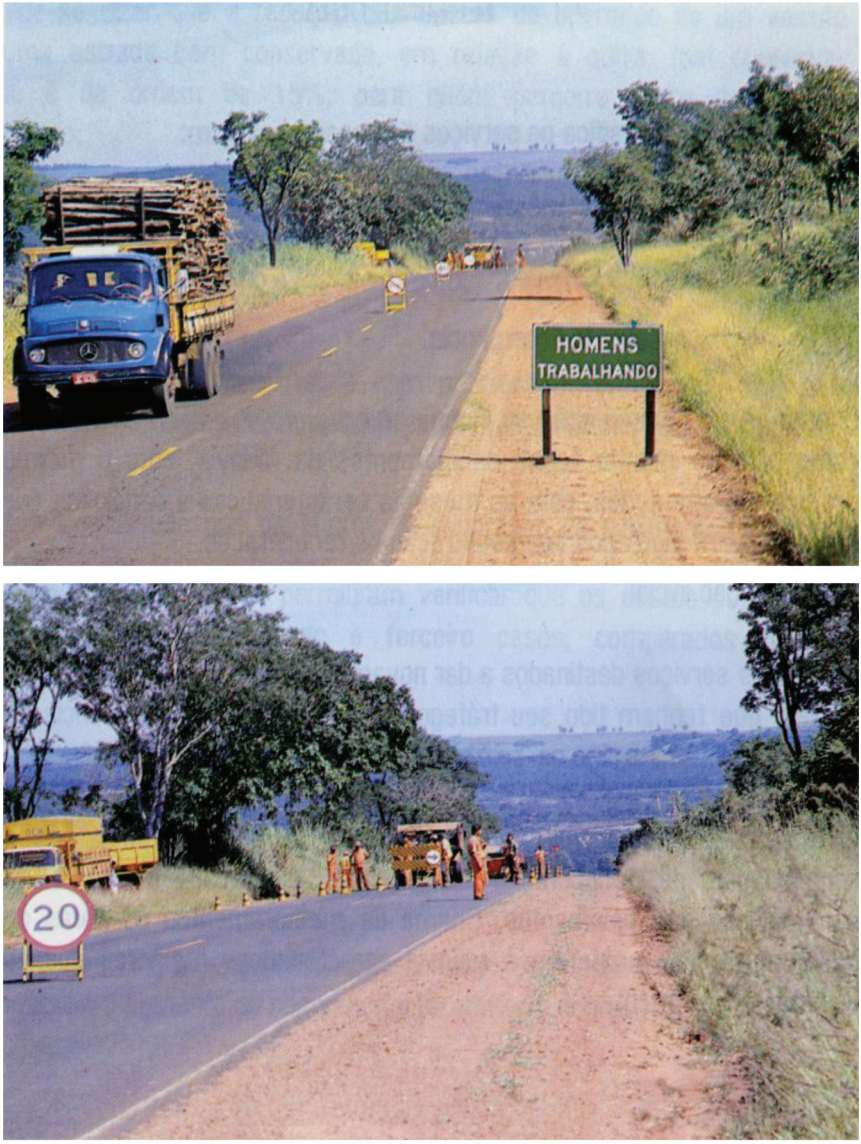
Toda sinalização de obra deve ser colocada antes do início de qualquer serviço de conservação, de forma que a segurança dos usuários seja preservada com o mínimo risco possível.

Os sinais devem ser colocados em posições onde possam transmitir suas mensagens sem que restrinjam a visibilidade da rodovia.

O emprego de homens para a sinalização manual - "sinalizadores" - não elimina a necessidade dos sinais de trânsito de obras.

Os dispositivos de controle de trânsito devem permanecer implan-

tados durante todo o tempo em que estiverem sendo executados os serviços na pista. Os mesmos devem ser retirados ou cobertos toda vez que, mesmo temporariamente, deixarem de representar a real situação.



Sinalização durante os serviços de conservação

Vestuário Protetor - EPI

Objetivando a segurança da equipe de conservação, é recomendável que seu vestuário seja de cores fortes, como vermelho ou alaranjado, de modo a chamar a atenção dos usuários. Para os trabalhos noturnos, as roupas devem conter peças refletivas.

O pessoal que trabalha junto a máquinas em operação não deverá usar mangas soltas ou vestes inadequadas, que possam ser enroscadas pelas peças das máquinas em movimento.

Equipamentos de proteção individual como botinas e capacetes protetores deverão ser utilizados pelos operários que trabalham nos serviços de conservação de modo geral, sendo imprescindível em áreas onde haja risco de queda de pedras e/ou material solto.



Equipamentos de proteção individual - EPI

Trabalho com Materiais Betuminosos

O asfalto é um material inflamável, devendo ser manuseado com grande cuidado enquanto estiver sendo aquecido e aplicado, visando evitar incêndios, explosões e queimaduras por contato.

É indispensável a utilização de EPI – Equipamento de Proteção Individual adequados (capacetes, luvas, botinas etc.) pelo pessoal que manuseia esses materiais betuminosos.

Limpeza de Taludes

Nos taludes de material rochoso em desagregação, os blocos de pedras que ficam soltos e outros que poderão se soltar deverão ser removidos, para evitar riscos aos usuários e à própria rodovia. Quando este trabalho de remoção, denominado "bate-choco", não for executado por ocasião da implantação do talude, é de fundamental importância que seja efetuado pelas equipes de conservação, em face do alto risco de acidentes que pode provocar uma pedra rolada para a pista de rolamento.

Durante o período em que estiverem desenvolvendo essa tarefa, o tráfego pela área de trabalho deverá ser bloqueado, sendo liberado somente quando não existir mais nenhum perigo e risco ao usuário.

O trabalho de remoção deve ser iniciado no topo do talude, prosseguindo para baixo, e os trabalhadores deverão usar os EPIs adequados e permanecerem separados uns dos outros, ao longo do talude.

Limpeza de Bueiros

Normalmente, não é uma tarefa perigosa. Entretanto, podem ocorrer entupimento e represamento de água a montante dos bueiros. Em tais condições, nunca se deve entrar pela boca de jusante, para tentar desobstruir o bueiro. O escoamento repentino da água represada pode constituir um sério risco para os trabalhadores exe-

cutores da limpeza, particularmente nos bueiros de maior dimensão.

Escavações de Valas

Sempre que for realizada uma escavação de mais de 1,50 m de profundidade, e o trabalho a ser executado exigir a presença de homens dentro da vala, o engenheiro responsável deve analisar o risco da possibilidade de desmoronamento e determinar a necessidade ou não de escoramento.

Note-se que as escavações de valas nos trabalhos de conservação ocorrem, frequentemente, em solos úmidos ou encharcados, com maior probabilidade de desmoronamento, do que quando executado em solo seco mais consistente e coeso.

Se houver alguma dúvida quanto à estabilidade das paredes da vala, deve-se sempre optar pela segurança, efetuando-se o escoramento.

Operações com Equipamentos

Acidentes do pessoal de conservação tem ocorrido com os equipamentos em operação, tendo como principal causa a negligência e a falta de atenção da equipe nas proximidades de uma máquina em operação.

O operador deve observar constantemente os outros trabalhadores em atividade, na frente ou atrás da máquina que opera. Contudo, uma vez que a sua visibilidade é limitada, o restante do pessoal deverá evitar permanecer nas proximidades do equipamento em operação.

Trabalhos com o Emprego de Explosivos

O material explosivo somente deverá ser manuseado por pessoal devidamente habilitado através de treinamento prévio, específico e especializado para essas atividades.

Primeiros Socorros

Deverá ser providenciado com toda urgência possível o atendimento ao acidentado por profissional especializado e habilitado.

As seguintes recomendações devem ser obedecidas na prestação dos primeiros socorros:

- acidentados inconscientes não podem ser puxados, rolados ou empurrados. São necessárias três pessoas para levantar um adulto acidentado em estado grave e a vítima deve ser transportada deitada de lado;
- não se deve dar água ou outro líquido ao acidentado;
- no caso de um objeto penetrar no corpo de um acidentado e lá permanecer, não deve ser retirado por pessoa não habilitada. O ferido deve ser transportado com o objeto mantido no ferimento;
- caso existam peças de vestuário que possam estar dificultando a circulação e/ou respiração do acidentado, as mesmas deverão ser retiradas ou afrouxadas.

OBS.: No Volume III encontram-se maiores detalhes sobre as medidas de segurança e os procedimentos para a prestação de primeiros socorros aos acidentados.

PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA

A participação comunitária é importante desde a fase de projeto de vicinais.

No que se refere à conservação, é comum que se identifiquem "pontos críticos" geralmente associados à segurança ou então a problemas de escoamento das águas superficiais.

Para eliminá-los, é comum providências que dependam da anuência e da colaboração dos proprietários rurais. Entre essas podem

ser citados os alargamentos localizados da faixa de domínio, seja para possibilitar a melhoria de uma curva demasiadamente "fechada", seja para possibilitar a execução de obras de drenagem visando a proteção da estrada. Dentre estas últimas são frequentes os casos em que é necessário barrar a descarga de águas pluviais das propriedades rurais na plataforma da estrada. Ocorre também muitas vezes a necessidade de criar novas saídas d'água, principalmente em estradas com o "greide encaixado" no terreno, para evitar erosões decorrentes do excessivo acúmulo de água ao longo dos cortes.

Nesses casos, a possibilidade de se obter a colaboração dos proprietários depende muito dos esclarecimentos a serem prestados e da proposição de soluções que os prejudiquem o mínimo possível. No caso específico de escoamento de águas superficiais devem-se adotar as mínimas declividades possíveis para o escoamento das águas nas áreas lindeiras, evitando a formação de erosões que comprometam a sua utilização.

Deve-se conscientizar os proprietários lindeiros de que as águas superficiais devem ser retidas em suas propriedades, através de exemplo de curvas de níveis, represas, bacias de retenção, evitando-se ao máximo conduzi-los ao corpo estradal. Tal atitude evita erosões nos trechos em cortes e escorregamentos de taludes.

SAC– SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DA CONSERVAÇÃO

O Sistema de Administração da Conservação Rodoviária (SAC) de rotina para aplicação às redes viárias municipais individualmente ou através de consórcios de Prefeituras prevê-se a elaboração do inventário rodoviário, o desenvolvimento do programa anual de conservação, a elaboração da proposta orçamentária, a execução e controle do programa anual de conservação e a avaliação de seu desempenho.

OBJETIVOS

Os objetivos principais que o sistema pretende atingir são:

- elaborar e manter um inventário físico da rede rodoviária do município;
- elaborar programas anuais de conservação dessa rede com explicitação dos recursos necessários em mão-de-obra, equipamentos, veículos e materiais;
- permitir a elaboração de propostas orçamentárias anuais para a conservação rodoviária que reflitam as necessidades reais das estradas e que sejam compatíveis com os orçamentos municipais;
- introduzir técnicas corretas de serviços de conservação, visando preservar os investimentos feitos nas estradas e pontes e garantir um uso seguro e econômico para os usuários das rodovias;
- permitir o conhecimento dos gastos efetivamente realizados e os custos de conservação das estradas.

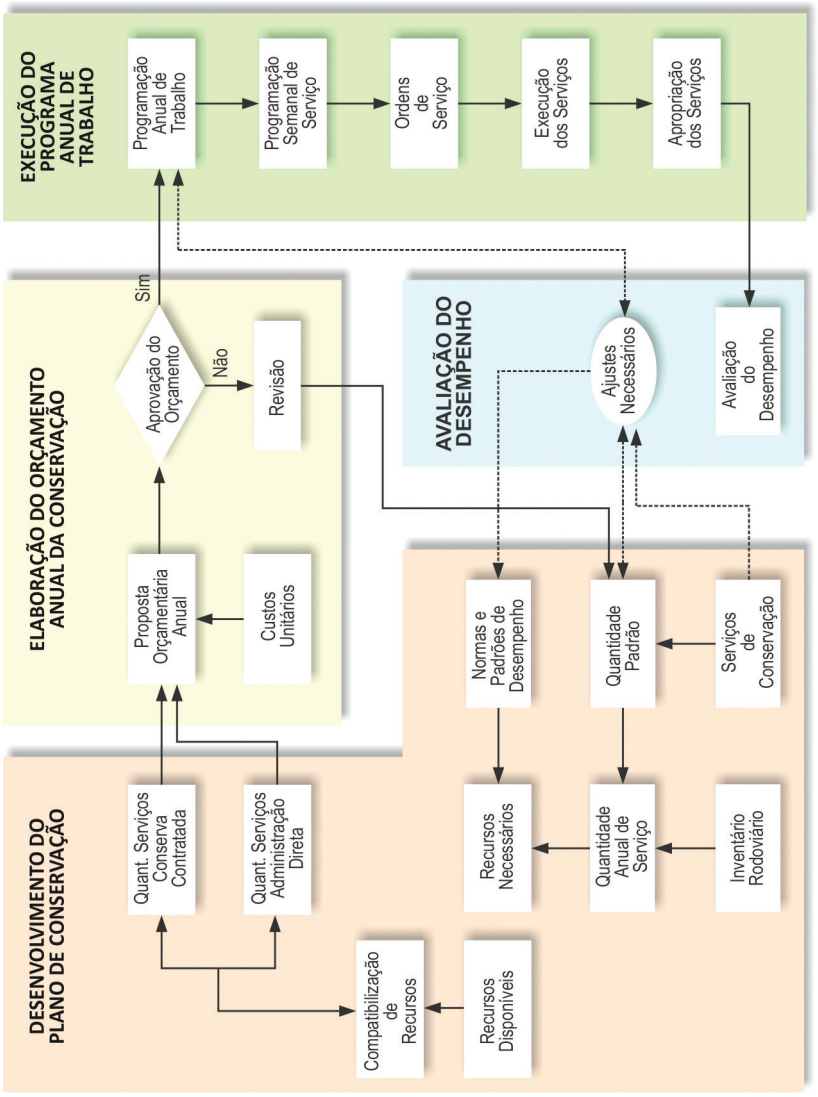
METODOLOGIA

Modelo de administração proposto, abrange as seguintes etapas:

- inventário rodoviário;
- desenvolvimento do Programa de Conservação:
  - serviços de conservação;
  - quantidade padrão;
  - normas de desempenho - produção padrão;
  - programa anual de trabalho;
  - recursos necessários.
- orçamento:
  - custos unitários;
  - proposta orçamentária;
  - revisão da proposta orçamentária.
- execução e controle do programa:
  - revisão do programa anual de trabalho;
  - programação dos serviços;
  - ordem de serviço;
  - apropriação de serviços;
  - acompanhamento e controle do programa.

  avaliação do desempenho:
  - níveis de avaliação.

O fluxograma a seguir ajuda a visualizar as etapas previstas no Sistema de Administração da Conservação. No Volume III do Manual segue uma descrição mais detalhada do Sistema de Administração da Conservação - SAC.



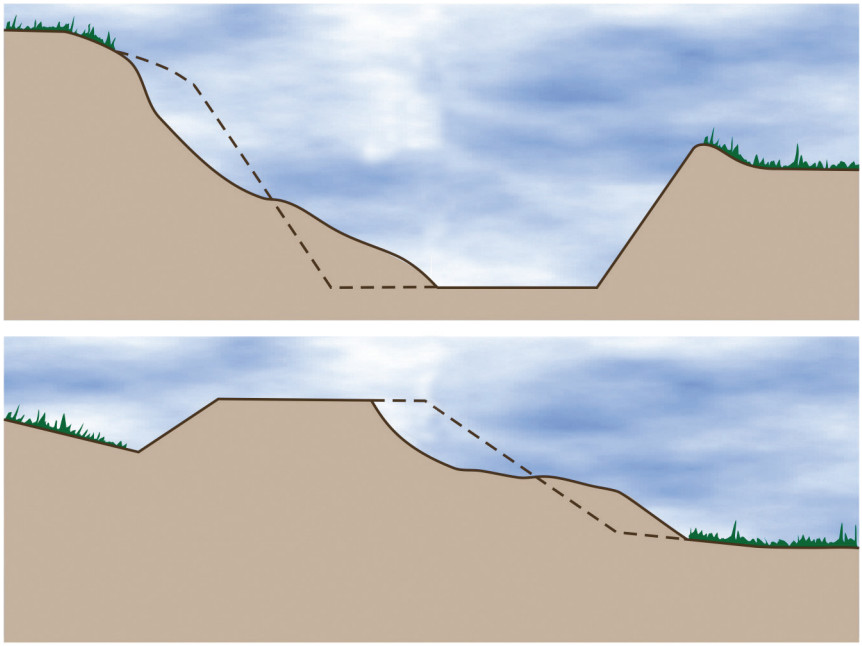
Fluxograma do Sistema de Administração de Conservação - SAC

CONSERVAÇÃO DA TERRAPLENAGEM

DEFEITOS

Erosão e Escorregamentos de Taludes, Queda de Barreiras

Os defeitos mais frequentes são a erosão e a instabilidade dos taludes que resultam da ação da água. As chuvas prolongadas, saturando o solo, podem provocar escorregamentos que, nos cortes, são denominados queda de barreiras.



Erosão e escorregamento de taludes

Causa principal

- ação da água sobre os taludes, sem proteção adequada.

Reparações usuais

- primeiramente reconstrução do talude;
- fazer o revestimento vegetal. Em alguns casos, poderão ser necessários empedramentos, muros de arrimo, uso de sacaria de solo cimento e plantio de vegetação etc.;
- reparar as valetas de proteção quando necessário (ver conservação da drenagem).

REPARAÇÕES

Meios Necessários à Execução

São necessários:

- materiais;
- pessoal;
- equipamentos;
- ferramentas e acessórios.

Materiais

São os indicados no Volume I, no item Proteção do Corpo Estradal.

Pessoal

A turma é formada por:

- encarregado;
- trabalhadores;
- motoristas;
- operadores de equipamentos.

Equipamentos

- veículos adequados para transportar:
  - pessoal;
  - ferramentas e equipamentos;
  - leivas ou mudas de grama.
- equipamentos de compactação;
- caminhão basculante;
- pá carregadeira;
- irrigadeira.

Ferramentas e Acessórios

- carrinhos de mão;
- regadores;
- pás;
- picaretas;
- soquetes;
- caixa de ferramentas;
- réguas de madeira.

Sinalização do Canteiro de Serviço

Quando da execução dos trabalhos, é necessário colocar a sinalização regulamentar do canteiro, sem a qual nenhum serviço deve ser iniciado.

Observações mais detalhadas sobre esse mesmo assunto constam do Capítulo de Conservação do Pavimento.

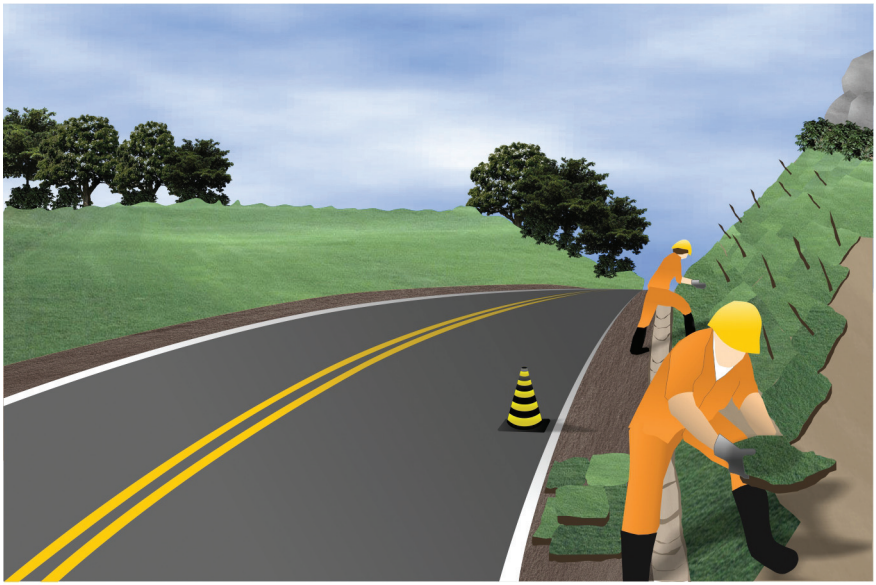
Execução das Reparações

O objetivo das reparações é a reconstituição dos taludes.

Os serviços consistem em:

- no caso de aterros:
  - escavar o solo necessário para preenchimento das erosões;
  - transportá-lo;
  - colocá-lo em camadas no local;
  - compactar cada camada, de preferência mecanicamente, observando a umidade ótima;
  - proteger o talude.

- no caso de cortes:
  - remover o material da barreira;
  - reconformar o talude;
  - proteger o talude.



Proteção do talude com revestimento vegetal

Proteção do Talude

A solução mais usual é o revestimento vegetal, que deve ser feito com leivas, sempre que possível.

O serviço deve ser iniciado no pé do talude.

O intervalo entre as placas deve ser preenchido com solo vegetal. Deve-se evitar que estas juntas fiquem alinhadas verticalmente.

Quando o talude for muito íngreme, deve-se usar estacas para a fixação das placas.

Havendo necessidade deve-se irrigar.

Os casos mais sérios podem ser tratados com sacarias de solo cimento, empedramentos, alvenarias, gabiões, ou muros de concreto, armado ou não.

CONSERVAÇÃO DO PAVIMENTO

DEFEITOS

Com o tempo e o uso, todo pavimento tende a se desgastar e desagregar e, em consequência, apresentar defeitos. Os defeitos mais frequentes nas rodovias vicinais pavimentadas são:



Defeitos no revestimento asfáltico

Defeitos mais Comuns na Capa de Rolamento

- desgaste;
- desagregação;
- exsudação;
- trincas;
- deformações;
- buracos.

Defeitos mais Comuns no Corpo do Pavimento

- deformações;
- ruptura de borda;
- trincas;
- panelas.

Defeitos mais Comuns no Subleito

- deformações.

Independentemente da localização, ou causa, os defeitos devem ser corrigidos no menor intervalo de tempo possível, pois a demora pode levar ao colapso total do pavimento, além de poder tornar-se potencial foco causador de acidentes.

Ao avaliarmos os inconvenientes causados pelos defeitos, devemos considerar:

- em primeiro lugar, os riscos de acidentes que podem causar aos usuários da rodovia vicinal;
- em segundo lugar, aumento considerável de custos quer referentes aos danos que acarretam a veículos, quer para recuperação do próprio pavimento.

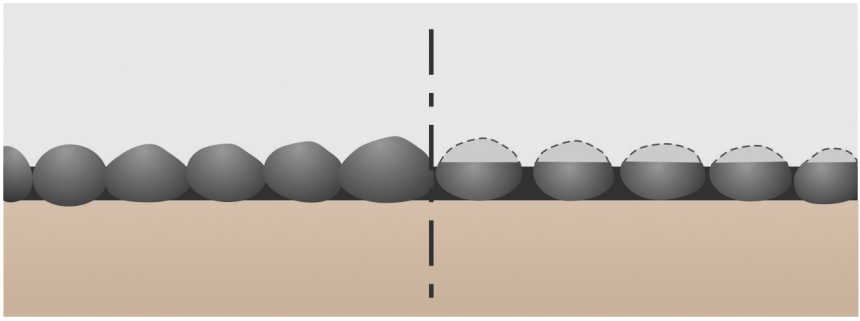
É muito importante o conhecimento, pelas equipes de conservação e manutenção, das causas dos defeitos, para que possam realizar as tarefas de manutenção preventiva que evita ou posterga o surgimento dos problemas causados pelos defeitos.

É necessário corrigir as causas que levaram ao defeito, caso contrário este se apresentará outra vez.

A seguir são descritos os defeitos mais comuns dos pavimentos, com os inconvenientes que acarretam. São mencionadas as suas causas prováveis e os tipos de reparação mais adequados.

DESGASTE DA CAMADA DE ROLAMENTO

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. Com o desgaste e polimento, a superfície de rolamento torna-se escorregadia, principalmente quando molhada e com impregnação de óleo derramado pelo próprio tráfego. Em pontos críticos específicos, com restrições de geometria, como final de tangentes e trechos de curvas acentuadas, associada à imprudência dos usuários com excessos de velocidade, estes locais transformam-se de pontos críticos para pontos negros.



Desgaste e polimento dos agregados do revestimento

Causas Principais

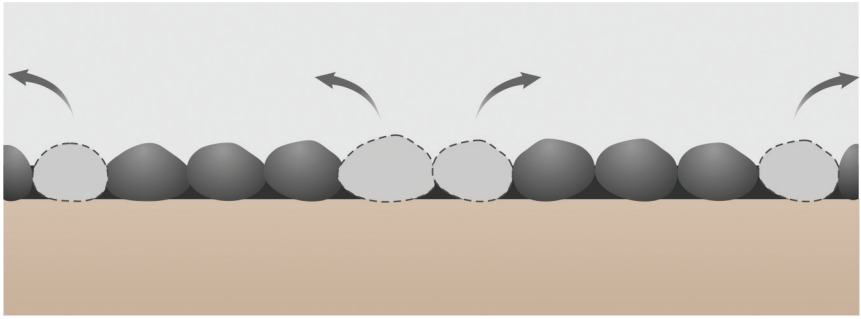
- ação dos pneus sobre a capa, ao longo do tempo;
- envelhecimento do revestimento (oxidação do ligante).

Reparação Usual

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

DESAGREGAÇÃO

A desagregação é a perda de material pétreo (agregado e finos) da capa que vai se soltando. Pode ocorrer em toda a superfície, mas em geral é mais pronunciada nas trilhas de roda, devido à ação do tráfe-



Desagregação do agregado do pavimento asfáltico



Desagregação do agregado do pavimento asfáltico



Desagregação do agregado do pavimento asfáltico

go. No caso de tratamentos superficiais pode ocorrer em faixas longitudinais, quando há má distribuição do ligante durante a construção ("falhas de bico"). Acarreta riscos à segurança, devido a derrapagens e quebra de para-brisas, e acelera o aparecimento de panelas.

Causas Principais

- endurecimento do ligante devido à oxidação;
- quantidade insuficiente de ligante;
- falta de adesividade do ligante ao agregado.

Reparação Usual

- execução de capa selante (pintura de rejuvenescimento, tratamento superficial ou lama asfáltica, microrrevestimentos).

EXSUDAÇÃO

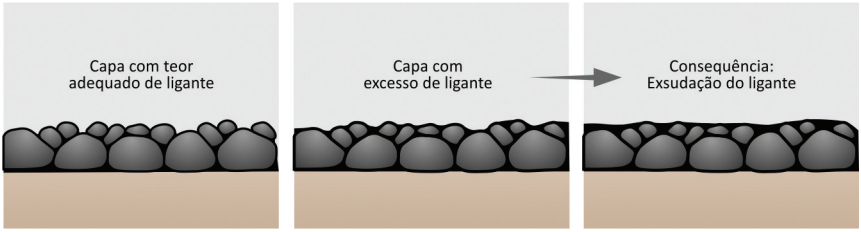
É a subida do ligante asfáltico à superfície, tornando-a escorregadia, principalmente quando molhada.

Causas Principais

- excesso de ligante;
- ligante inadequado;
- cravamento de agregado do revestimento na superfície da base (TS).

Reparação Usual

- espalhamento de areia seca com cal hidratada sobre as manchas de exsudação.



Exsudação do ligante no revestimento



Exsudação do ligante no revestimento

TRINCAS

As trincas são rachaduras no revestimento (capa) do pavimento. Podem ser isoladas ou interligadas. Quando as trincas são interligadas o defeito é chamado de "couro de crocodilo" ou "jacaré". As trincas não trazem, de início, problemas ao trânsito, mas são altamente danosas à estrada, por permitirem a penetração de água pelo corpo do pavimento, provocando seu enfraquecimento, desagregações e panelas.

Causas Principais

- espessura insuficiente do pavimento em relação ao tráfego;
- retração da base;
- envelhecimento do ligante betuminoso.

Reparações Usuais

- selagem das trincas;
- remendo da capa e, se necessário, reparo da base do pavimento;
- capa selante, no caso das fissuras atingirem uma área grande.



Trincas do tipo "couro de jacaré" (interligadas)



Trincas isoladas no revestimento asfáltico

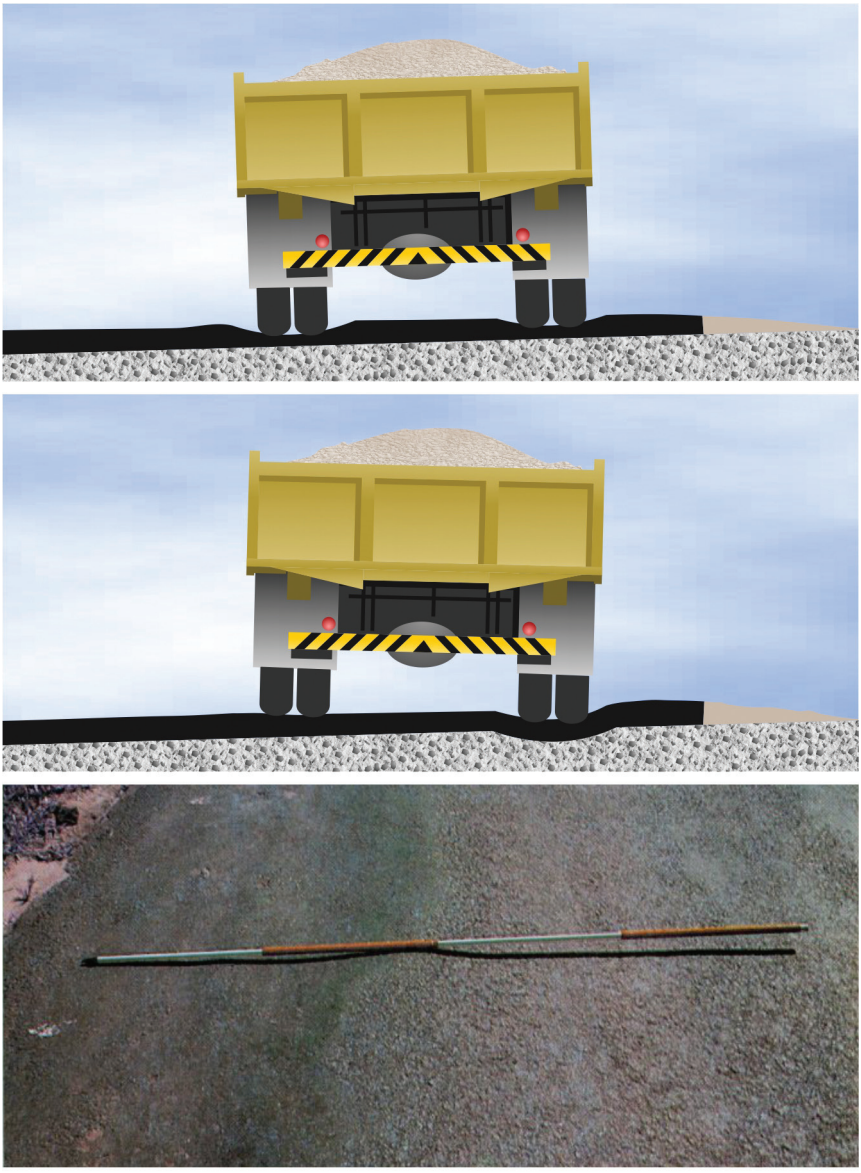
DEFORMAÇÕES PLÁSTICAS

Deformações plásticas são alterações nas formas originais da superfície de rolamento da estrada, sem ruptura da mesma.

Conforme sua gravidade, as deformações podem provocar acidentes.

Causas Principais

- resistência insuficiente do pavimento, em relação ao tráfego;
- aderência insuficiente entre capa e base;
- falta de contenção lateral, devido a acostamentos mal compactados ou mal drenados.



Deformações plásticas

Reparações Usuais

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

- remendo da capa e acerto dos acostamentos.

Para deformações maiores, recomenda-se:

- reconstrução localizada do pavimento, acerto ou reconstrução dos acostamentos e/ou faixas de segurança;
- melhoria das condições de drenagem do pavimento e do acostamento.

RUPTURA DE BORDA

Ruptura de borda é o rompimento do pavimento junto ao limite da pista. Em alguns casos pode causar acidentes.



Ruptura de borda

Causas Principais

- acostamentos mal compactados ou mal drenados;
- ação erosiva das águas;
- compactação insuficiente das bordas da pista;
- largura insuficiente da pista.

Reparação Usual

- reconstrução localizada do pavimento e do acostamento ou faixa de segurança.



Reparação do acostamento, pista ou faixa de segurança

BURACOS

São cavidades no pavimento. Dependendo de seu tamanho, podem causar acidentes.



Buraco

Causa Principais

- infiltração de água;
- subida de água pela ação do tráfego (bombeamento);
- estágio final da evolução das trincas cruzadas ("jacarés") ou da desagregação.

Reparações Usuais

- execução de remendos com pré-misturado;
- reconstrução localizada das camadas comprometidas e melhoria da drenagem.

DEFEITOS NOS ACOSTAMENTOS E/OU FAIXAS DE SEGURANÇA

Os acostamentos e/ou faixas de segurança, quando pavimentados, estão sujeitos aos mesmos defeitos já vistos para o pavimento das faixas de rolamento.

Para os acostamentos e/ou faixas de segurança não pavimentados valem as considerações feitas no capítulo relativo à conservação de estradas não pavimentadas, que se encontra ao final deste volume.

Um dos defeitos mais sérios no caso de acostamentos e faixas de segurança não pavimentados relaciona-se com a compactação insuficiente, da qual resulta a falta de contenção lateral para o pavimento. Neste caso, será necessário compactá-lo adequadamente.

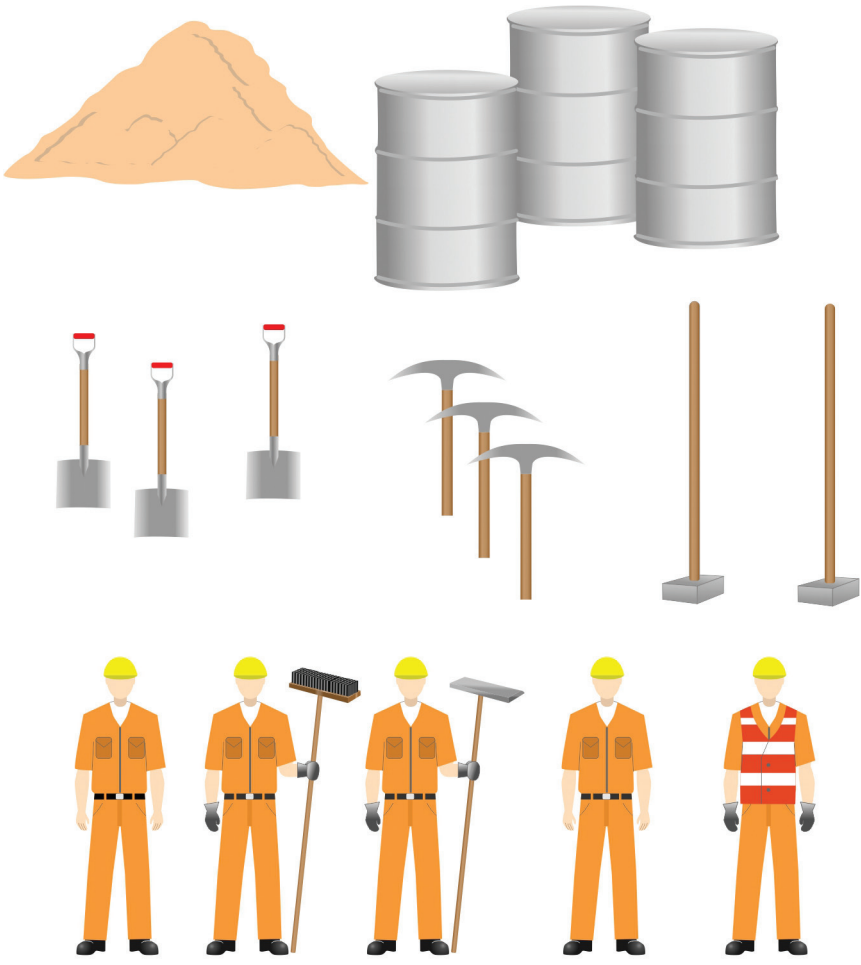
Outros problemas dos acostamentos e faixas de segurança referem-se a obstáculos, desníveis em relação à pista e vegetação excessiva.

Com relação a esses problemas, deve haver a preocupação constante de manter os acostamentos livres de obstáculos, com a conformação adequada e com a vegetação sob controle, levando-se em conta a segurança dos usuários e o livre escoamento das águas para fora da pista.

REPARAÇÕES
MEIOS NECESSÁRIOS À EXECUÇÃO

Os recursos para as reparações incluem:

- materiais;
- pessoal;
- equipamentos;
- ferramentas e acessórios.



Ferramentas, materiais e pessoal necessário à execução de reparos

Materiais

Os materiais utilizados são os agregados e os ligantes betuminosos:

- reparo das camadas de base / reforço;
- reparo da capa de rolamento.

Pessoal

O pessoal é organizado em turmas, compostas de:

- encarregado de turma;
- trabalhadores;
- motoristas;
- operadores de equipamentos.

EQUIPAMENTOS

Distribuidor de asfalto

Tanque de asfalto, com dispositivos de aquecimento e de distribuição, montado em chassis retocável (caldeira) ou sobre um caminhão (caminhão distribuidor).

Caminhão carroceria

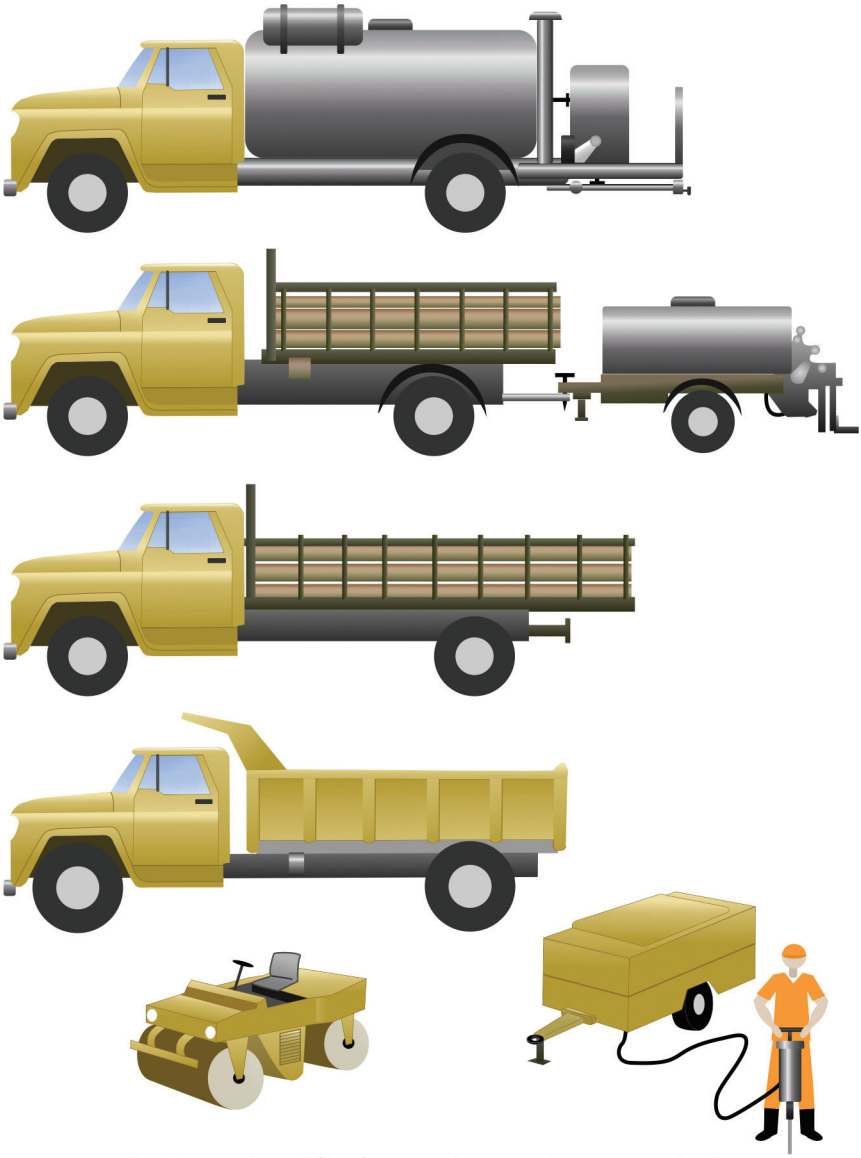
Utilizado para transportar:

- ferramentas e equipamentos (às vezes sobre carreta rebocável);
- pré-misturado, para pequenos remendos;
- ligante (em tambores ou em caldeira rebocável).

Caminhão basculante

Em geral utilizado para o transporte de:

- agregados;
- pré misturado para aplicações maiores.



Equipamentos utilizados para transporte e compactação

Pequeno rolo vibratório

Equipamento usado para a compactação.

Em geral, seu deslocamento é feito utilizando reboque especial tracionado por caminhão. Pode ser substituído por placa vibratória, rolo liso, sapo mecânico ou soquetes manuais.

Compressor de ar

Rompedor a ar comprimido (martelete)

Ferramentas e Acessórios

- carrinhos de mão;
- regadores;
- pás;
- picaretas;
- soquetes;
- vassouras;
- baldes;
- rastelos;
- brochas;
- caixa de ferramentas;
- réguas de madeira.



Ferramentas e acessórios

PREPARAÇÃO DOS TRABALHOS

A preparação dos trabalhos de campo deve seguir as recomendações do Sistema de Administração da Conservação Rodoviária (SAC), que prevê-se a elaboração do inventário rodoviário, o desenvolvimento do programa anual de conservação, a elaboração da proposta orçamentária, a execução e controle do programa anual de conservação e a avaliação de seu desempenho.

O encarregado, ao preparar o trabalho, deve se preocupar com:

- o reconhecimento do trecho;
- a disponibilidade dos recursos necessários.

Reconhecimento do Trecho

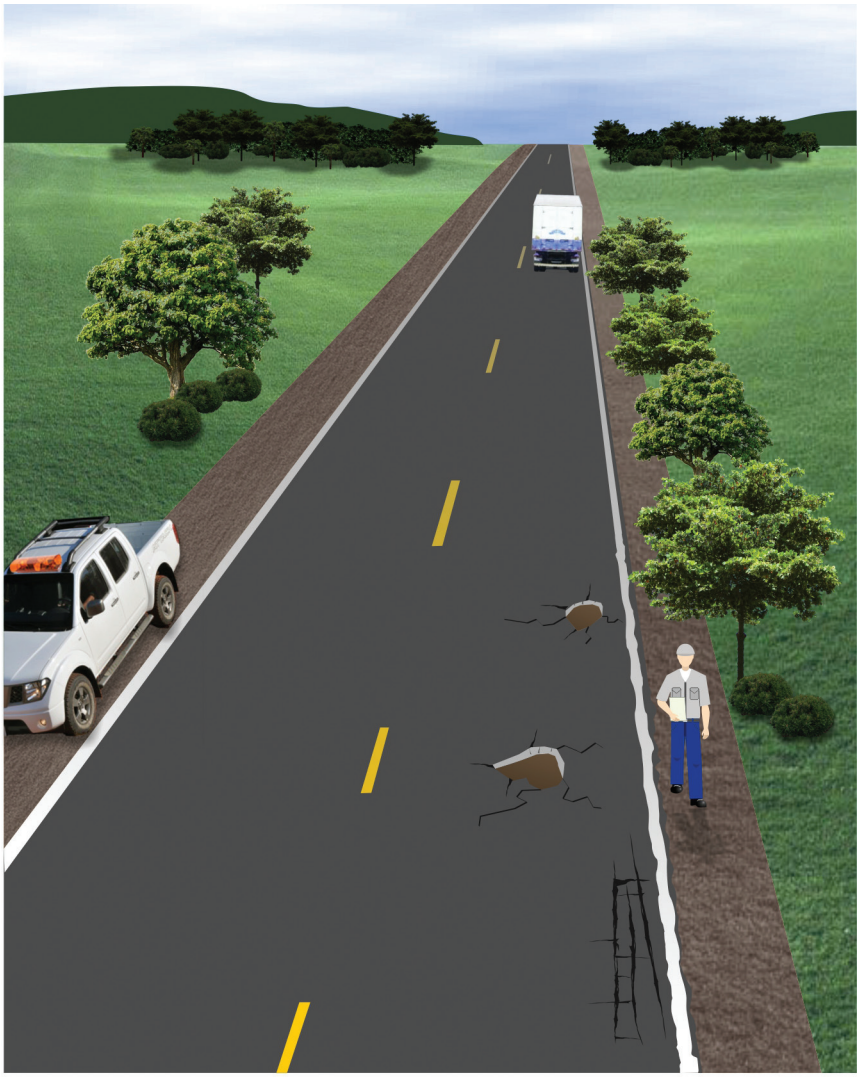
A ordem de serviço não indica um ponto, mas certa extensão, onde o serviço deve ser executado. O trecho deve ser percorrido para permitir:

- o conhecimento dos limites do local onde os serviços serão executados;
- a caracterização precisa dos trabalhos a executar;
- a identificação, se possível, das causas dos defeitos;
- a confirmação da previsão feita na Ordem de Serviço quanto ao prazo de execução, pessoal e materiais;
- eventuais cautelas especiais para a segurança do trabalho.

Disponibilidade dos Recursos

O encarregado deve se assegurar que, na data prevista, estarão disponíveis:

- o pessoal;
- os equipamentos e materiais;
- as ferramentas;
- os dispositivos e placas de sinalização.



Reconhecimento do trecho

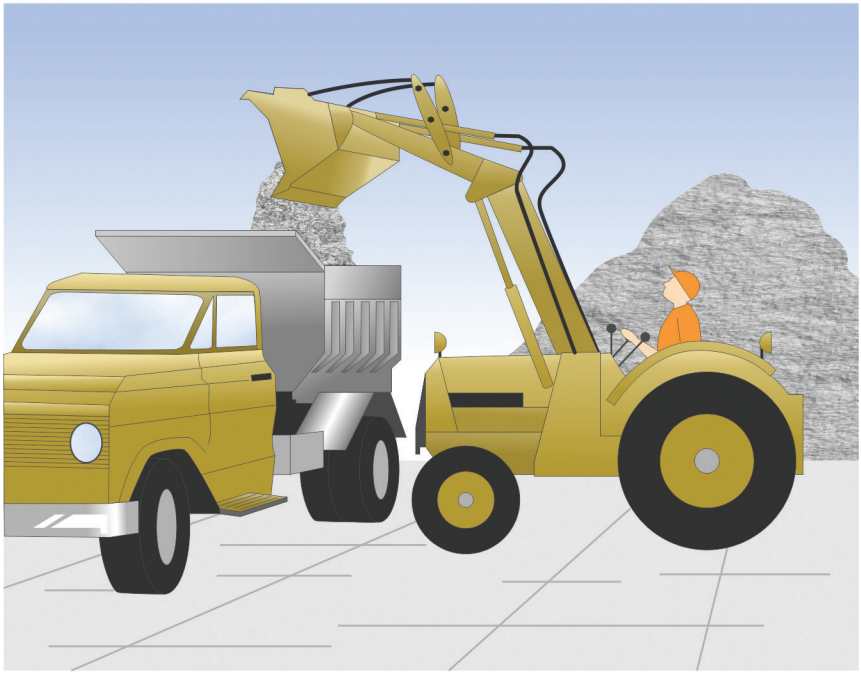
Na véspera da execução, o encarregado deve verificar se os equipamentos se encontram em boas condições de operação e os materiais disponíveis, como seguem:



Dispobibilidade de recurso

- os ligantes betuminosos necessários, indicados na Ordem de Serviço nos tipos e quantidades previstas;





Disponibilidade de materiais

- os agregados, nos tipos, locais e quantidades previstas na Ordem de Serviço;
- misturas asfálticas (PMF, CBUQ);
- os dispositivos para sinalização de obras e do canteiro, como segue:
  - placas (“Homens Trabalhando” - mínimo duas placas);
  - cones de sinalização;
  - dois discos (uma face verde – siga e uma face vermelha -



Dispositivos e placas para sinalização

pare).

SINALIZAÇÃO DO LOCAL DOS SERVIÇOS

Para a execução dos trabalhos é necessário colocar no local a sinalização regulamentar, sem a qual nenhum serviço deve ser iniciado.

Ela propicia a segurança:

- dos usuários da estrada;
- dos trabalhadores;
- das máquinas e veículos em operação.

Ela compreende a "sinalização de aproximação":

- antes do início das obras (nos dois sentidos de circulação) nas bordas do pavimento:
  - placa "HOMENS TRABALHANDO";
  - e a "sinalização de posição".
- ao lado da zona trabalhada:
  - cones de sinalização.

Quando houver muito tráfego devem ser colocados dois homens para orientar a passagem dos veículos, alternadamente, em cada sentido.

O esquema de sinalização indicado é o mínimo compatível com os níveis de segurança desejados. Casos especiais deverão receber cuidados específicos.

Ao terminar o serviço, deve ser feita a limpeza da pista e dos acostamentos e/ou faixa de segurança. Toda a sinalização colocada no início dos trabalhos deverá ser retirada, voltando, assim, a rodo-



Sinalização adequada no local do serviço

via vicinal a operar normalmente.

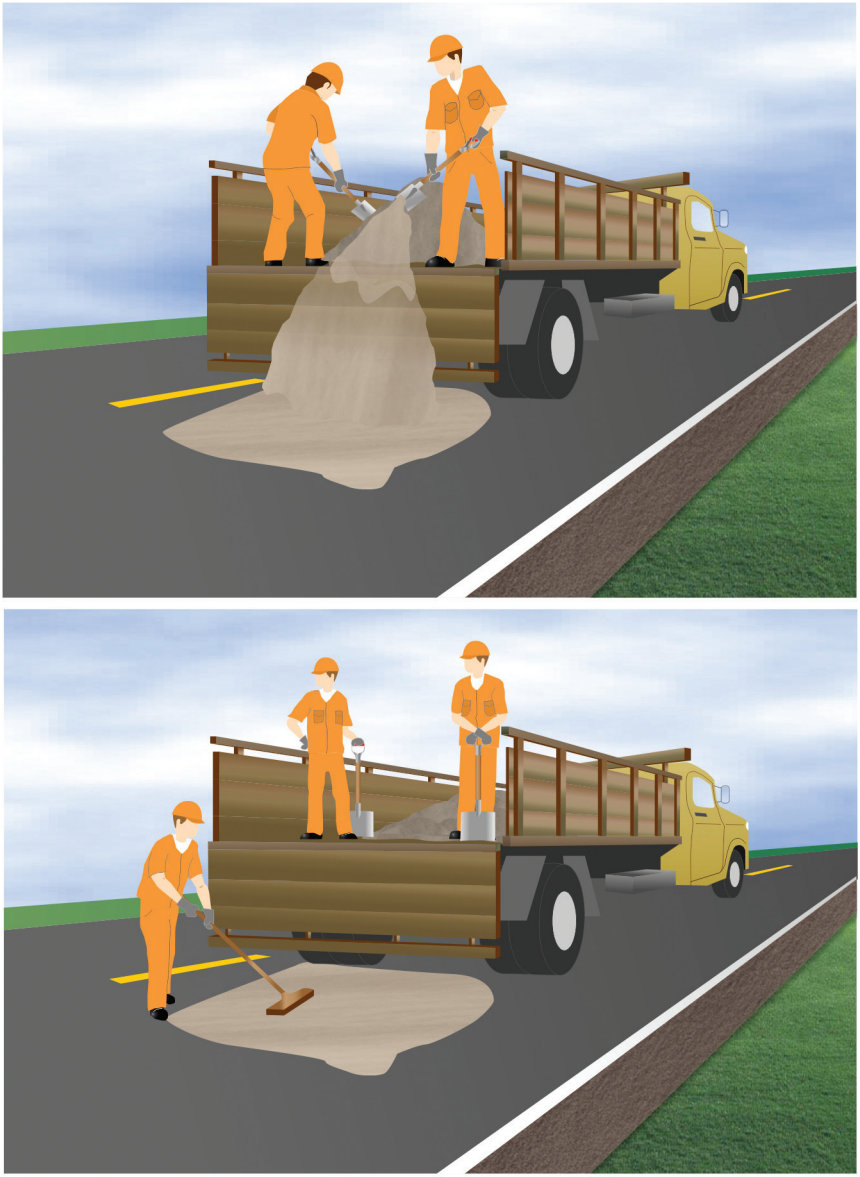
EXECUÇÃO DAS REPARAÇÕES

Correção da Exsudação

O espalhamento de areia com cal hidratada é um dos corretivos para a exsudação. Sua execução é feita em duas etapas (eventualmente repetidas):

- espalhamento a pá da areia seca, se possível grossa, sobre toda a área que apresenta exsudação;
- varredura da areia para se obter uma distribuição uniforme.

OBS: A correção deve ser feita em dias quentes e secos. Há casos em que será necessário remover a capa e refazê-la corretamente.



Correção da exsudação no pavimento

Selagem de Trincas

O serviço é feito em três fases:

- varredura com vassouras manuais: a superfície, após a varredura, deve estar limpa e seca;
- aplicação do ligante: a aplicação do ligante se faz de preferência com o auxílio de um aspersor de asfalto (no caso de área com muitas trincas) ou de um regador (no caso de trincas isoladas);
- espalhamento do agregado: utiliza-se areia, pedrisco + pó de pedra.

Toda a superfície do ligante aplicado deve ser recoberta uniformemente com o agregado, com espalhamento a pá, e a seguir

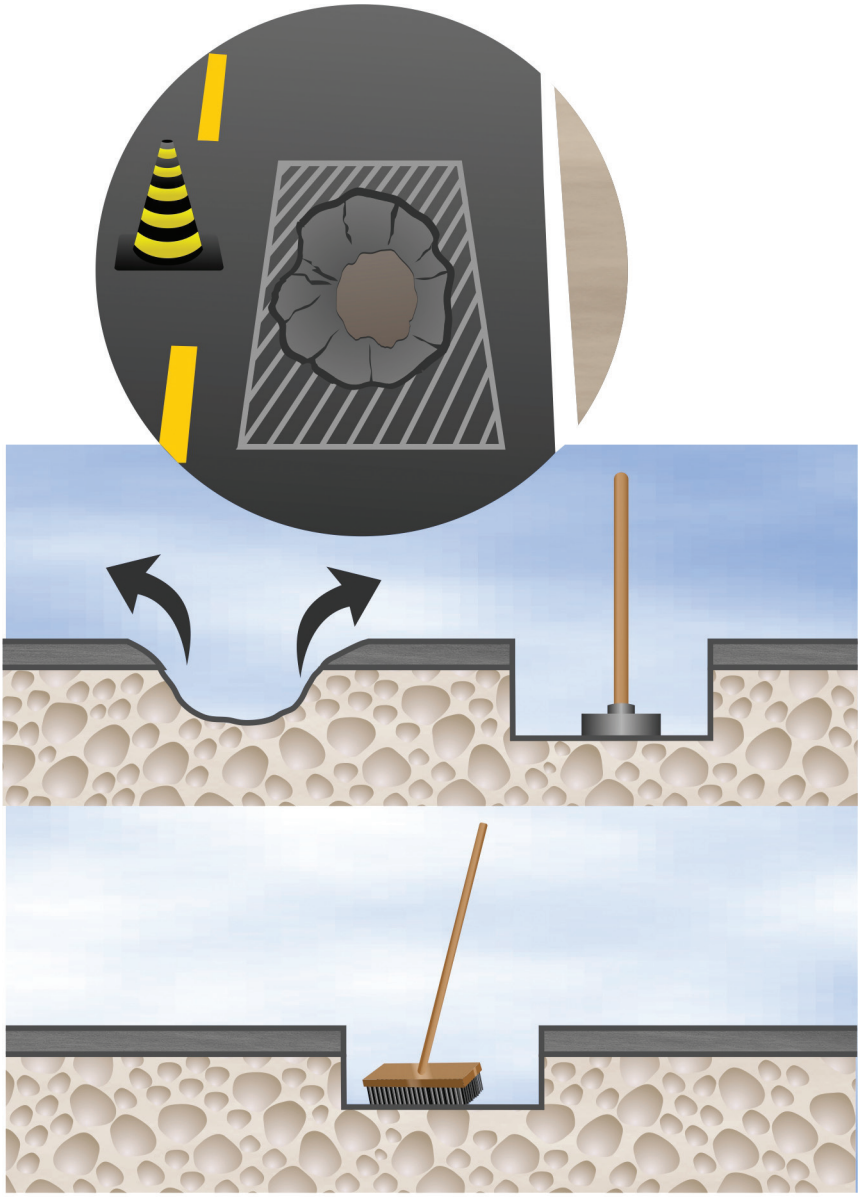


Fases de selagem de trincas

submetida à rolagem.

Remendo

O remendo, ou "tapa-buraco", visa à obturação dos buracos. Geralmente, é executado com material usinado a frio, sendo recomendáveis misturas a quente. Este usinado pode ser feito com antecedência e armazenado em depósito, desde que preparado com



Etapas do remendo na pista

materiais adequados.

As etapas das atividades são:

Marcação da área a reparar

A marcação se faz com auxílio de giz, adotando-se formato retangular, paralelo ao eixo da pista.

Remoção do material

O pavimento será recortado, deixando-se as bordas verticais, e o material retirado até se atingir uma superfície "firme" e horizontal.

Varredura

Varre-se com vassoura manual, deixando a superfície do fundo limpa e seca.

Distribuição da imprimadura ligante

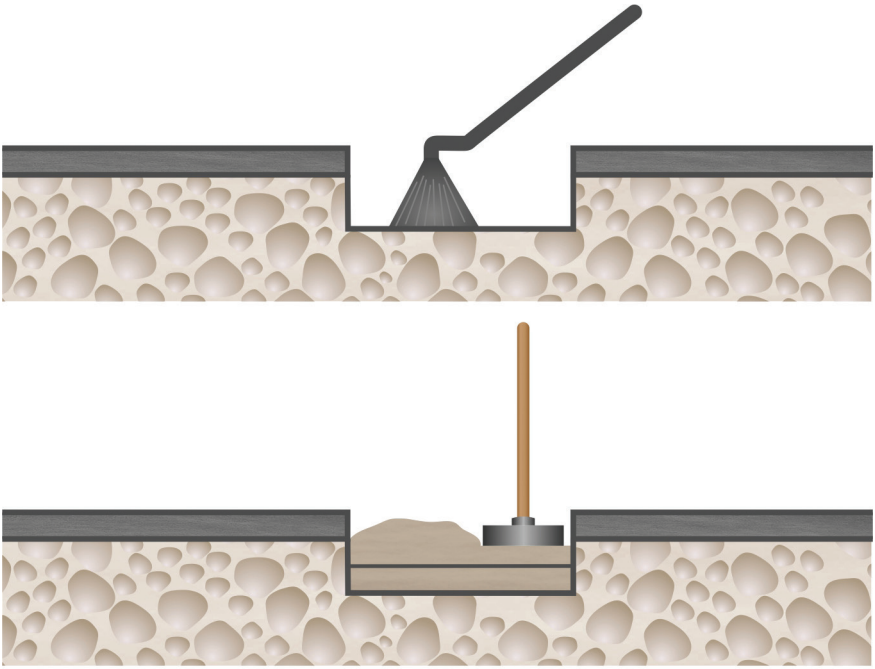
O asfalto diluído de petróleo ou a emulsão é distribuído com o auxílio de um aspersor ou de um regador, na dosagem aproximada de 1,0 kg/m2. Pode-se também utilizar uma brocha para fazer essa pintura.

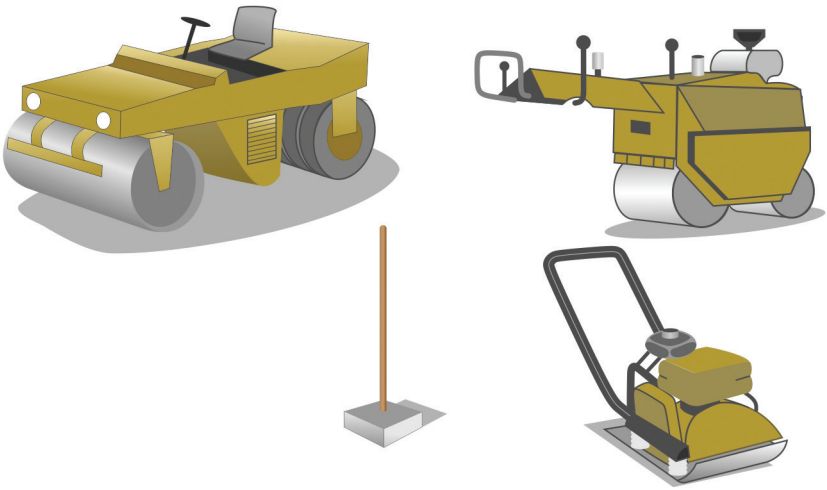
Enchimento do buraco

Visando economia e a continuidade da drenagem das camadas, os buracos profundos devem ser preenchidos com material de qualidade igual ou superior ao da base do pavimento existente, até chegar próximo à superfície da base, procedendo-se a seguir a imprimação e a colocação da mistura asfáltica usinada.

No caso de cavidades de pequena espessura (pouca profundidade), o material usinado é distribuído no local e regularizado com o auxílio de um rastelo em camadas de espessura máxima de 7,0 cm.

A superfície da última camada de material solto deve ficar entre um e dois centímetros acima da superfície do pavimento existente.





Etapa final do remendo na pista

Compactação do material

A compactação é executada camada por camada por um rolo vibratório pequeno ou placas vibratórias e, em último caso, por soquetes manuais. Quando se repara uma área com grande número de buracos é vantajoso utilizar o rolo Tandem liso.

Reconstrução Localizada do Corpo do Pavimento

Este serviço é executado para reparar as áreas onde o pavimento se encontra rompido devido a:

- fissuras em malha (trincas couro jacaré);
- ruptura nas bordas;
- defeitos localizados devidos a falhas de construção e/ou defi-



Etapas da execução da reconstrução localizada na borda

ciência estrutural.

A reparação é em tudo análoga à execução de remendos. Quando a área a reconstruir for muito extensa é conveniente remover o pavimento até a profundidade necessária e proceder à nova construção das camadas, como se tratasse de um pavimento novo.

Correções de Deformações Plásticas

Este serviço é executado para reparar deformações plásticas do pavimento através da sobreposição de camadas asfálticas.

A correção de depressões compreende quatro etapas:

Varredura

Varre-se com vassoura manual, deixando a superfície limpa.

Distribuição da imprimadura ligante

O asfalto diluído de petróleo ou a emulsão são distribuídos com o auxílio de um aspersor ou de um regador na dosagem aproximada de 1,0 kg/m².

Enchimento da depressão

O material usinado é distribuído no local e regularizado com o auxílio de um rastelo em camadas de espessura máxima de 7,0 cm.

A superfície da última camada de material solto deve ficar entre um e dois centímetros acima da superfície do pavimento existente.

Compactação do material

A compactação é realizada camada a camada por um rolo vibratório-



Etapas da execução da correção de deformações pláticas

rio pequeno ou placas vibratórias e ,em último caso, soquetes manuais.

Serviços de Rejuvenescimento da Superficie do Pavimento

Este é um serviço preventivo sendo executado para reparar trechos ou subtrechos do pavimento que se encontram em estado regular de conservação tendo valores de serventia (VSA) >2,5 e ≤ 3,5, conforme definido no Guia de Aplicação da Metodologia Técnica para Avaliação de Pavimentos ou pela instrução do DER/SP IP-DE--P00/004. Os principais defeitos que ocorrem nesta fase da vida útil do pavimento são:

- trincas;
- panelas / remendos;
- irregularidade longitudinal ou transversal;
- desgaste / desagregação do revestimento.

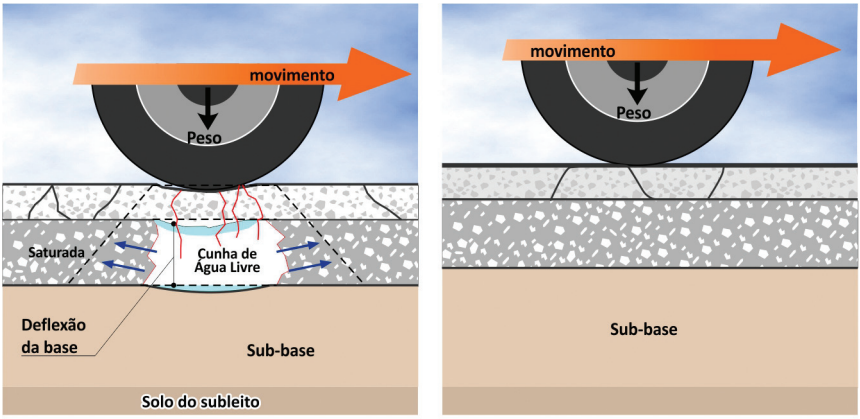
Os materiais utilizados para o rejuvenescimento da camada de rolamento podem ser: micro concreto asfáltico a quente (MCAQ), micro concreto asfáltico a frio (MCAF), Tratamento Superficial Duplo (TSD), reperfilagem com CBUQ em camadas esbeltas (máximo 3,0 cm).

Execução

Os serviços devem ser realizados impreterivelmente em dias secos e com as camadas do pavimento sem excesso de umidade.

A execução do recapeamento inadequado em bases com excesso de umidade ou saturadas pode gerar consequências do tipo: carreamento de solo por bombeamento, trincamentos, panelas, deformações permanentes e rupturas.

A seguir é apresentada a sequência de execução de um tratamento superficial duplo (TSD).



com excesso de umidade (saturado) | sem excesso de umidade (seco)

Microrevestimento



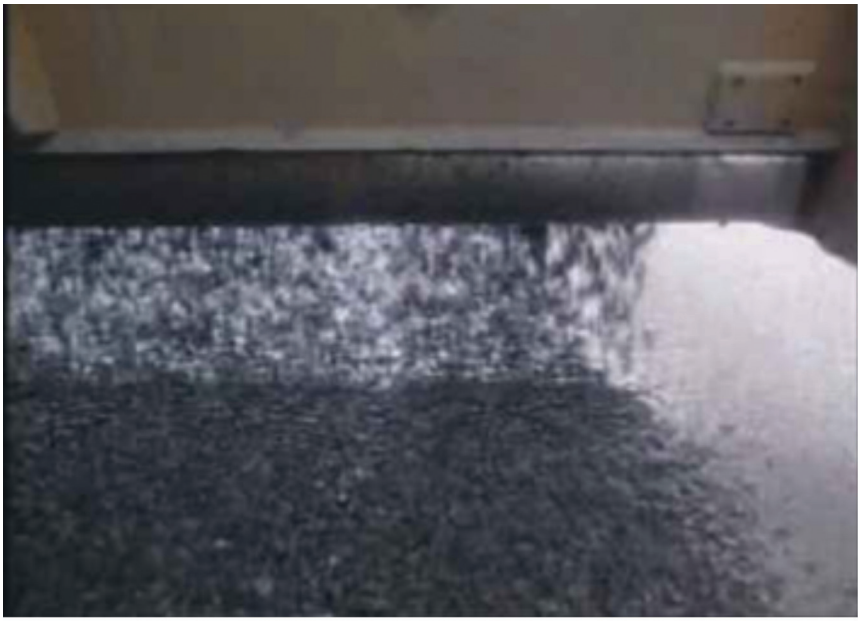
Aspecto do pavimento antigo



Aplicação de microrevestimento (MCAF)



Espargimento do ligante (TSD)



Espalhamento do agregado (TSD)



Rolagem (TSD)



Aspecto da segunda pintura (TSD)



Recapeamento com perfilagem (CBUQ ≤ 3,0 cm)

CONSERVAÇÃO DA DRENAGEM

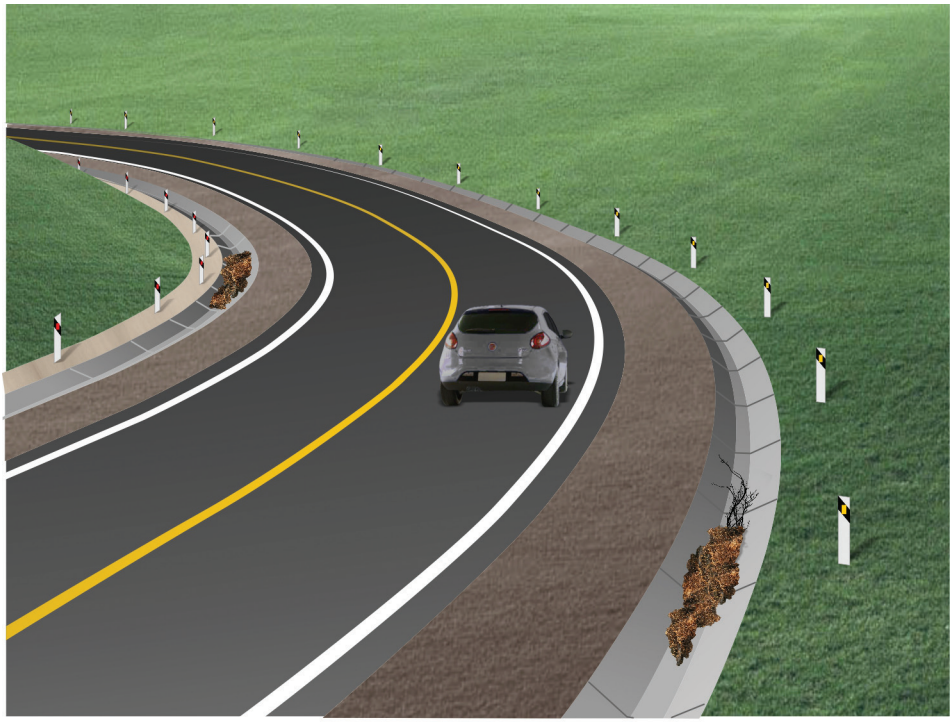
Pela importância da drenagem para as vicinais é fundamental que ela mereça atenção permanente.

Qualquer defeito deve ser reparado no menor tempo possível para evitar risco de acidentes ao usuário e aumento do custo das reparações.

Para que um reparo seja bem feito, é necessário conhecer as causas que geraram o problema.

Nas páginas seguintes são descritos os defeitos mais comuns, suas causas prováveis e o tipo de reparação mais adequado.

Mencionam-se também as consequências danosas do adiamento dos reparos.



Conservação dos dispositivos de drenagem

DEFEITOS

Dispositivos Danificados

Se um dispositivo de drenagem for danificado altera-se a sua seção transversal e consequentemente sua capacidade.

Os danos ocasionam também a deposição de detritos e a infiltração de água, que podem comprometer a estabilidade do corpo estradal e dar início a erosões perigosas.

Nas sarjetas e valetas de terra os danos mais comuns são as erosões das laterais e do fundo.



Defeitos dos dispositivos de drenagem

Causas Principais

- danos ocasionados por erosão, descalçando o dispositivo;
- quebra devida à passagem de veículos muito pesados ou impactos diversos;
- recalque do solo;
- no caso de sarjetas e valetas não revestidas, a principal causa é a velocidade excessiva da água.





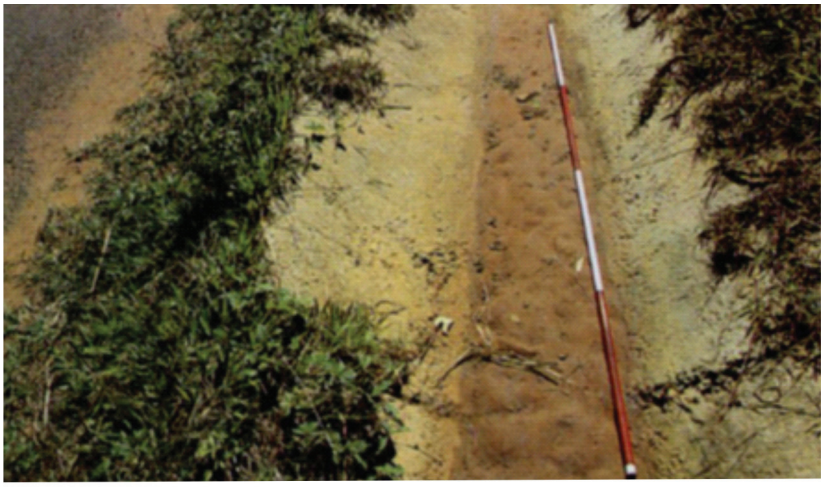
Defeitos dos dispositivos de drenagem

Reparações Usuais

- reconstrução do dispositivo, reproduzindo as suas características originais, com reforço da fundação e proteção contra a erosão, se for o caso;
- para sarjetas e valetas não revestidas, é recomendado executar o revestimento, protegendo-as da erosão, e diminuindo a declividade para reduzir a velocidade da água.

Assoreamento dos Dispositivos de Drenagem

O assoreamento é o acúmulo de material sólido nos dispositivos de drenagem, reduzindo a seção de vazão, podendo chegar até ao completo entupimento. Prejudicada a seção de vazão, a água pode se infiltrar sob o leito da estrada, causando o enfraquecimento do acostamento e do pavimento e, às vezes, erosões perigosas. No caso de entupimento de bueiro, o acúmulo de água a montante pode comprometer a estabilidade do aterro e do pavimento.



Assoreamento dos dispositivos de drenagem

Causas principais

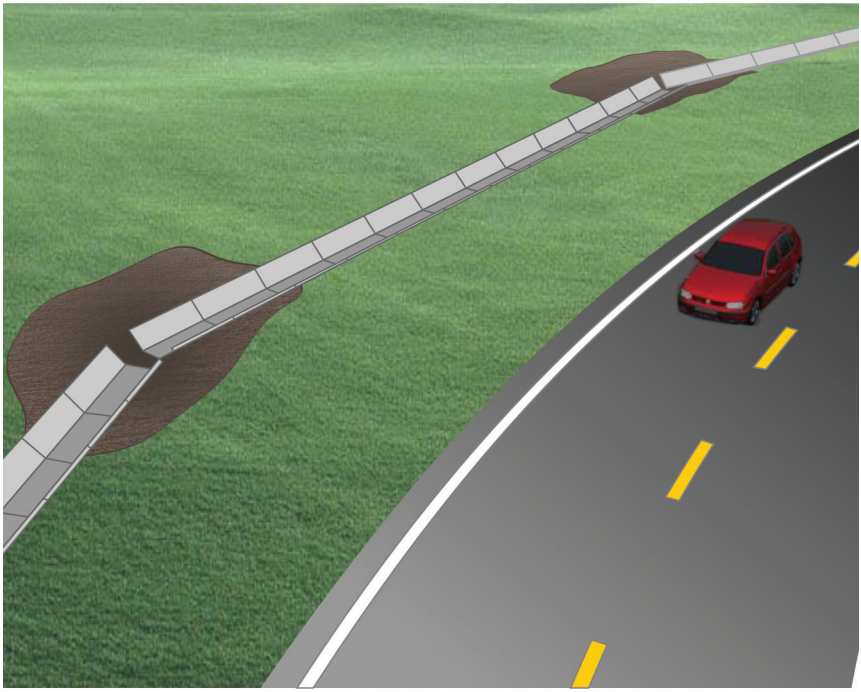
- a declividade insuficiente que provoca a redução da velocidade da água;
- vegetação e detritos arrastados pela água e bloqueados na obra.

Reparação usual

- desobstrução e limpeza.

Defeitos Localizados nas Curvas de Sarjetas e Canaletas

Ocorrem, às vezes, extravasamentos nos trechos em curva, que podem provocar erosão e destruição da sarjeta ou canaleta, e em consequência prejuízos ao acostamento e ao pavimento.



Defeitos localizados nas curvas de sarjetas e canaletas

Causa principal

- curva de pequeno raio, provocando mudança brusca de direção da correnteza.

Reparação usual

- realinhamento das canaletas, melhoria da seção e do revestimento, ou eventualmente construção de caixa para a mudança de direção.

Poças de Água

O acúmulo de água na sarjeta lateral pode causar a saturação do acostamento e do pavimento, dando origem ao seu enfraquecimento e erosão.



Poça de água

Causa principal

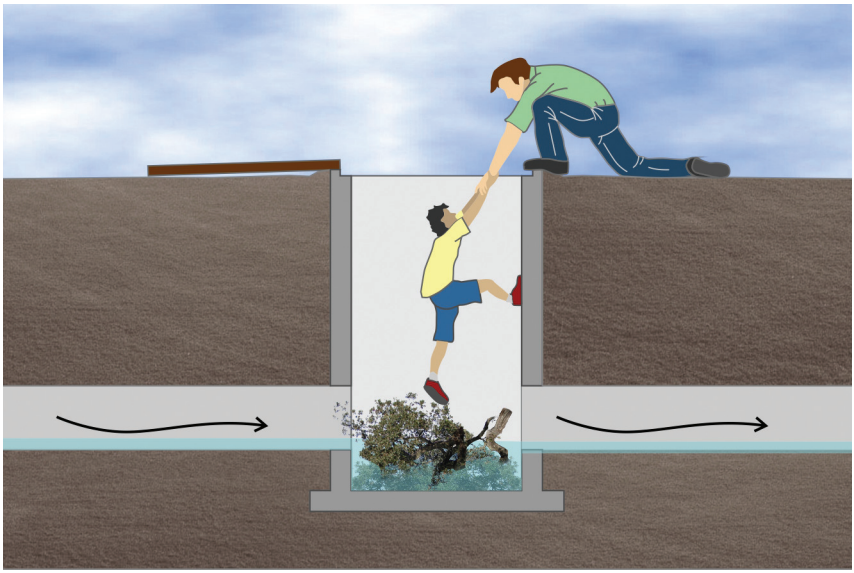
- drenagem insuficiente.

Reparações usuais

- correção da drenagem, em geral com o aumento do número de saídas d'água.

Poço de Visita com Tampa Faltante ou Danificada

Uma tampa danificada, ou em falta, constitui perigo para pessoas e animais porventura em circulação, além de gerar acúmulo de vegetação e de detritos no fundo do poço, obstruindo o dreno.



Poço de visita sem tampa - risco de acidente

Causa principal

- acidente, vandalismo.

Reparação usual

- colocação de nova tampa.

Poço de Visita Recoberto com Terra ou Vegetação

O recobrimento pode levar à obstrução da drenagem subterrânea, pois dificulta a inspeção e limpeza periódicas.

Causa principal

- invasão do topo do poço pela vegetação, eventualmente por defeito de construção (tampa do poço colocada muito baixa em relação ao terreno).

Reparação usual

- limpeza em torno do poço e correção da altura da tampa, se for o caso.

Obstrução dos Drenos

A obstrução dos drenos pode causar a saturação do corpo estradal.



Obstrução dos drenos

Causa principal

- materiais retidos nas caixas ou dutos subterrâneos.

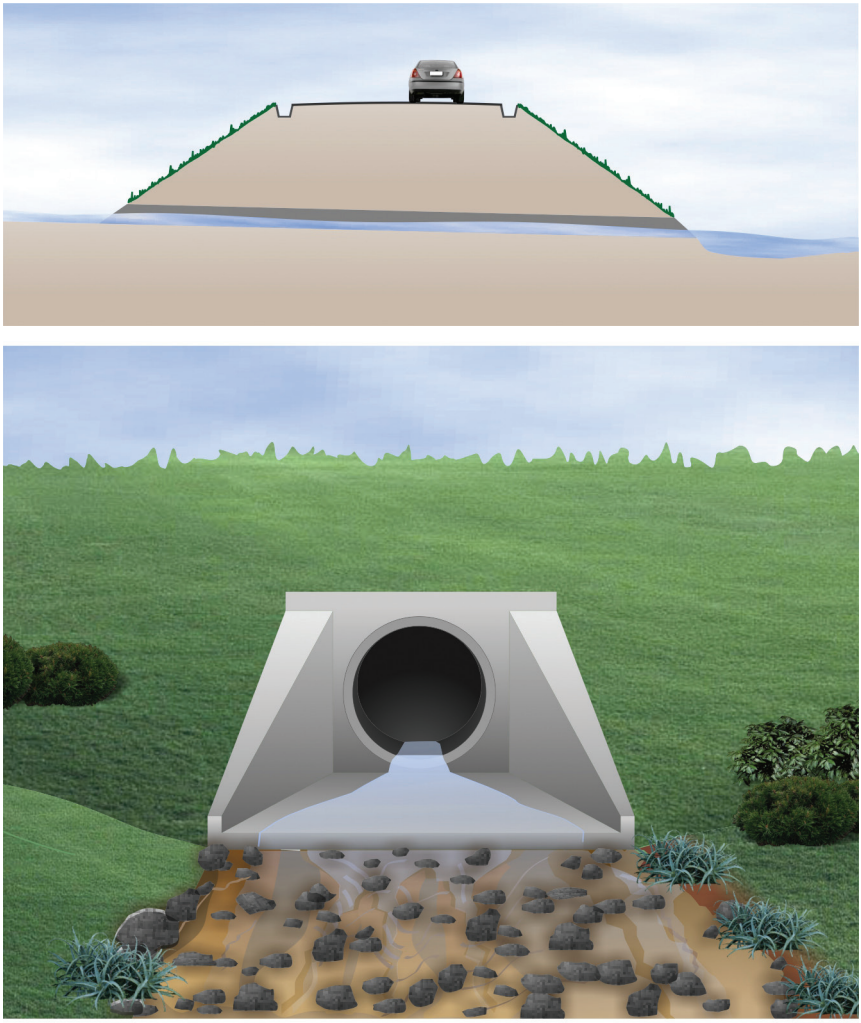
Reparação usual

- desobstrução das caixas e dos drenos subterrâneos.

Erosão na Saída do Dispositivo de Drenagem

A erosão na saída da obra causa aparecimento de uma bacia, podendo levar ao desmoronamento da testa de jusante, das alas, e mesmo de uma parte do corpo do dispositivo de drenagem e do aterro.

A demora na correção dessa situação causa grave prejuízo ao aterro, pois a erosão pode progredir com grande rapidez.



Erosão na saída do dispositivo de drenagem

Causa principal

- alta velocidade da água devido à declividade muito alta.

Reparação usual

- construção de descida em degraus e dissipador de energia.

Bueiro Metálico Atacado pela Ferrugem

A ferrugem pode causar estragos principalmente no fundo do bueiro, com a possibilidade de desmoronamento parcial ou total da obra, e consequente risco à segurança do tráfego.

Causas principais

- má proteção da chapa por galvanização insuficiente;
- camada de proteção desgastada pela água;
- galvanização danificada por ocasião da construção, principalmente próximo aos parafusos de montagem dos módulos;
- envelhecimento.

Reparações usuais

- pintura com betume;
- construção de proteção de concreto no fundo do bueiro.

REPARAÇÕES
MEIOS NECESSÁRIOS À EXECUÇÃO

Pessoal

- encarregado de turma;
- operadores de máquinas e motoristas;
- trabalhadores;
- pedreiros;

- carpinteiros.

Materiais

- agregados;
- cimento (em sacos);
- água;
- blocos de pedra;
- madeira roliça;
- pranchas de madeira;
- tábuas, caibros;
- pregos, parafusos.



Pessoal e meios necessários para executar as reparações

Equipamentos e Ferramentas

- retro escavadeira;
- motoniveladora;
- caminhão carroceria (com guincho - guindauto);
- bomba d'água;
- betoneira;
- carrinhos de mão;
- cordas diversas;
- compressor de ar;
- rompedor de concreto;
- talha manual, com tripé;
- pás;
- picaretas;
- soquete;
- vara de aço (20,0 m);
- vassoura;
- nível de bolha;
- baldes;
- caixa de ferramentas de pedreiro;
- ferramentas de carpinteiro;
- régua;
- foices;
- facões;
- pé-de-cabra;
- metro de madeira (2,0 m);
- fio de prumo;
- brocha;
- garfo.



Equipamentos e ferramentas necessários para executar as reparações

SINALIZAÇÃO NO LOCAL DOS SERVIÇOS

Na execução dos trabalhos de conservação e manutenção, é necessário colocar no local dos serviços a sinalização regulamentar, sem a qual nenhum trabalho deve ser iniciado.

Valem as observações já feitas anteriormente sobre esse mesmo assunto no capítulo de Conservação do Pavimento.

EXECUÇÃO DAS REPARAÇÕES

Reconformação de Sarjetas e Valetas em Grama

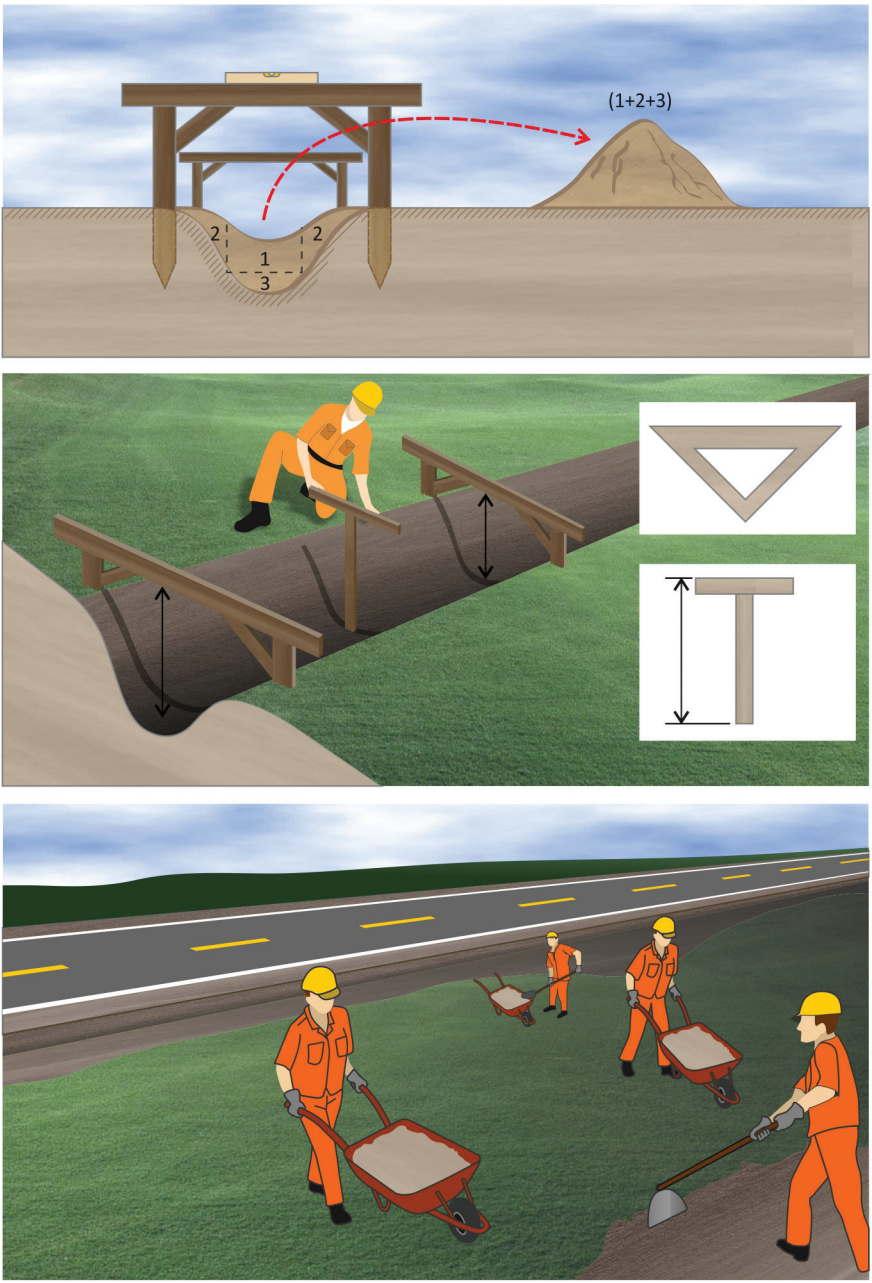
O objetivo é reconstituir as valetas e sarjetas às suas formas geométricas iniciais de quando foram construídas, de modo a reestabelecer o funcionamento adequado das mesmas.

Serviço manual

Quando for preciso aumentar a seção, proceder como na construção:

- utilizar um gabarito para a seção transversal, sempre que se pretender um aspecto bem uniforme. Na prática, na maioria dos casos, o controle visual será suficiente;
- utilizar um cordel para definir o alinhamento da escavação;
- iniciar a escavação a jusante ou junto a uma saída de água;
- escavar a sarjeta por seções, por exemplo, começando pela zona 1, centro; depois zona 2, laterais e, finalmente, zona 3, fundo;
- para verificar a profundidade, empregar cavaletes, sempre que necessário;
- terminados os trabalhos de escavação, retirar todo o entulho para longe da pista.

Não deixar nenhum material sobre os acostamentos.



Serviço manual de reconformação de sarjetas e valetas de terra

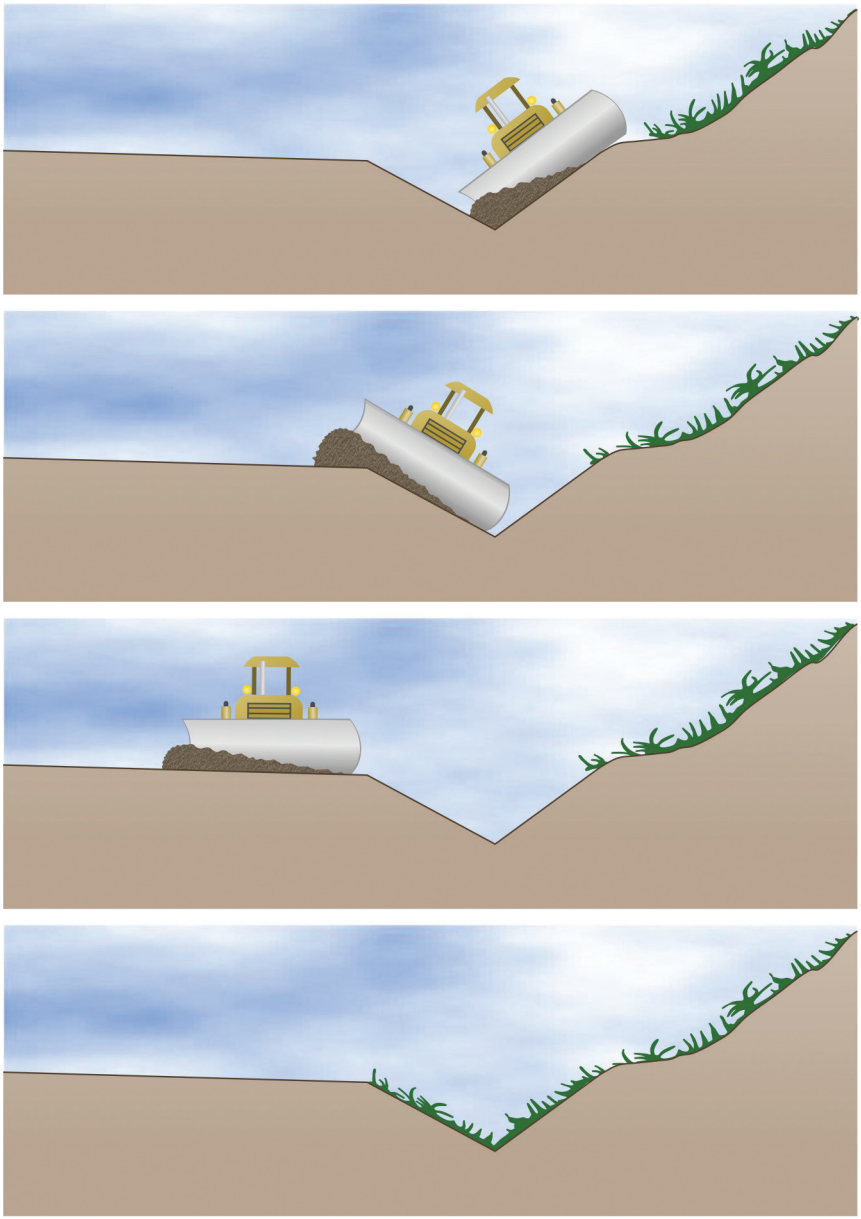
Serviços com utilização de equipamentos

Esta operação é recomendada quando longas extensões de sarjetas em "V" devem ser mantidas e limpas em pouco tempo. A motoniveladora ou trator de esteira devem trabalhar sempre de montante à jusante.

– Caso 1

Quando a motoniveladora (ou trator) só puder trabalhar sobre acostamento até a sarjeta, mas não além da mesma:

- iniciar tratando o talude externo da sarjeta de modo a formar um cordão de terra no seu fundo, entre as rodas traseiras. Repetir até que a profundidade desejada seja atingida;
- o segundo passo consiste na limpeza do fundo da sarjeta trazendo o cordão para o acostamento;
- o terceiro passo consiste em retirar os materiais depositados no acostamento. Em nenhuma hipótese o material depositado no acostamento deverá permanecer à noite, sem sinalização noturna de obra conforme normas do DER/SP;
- o material nunca deverá ser depositado na pista.

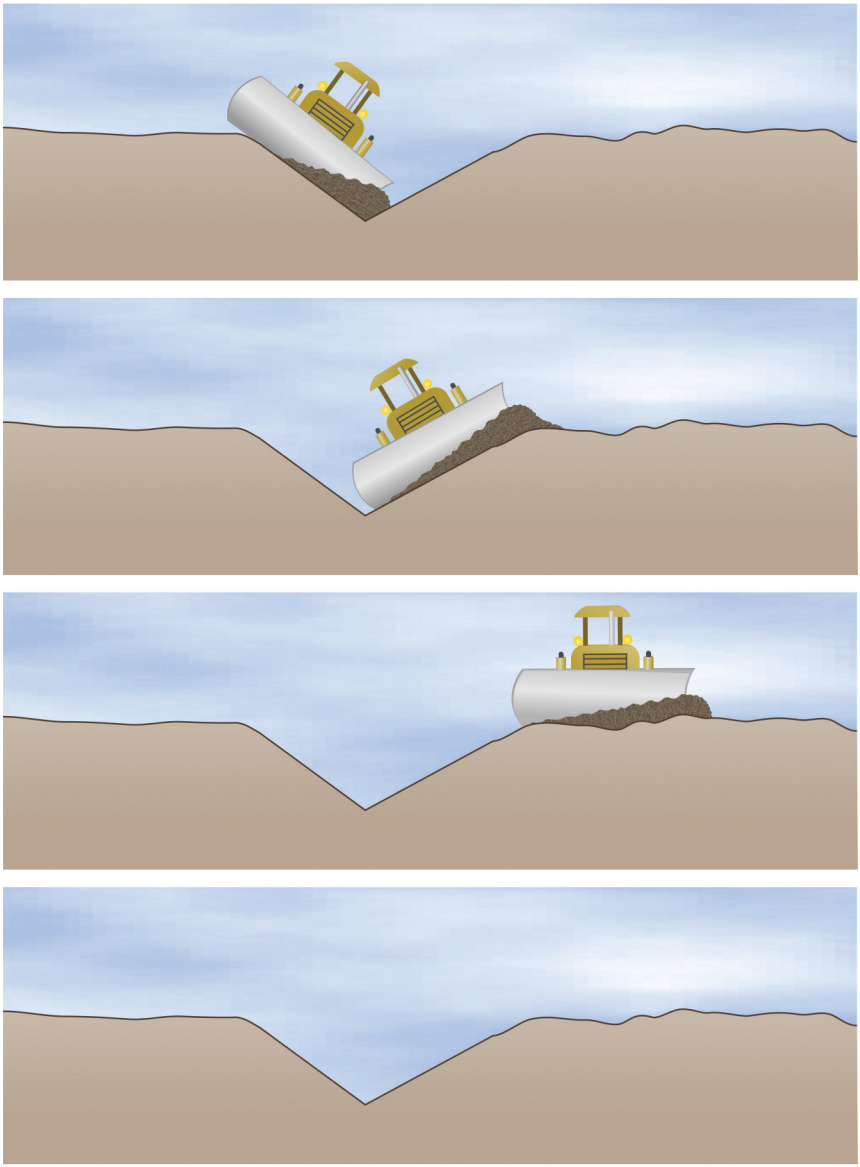


Motoniveladora ou trator quando só puder trabalhar
sobre acostamento até a sarjeta

– Caso 2

Quando a motoniveladora ou trator puder ser usado além da sarjeta:

- tratar o talude interno da sarjeta formando um cordão no seu fundo. Repassar, se necessário;
- transportar o cordão para a margem externa da sarjeta;
- afastar o cordão da sarjeta e espalhar o material.



Motoniveladora ou trator quando puder ser usado além da sarjeta

Desobstrução - Limpeza

O objetivo é a retirada dos materiais que poderiam prejudicar o escoamento das águas superficiais pela sarjeta. Esses materiais podem ser pedras, barro, areia, mato, árvores, arbustos e suas raízes etc. Transportar os materiais para fora do corpo da estrada em local apropriado e aprovado pela fiscalização, de modo que não prejudique o funcionamento de todos os dispositivos da vicinal.

Correções de Erosões

- preencher as erosões com solo e fazer proteção dos taludes e do fundo das sarjetas ou canaletas.

Esta operação pode limitar-se ao preenchimento das erosões com material argiloso, protegendo-o com gramíneas em leivas ou vegetação nativa, desde que as condições climáticas sejam favoráveis. Muitas vezes, é preferível, em trechos pequenos, fazer a reparação de modo permanente pela construção de revestimento em alvenaria ou colocação de canaletas pré-fabricadas de concreto.

Quando necessário, se for o caso, melhorar o alinhamento, suavizar a declividade, executar sancas etc. Nas saídas d'água, fazer enrocamento ou outro dispositivo para dissipar a energia do fluxo.

Realinhamento de Canaletas

Quando a água se escoa de forma desordenada em curvas acentuadas, podem surgir erosões nesses trechos.

As reparações usuais são:

- suavizar as curvas e cuidar das juntas entre seus elementos;
- construir uma caixa em alvenaria ou concreto nos cotovelos.

Na construção de sarjetas revestidas devem-se evitar os seguintes erros, que provocam erosões:

- canaleta colocada muito alta em relação ao acostamento; a água se escoa ao longo da borda externa;
- falta de regularização e compactação do solo adjacente.

Sugerem-se as seguintes medidas corretivas:

- recolocar as canaletas em nível inferior, regularizar e compactar o solo de cada lado a fim de que a água possa se escoar dentro da canaleta;
- revestir com gramíneas em leivas, semear grama e/ou vegetação nativa ou proteger com trançado de ramos.

Em nenhuma hipótese o material depositado no acostamento deverá permanecer à noite, sem sinalização noturna de obra, conforme normas do DER/SP.

Reparação de Sarjetas e Canaletas Danificadas

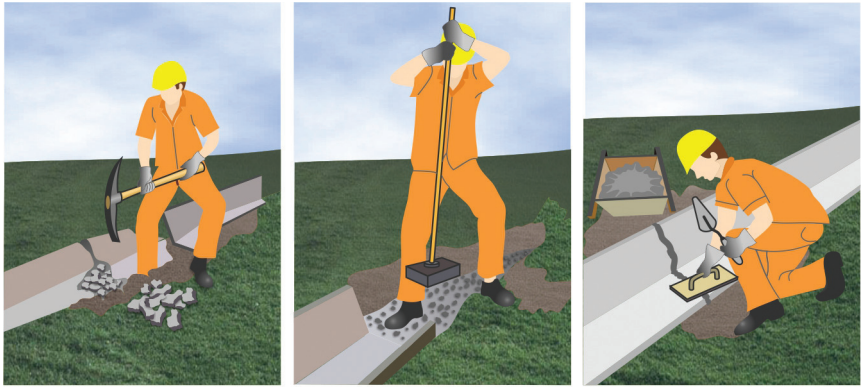
As sarjetas ou canaletas revestidas devem ser reparadas logo após constatado o dano no seu revestimento. Geralmente a causa é o recalque do solo de fundação.

A reparação consiste em:

- retirar as pedras soltas e/ou os elementos pré-fabricados que afundaram ou foram avariados. No caso de dispositivo moldado no local, demolir o trecho danificado;
- compactar o solo de fundação;
- preencher com materiais convenientes até o nível previsto e compactar;
- recolocar os elementos pré-fabricados ou as pedras do revestimento, rejuntando com argamassa de cimento e areia 1:3. No caso de

dispositivo moldado no local, proceder à sua reconstrução;

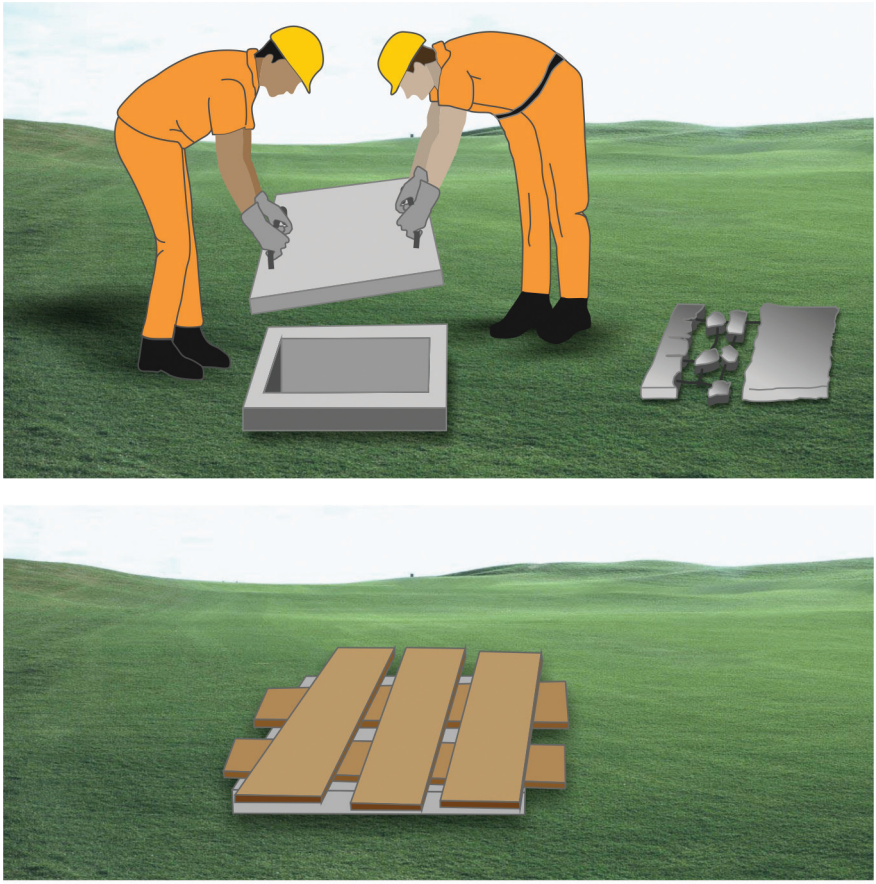
- preencher as laterais com solo adequado, de preferência argiloso, compactando com cuidado sem prejudicar as sarjetas e valetas recém-reconstruídas, e revestir com gramíneas em leivas ou vegetação nativa existente;
- em hipótese alguma, nenhum material, mesmo depositado no acostamento, deverá permanecer à noite, sem sinalização noturna de obra conforme normas vigentes do DER/SP;
- retirar todo o entulho e deixar o local desimpedido e limpo.



Reparação de sarjetas e canaletas danificadas

Substituição de Tampas ou Grelhas

- quando uma tampa ou grelha estiver deteriorada ou quebrada, retirá-la completamente, inclusive os pedaços que poderão ter caído dentro do poço. Recolocar uma peça nova;
- quando não for possível repor imediatamente, executar um reparo provisório, podendo ser utilizadas pranchas de madeira.

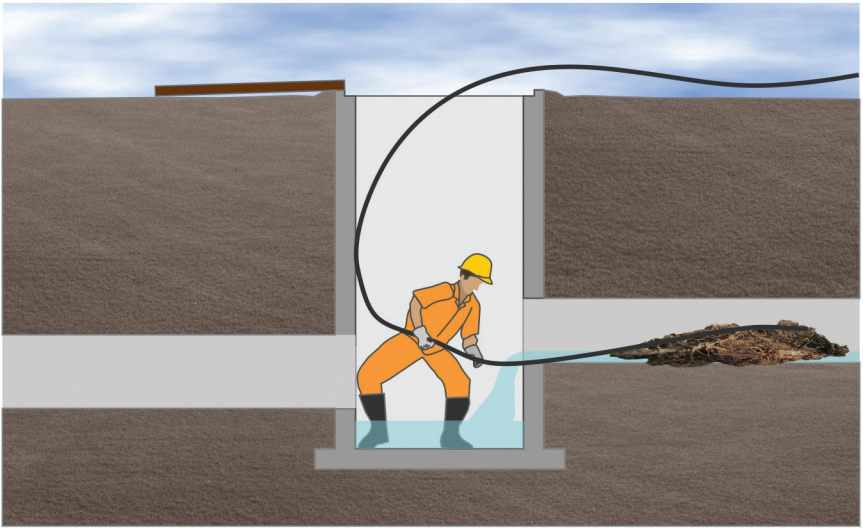


Substituição de tampas e grelhas

Desobstrução de Poço de Visita e de Tubulação Subterrânea

- retirar a grelha ou a tampa do poço de visita;
- retirar todos os detritos, areia, barro e entulhos acumulados dentro do poço;
- se, atendido o item anterior, a água mesmo assim não escoar, procurar desobstruir a tubulação, passando um varão a partir do poço de jusante, até o desentupimento.





Fases de desobstrução de poços de visita e de tubulação subterrânea



Desobstrução e limpeza dos bueiros

Desobstrução e Limpeza de Bueiros

A seção transversal do bueiro deve estar completamente desimpedida em todo o comprimento da obra. Igualmente, a entrada e a saída devem estar livres. Galhos de árvores ou arbustos arrastados contribuem para o entupimento dos bueiros.

A construção de caixa na entrada do bueiro provoca o acúmulo dos materiais transportados pela água, facilitando o trabalho de limpeza.

O desassoreamento e/ou desentupimento de bueiros com diâmetro inferior a 1,00 m apresentam dificuldades pelo pouco espaço disponível ao trabalho. Estas obras podem ser limpas pelo arrastamento de um balde, por meio de uma corda, através da obra, ou pela utilização de jato de água para desmonte da obstrução.

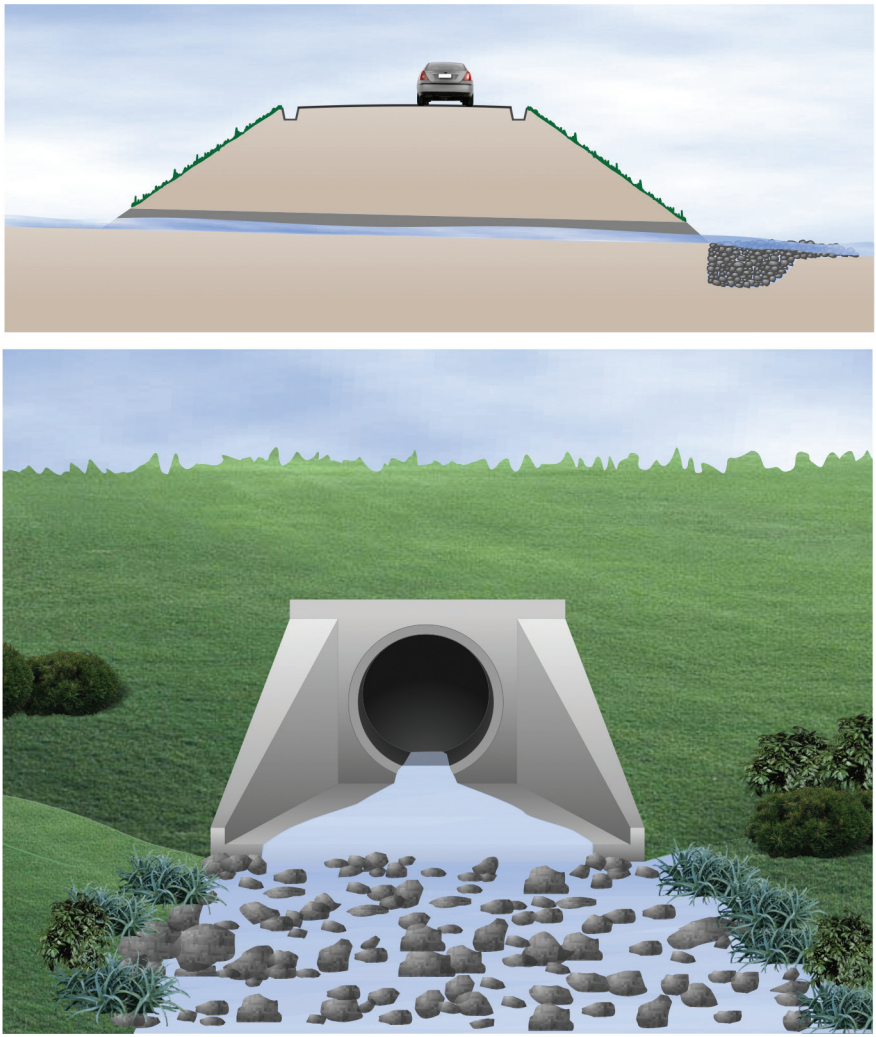
Bueiros de diâmetros maiores que 1,00 m, permitem a entrada de trabalhadores, facilitando a limpeza.

O material retirado deve ser depositado onde não possa prejudicar o escoamento da água, de preferência a jusante.

Se o entupimento continuar após as limpezas regulares, pode haver a necessidade de construção de nova obra, maior e com a boca de montante mais alta.

Reparações de Erosões na Saída de Bueiro

a) quando um sulco ou um buraco profundo aparecer na saída do bueiro, a equipe de conservação deverá primeiramente avaliar e identificar a causa da ocorrência dessas erosões. Em seguida, deverá obturá-lo de imediato, para que não agrave mais, podendo comprometer a estabilidade do bueiro e, em consequência, do aterro da vicinal, podendo chegar à necessidade de interdição da rodovia vicinal, principalmente se ocorrer no período de chuvas. Esta obturação de emergência deverá ser executada o mais rápido possível, com pedra marroada ou outro material similar que, com o seu



Reparações de erosão na saída de bueiro

imbricamento, dispense, a necessidade de compactação, podendo concluir rapidamente o preenchimento completo da erosão.

- a reparação definitiva consiste em construir soleiras de concreto ou de alvenaria de pedra na saída do bueiro.

b) quando se tratar de erosões leves na saída, proceder como segue:

- preencher as erosões com pedra marroada, quando se desejar um dissipador de energia. Estender o enrocamento além da zona erodida. Em estação seca, ou quando o fluxo de água for pequeno, os blocos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento portland, prolongando, assim, a durabilidade da obra;
- outra solução consiste no emprego de sacos de juta ou de plástico, cheios de terra misturada com 5% de cimento, se possível. Colocá-los deitados em camadas, desencontrando as juntas de uma camada com as de outra.

Reparação de Trincas

As trincas no concreto ou na alvenaria são facilmente descobertas na estação seca ou nas águas baixas. Deve-se repará-las o mais rapidamente possível, como segue:

- limpar todas as trincas com jato de água;
- retirar a argamassa velha das juntas e limpá-las;
- quando se dispuser de ar comprimido, aplicá-lo nas fissuras, para uma limpeza mais completa;
- preparar a argamassa de cimento e areia, no traço 1:4;
- umedecer as trincas abertas e logo a seguir preenchê-las com a argamassa;
- alisar com a colher de pedreiro.

Reparação de Bueiros Metálicos

Quando a ferrugem começar a atacar a superfície, não esperar que apareçam buracos para iniciar a reparação. Repará-la o mais breve possível, com tempo seco.

A reparação pode ser feita por dois processos:

Pintura com material betuminoso

- retirar a ferrugem, com o auxílio de uma escova metálica ou outra ferramenta adequada;
- esquentar o material betuminoso até torná-lo líquido;
- aplicar o material betuminoso em camada espessa (3-4 mm) sobre a metade inferior do bueiro. O material betuminoso será derramado e espalhado o mais uniforme possível, com o auxílio de uma brocha sobre toda a superfície;
- não deve ser deixado excesso de material betuminoso sobre o revestimento.

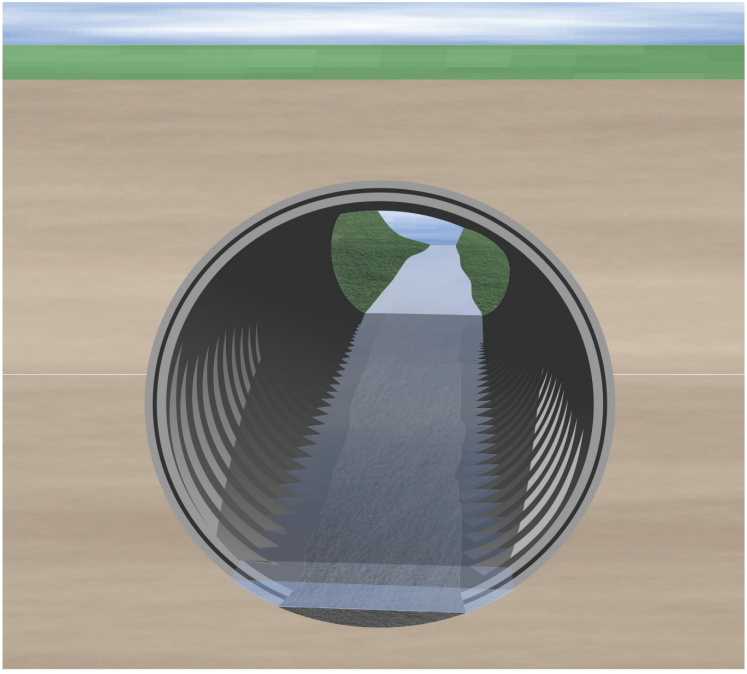


Reparação de bueiros metálicos utilizando pintura com material betuminoso

Esse processo somente poderá ser usado com aprovação dos órgãos ambientais. Portanto recomenda-se, sempre que possível, o uso do reparo com concreto.

Execução da camada de concreto

- retirar a ferrugem, com o auxílio de uma escova metálica ou outra ferramenta adequada;
- marcar os limites da camada de concreto ao longo das paredes do bueiro com um cordel ou com giz;
- preparar um concreto no traço 1:2:4 (1 de cimento para 2 de areia e 4 de pedrisco) e aplicá-lo no fundo do bueiro, ao longo de todo o seu comprimento, com espessura da ordem de 10,0 cm, sobre o eixo do bueiro;
- a superfície do concreto deve apresentar uma ligeira caída para o eixo e ser desempenada com uma colher de pedreiro;
- geralmente não são necessárias armaduras;
- as soleiras das entradas e saídas devem também ser revestidas de concreto.



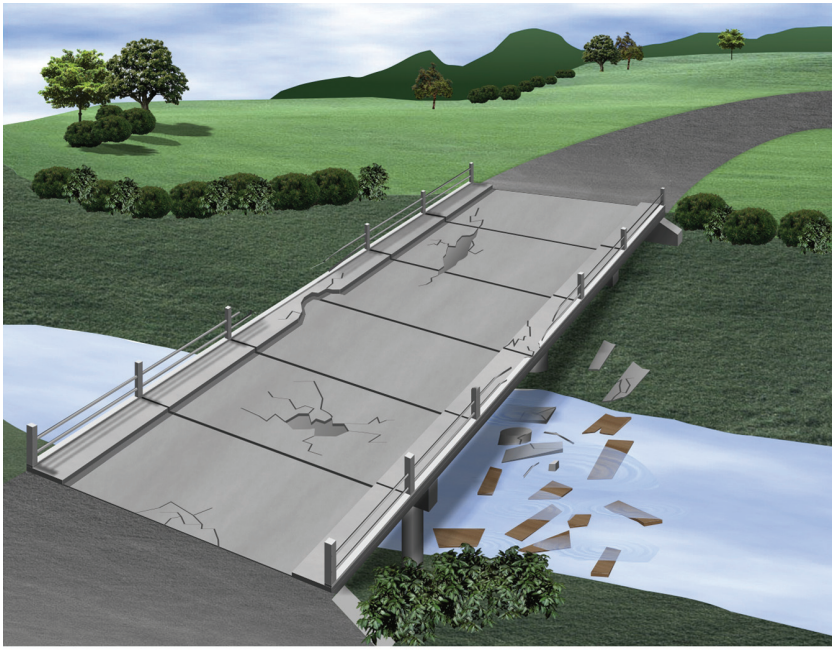
Reparação de bueiro metálico utilizando a execução de camada de concreto

CONSERVAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

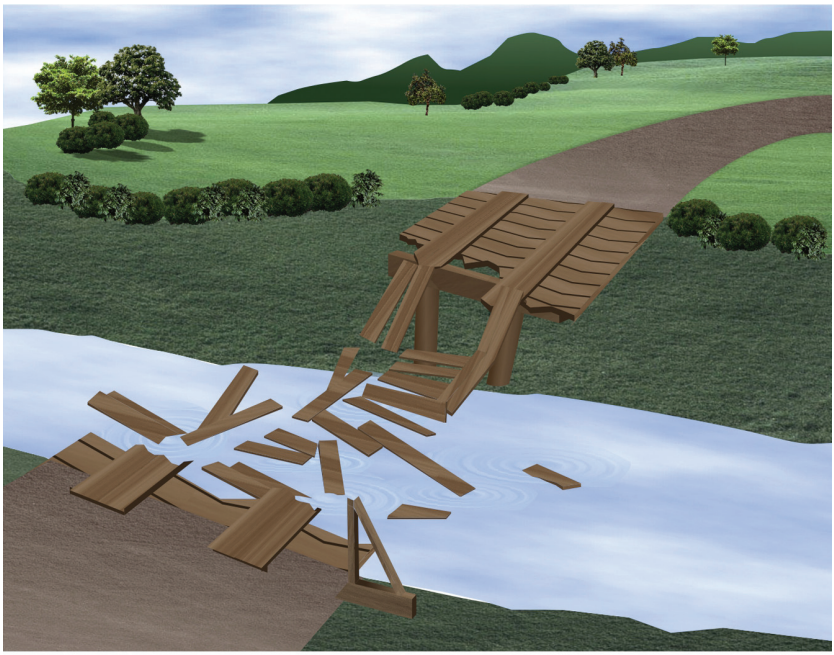
DEFEITOS

Os defeitos relativos às obras de arte especiais (pontes, viadutos, bueiros celulares, outras estruturas) podem ser classificados como:

- **funcionais**, quando impedem a obra de atender adequadamente suas finalidades previstas, seja em relação à seção de vazão, seja em relação à segurança ou conforto dos usuários. No primeiro caso, estão as obstruções do canal de escoamento e, no segundo, os problemas nos encontros (desníveis, erosões), guarda-corpos, pavimento etc.;
- **estruturais**, nem sempre perceptíveis com facilidade, e que implicam em problemas que afetam os elementos da estrutura da obra, tais como apodrecimento de peças de madeira, trincas no concreto, ferrugem em peças de aço, deslocamentos e fadiga de aparelhos de apoio etc.



Defeitos nas obras-de-arte especiais (obstrução do canal de escoamento)



Defeitos na obras-de-arte especiais, problemas nos encontros (desníveis, erosão), guarda-corpo, pavimento etc.

Os defeitos funcionais devem ser reparados por meio de atividades rotineiras de conservação. São facilmente detectados e requerem os mesmos recursos e procedimentos empregados na conservação da terraplenagem (erosões), do pavimento (buracos, desnível na entrada da obra), da drenagem (desobstrução dos canais e cursos d'água, limpeza etc.), bem como a substituição, reparação e pintura de elementos tais como o guarda corpo, guarda rodas etc.

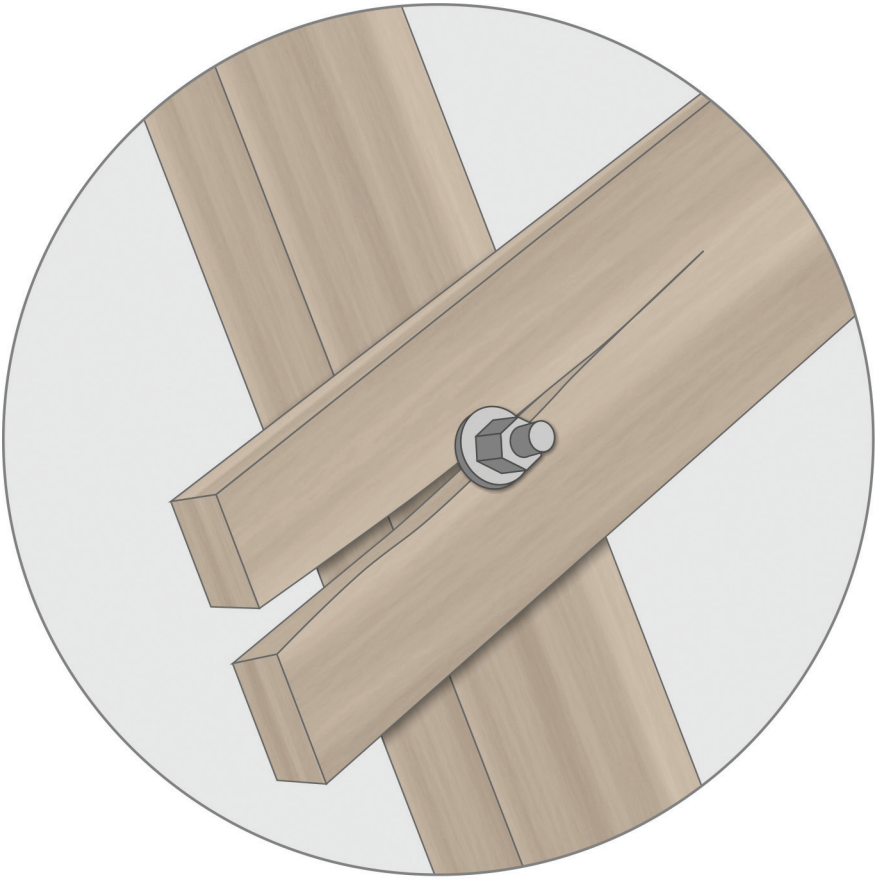
Os defeitos estruturais, se não detectados e atendidos em tempo hábil, podem levar à ruína da obra. Por essa razão é necessário prover uma conservação preventiva e realizar inspeções periódicas, para possibilitar as reparações necessárias já na fase inicial dos problemas.

Nas páginas seguintes são descritos os defeitos estruturais habitualmente encontrados, suas causas principais e as reparações usualmente empregadas.

As reparações das O.A.E.'s deverão atender as especificações técnicas do DER/SP.

ESTRUTURAS DE MADEIRA

Embora o DER/SP há muito tenho deixado de implantar O.A.E.'s em madeira, vale aqui expor, a título de informação, alguns conceitos de manutenção destas obras, visto que ainda possa restar alguma estrutura de madeira ao longo da malha rodoviária do estado.



Defeitos nas estruturas de madeira

Empenamentos e Rachaduras

Os empenamentos e rachaduras são nocivos não só sob o aspecto funcional da obra, como podem comprometê-la estruturalmente.

As rachaduras são prejudiciais principalmente às ligações, uma vez que podem anular a ação dos parafusos.

Como medidas preventivas, deve-se evitar o emprego de madeira verde, facilitar a secagem das peças justapostas e impermeabilizar as extremidades das peças, por onde a umidade penetra com maior facilidade.

Causa principal

- secagem irregular da madeira.

Reparações usuais

- substituição da peça afetada;
- injeção de resina epóxi e cintamento da madeira com grampos metálicos.

Apodrecimento

A madeira decomposta torna-se escura e mole, perdendo a resistência.

Em geral, o apodrecimento pode ser verificado visualmente. No seu início pode ser detectado batendo-se na madeira com uma marreta ou espetando-a com uma faca.

Para evitar o apodrecimento da madeira, deve-se procurar facilitar a secagem e drenar as áreas de apoio, evitando retenção de água.

Em obras novas, caso sejam implantadas excepcionalmente em madeira, o melhor preventivo contra a deterioração é o tratamento da madeira por impregnação de creosoto sob pressão.

As peças devem ser tratadas após todos os cortes e furações, a fim de que o tratamento proteja todas as superfícies expostas.

Causa principal

- acúmulo de umidade e consequente deterioração da madeira por efeito de fungos.

Reparação usual

- substituição da peça afetada.

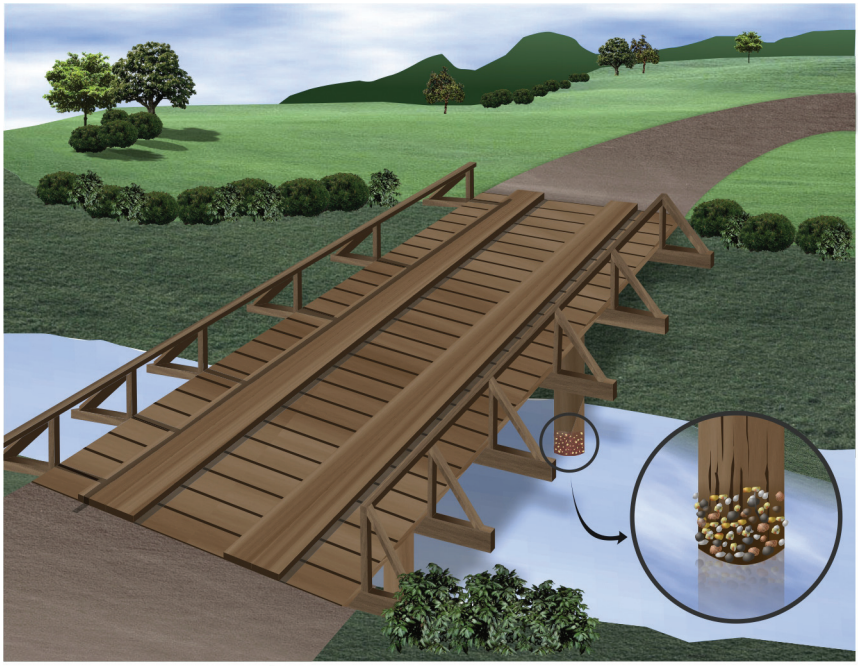


Apodrecimento da madeira quando exposta a acúmulo de umidade

Ataque por Insetos e Cracas

A madeira pode ser atacada por:

- insetos, tais como cupins;
- moluscos, como o teredo;
- crustáceos, como a limnória.



Ataques por agente agressor

O melhor preventivo contra os ataques por animais é o tratamento por impregnação de creosoto ou pesticidas.

Os ataques por moluscos e crustáceos verificam-se em regiões litorâneas, sendo mais intensos nas zonas afetadas pelas marés e na superfície da lama.

Causa principal

- exposição da madeira, sem proteção, a ambiente propício ao desenvolvimento de moluscos, crustáceos ou insetos nocivos.

Reparação usual

- substituição da peça afetada.

Ataque pelo Fogo

Sendo a madeira um material combustível, ela pode ser destruída pelo fogo. O ataque pelo fogo é facilmente reconhecível por inspeção visual.



Ataque pelo fogo

Causa principal

- ação do fogo - decorre às vezes das queimadas feitas por agricultores.

Reparação usual

- substituição da peça afetada.

Desgaste Mecânico

Nos estrados das pontes e viadutos, pela ação contínua do tráfego, a superfície da madeira torna-se fibrosa, havendo perda gradual de espessura.

Como medida preventiva, é comum recobrir as trilhas de rodas com pranchas ou tábuas dispostas longitudinalmente.



Desgaste mecânico

Causa principal

- ação do tráfego.

Reparações usuais

- substituição das peças afetadas, quando os danos já forem muito grandes;
- recobrimento das trilhas de rodas com pranchas dispostas longitudinalmente e pregadas ou aparafusadas no estrado.



Recobrimento das trilhas de rodas com pranchas pregadas

Deformações Exageradas

As vigas apresentam flechas elevadas durante a passagem de veículos.

Causa principal

- cargas superiores às previstas no projeto.

Reparações usuais

- reforço da viga;
- uma alternativa é a limitação das cargas.



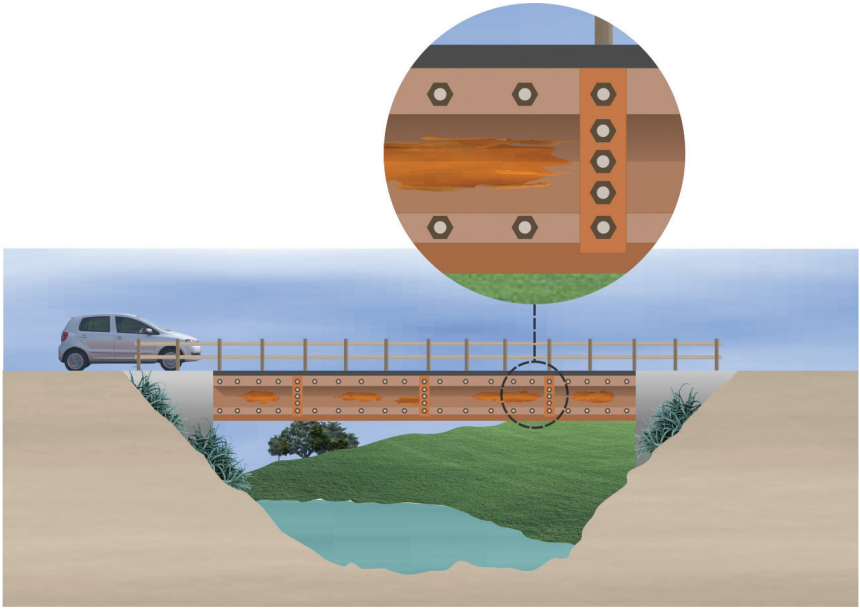
Deformações exageradas causadas pela passagem de veículos

Estruturas de Aço Oxidação do Metal

A corrosão em geral não ataca uniformemente as peças, sendo mais intensa nas áreas de maior concentração de umidade.

As peças sujeitas à ação das marés ou a borrifamentos frequentes são mais atacadas pela ferrugem.

Como medida preventiva deve-se pintar periodicamente, com tintas anticorrosivas, as peças metálicas.



Defeitos da estrutura de aço

Causas principais

- umidade;
- gases industriais;
- halogenetos, como, por exemplo, cloreto de sódio (sal de cozinha).

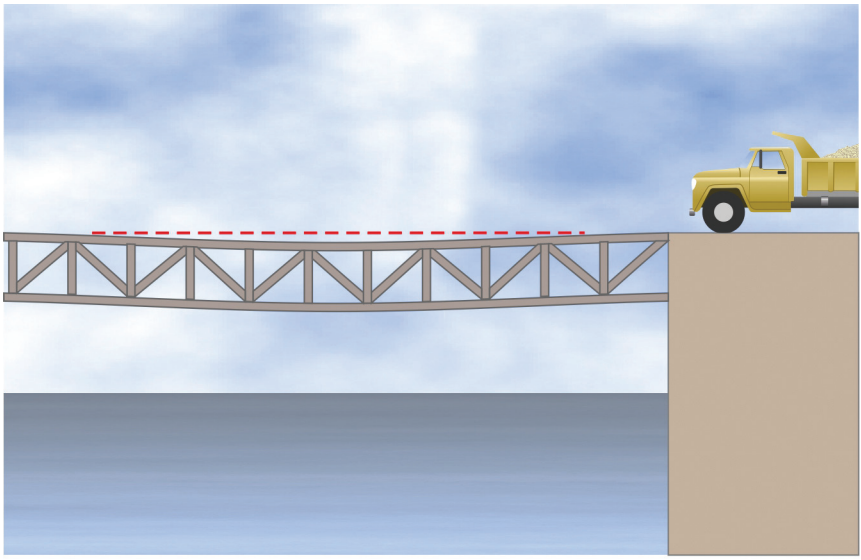
Reparações usuais

- limpeza cuidadosa das superfícies oxidadas e execução de pintura de proteção anticorrosiva, a qual deverá ser renovada periodicamente.

Deformações Causadas por Sobrecargas

As peças de aço sujeitas a tensões muito elevadas podem sofrer deformações permanentes, visíveis a olho nu.

As deformações permanentes constituem um aviso de incidência de cargas superiores àquelas para as quais a estrutura foi dimensionada.



Deformações causadas por sobrecargas nas estruturas de aço

Causa principal

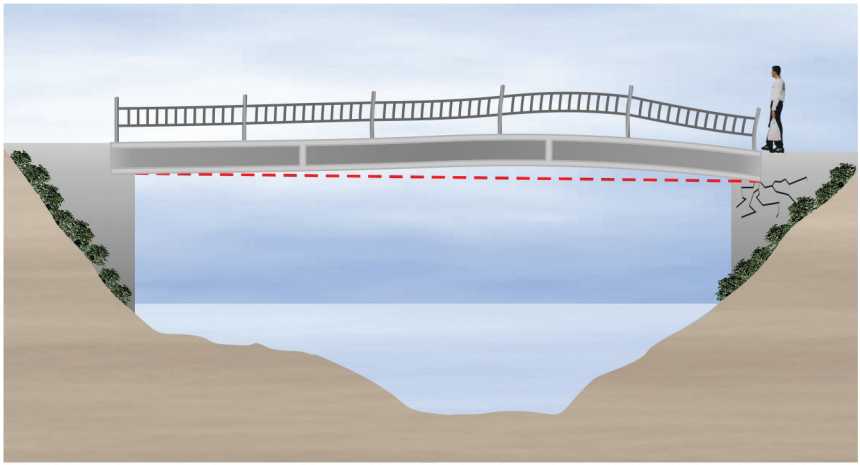
- cargas superiores às previstas no projeto.

Reparações usuais

- reforçar as peças;
- uma alternativa é a limitação das cargas.

Deformaçoes Devidas à Falta de Contraventamento

O contraventamento insuficiente da mesoestrutura possibilita deslocamentos transversais, de extrema gravidade, que podem conduzir ao colapso por instabilidade (flambagem).



Deformações devidas à falta de contraventamento

Causas principais

- deficiência de contraventamento e/ou;
- cargas superiores às consideradas no projeto.

Reparações usuais

- reforçar o contraventamento;
- uma solução alternativa, em alguns casos, poderá ser a limitação das cargas.

Deformações Causadas por Variações de Temperatura

As variações de temperatura causam alongamentos e encolhimentos das estruturas. Quando esses movimentos são impedidos, produzem-se elevadas tensões no material, podendo ser atingido o limite de escoamento, resultando assim em deformações permanentes.

Causa principal

- obstáculos à livre dilatação e retração das vigas.

Reparações usuais

- garantir o bom funcionamento dos aparelhos de apoio;
- deixar uma folga de dilatação entre os vigamentos e os encontros.

Fissuras Causadas por Concentração de Tensões e/ou Fadiga

As rupturas por fadiga são perigosas, uma vez que se produzem, sem o pré-aviso, deformações exageradas. As fissuras de fadiga podem propagar-se na viga, podendo chegar ao seu colapso.



Fissuras causadas por concentração de tensões ou fadiga

Causas principais

- cantos reentrantes, em ângulo agudo;
- mudanças bruscas na largura ou espessura de chapa;
- concentração de soldas ou uso de eletrodos inadequados;
- número excessivo de aplicações de cargas.

Reparação Usual

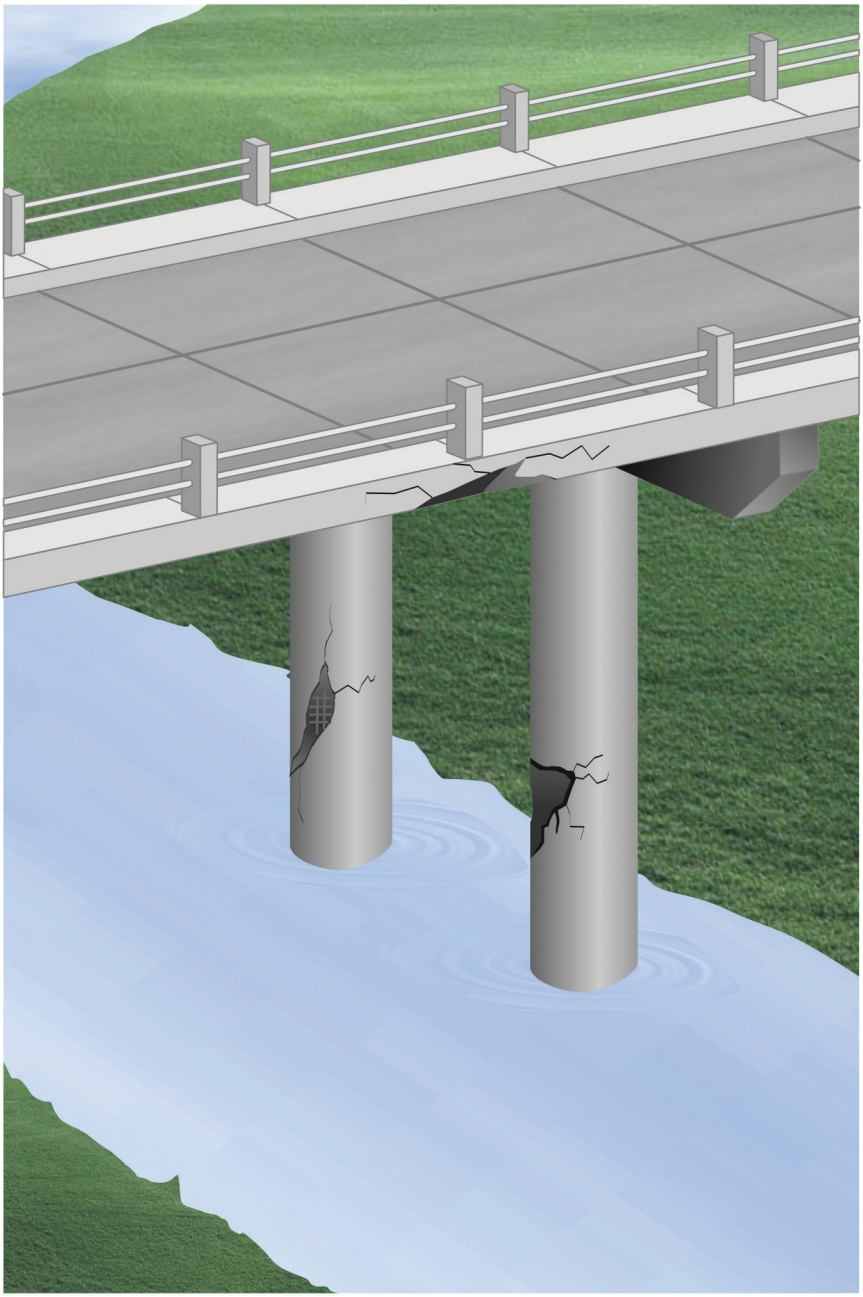
- substituição da peça afetada, fazendo as soldas corretamente, com materiais apropriados e soldadores capacitados.

ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Deterioração do Concreto

A deterioração do concreto não é uma ocorrência frequente nas estruturas.

Quando já se sabe previamente que o meio ambiente é agressivo pela presença de sulfatos, pode-se prevenir a deterioração utilizando cimentos que resistam ao ataque desses sais.



Deterioração do concreto

Causas principais

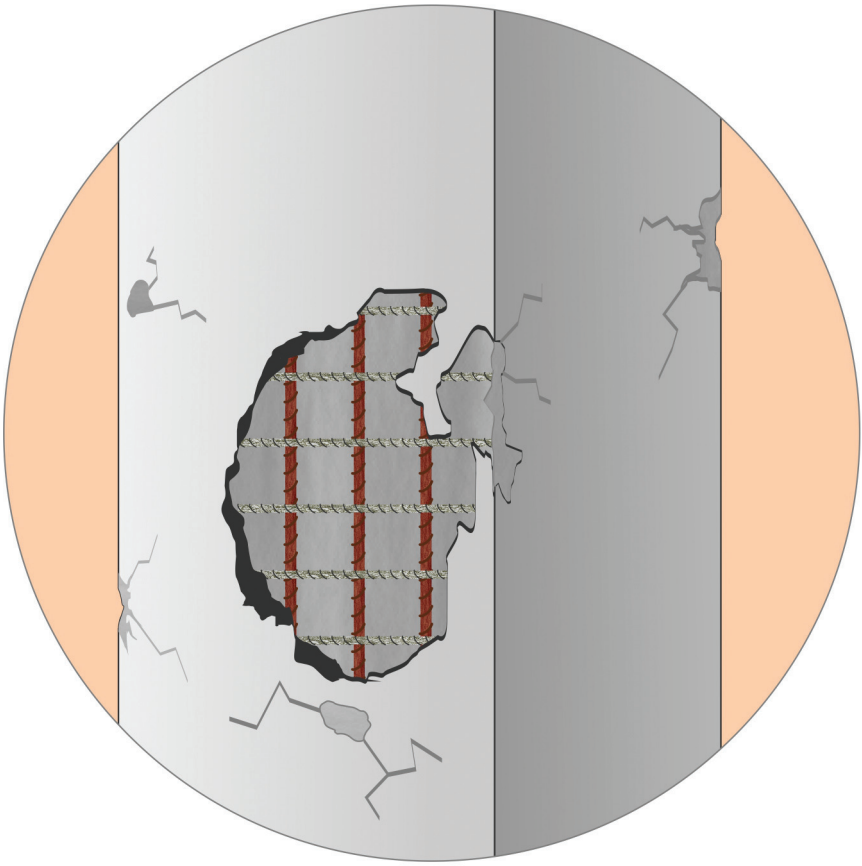
- ataque por águas sulfatadas (sulfatos de sódio, cálcio e magnésio);
- agregados reativos;
- percolação de água, através de vazios ou fissuras do concreto.

Reparações usuais

- injetar nas fissuras nata de cimento ou resina;
- impermeabilizar a superfície do concreto em contato com a água.

Corrosão das Armaduras

A corrosão das armaduras expostas ao intemperismo se dá muito rapidamente na presença de agentes agressivos. É o que ocorre, por exemplo, em regiões marítimas.



Corrosão das armaduras

Causa principal

- exposição das armaduras aos agentes corrosivos, seja pelo seu recobrimento insuficiente, ou pela ocorrência de fissuras no concreto.

Reparação usuais

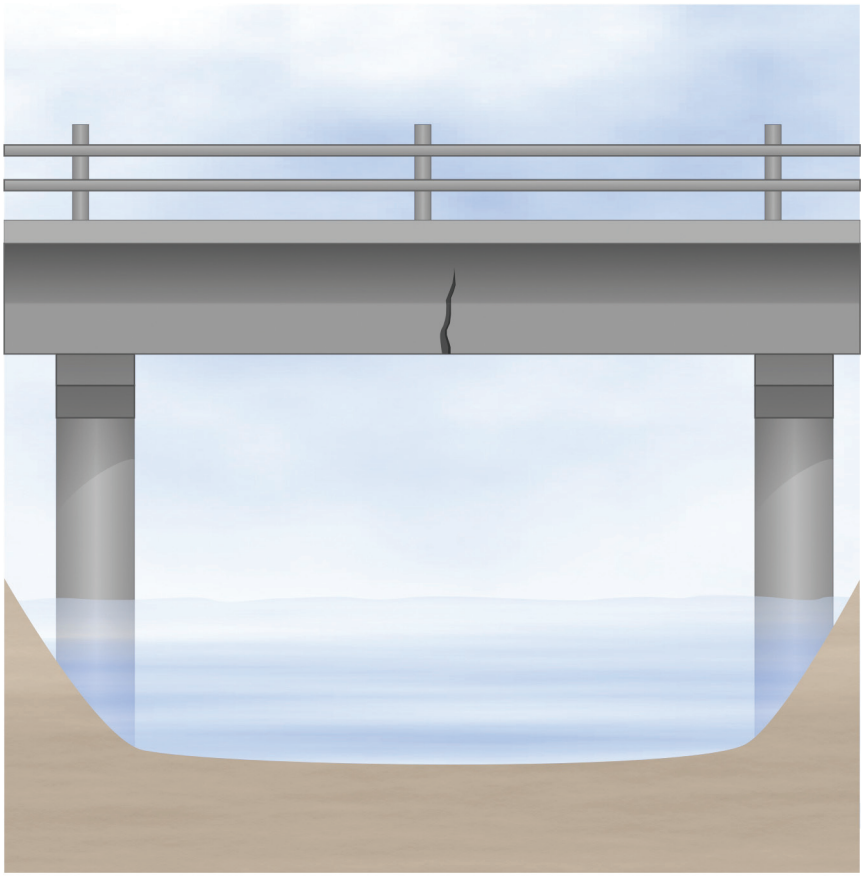
- recobrir a armadura exposta com nata de cimento, ou resina epóxi, dependendo do grau de corrosão.

Fissuras

O concreto armado, sob a ação das cargas apresenta, normalmente, pequenas fissuras nas zonas tracionadas, com aberturas de dimensões capilares.

A presença de fissuras maiores, bem visíveis, chamadas trincas, indica um excesso de carga ou um comportamento irregular da estrutura.

As trincas podem diminuir a rigidez da viga, permitir a entrada de ar e acelerar a oxidação das armaduras, além de causar aspecto desagradável de estrutura com defeitos e não confiável, principalmente ao leigo.



Fissuras nas zonas tracionadas

Causas principais

- retração excessiva do concreto, devido à cura deficiente;
- variação de temperatura, causando dilatações e retrações excessivas;
- má distribuição da armadura ou uso de armadura com características inadequadas quanto à aderência;
- passagem de cargas que excedem a carga que a O.A.E. suporta.

Reparação usual

- injeção com resina epóxi;
- restrição a passagem de cargas pesadas;
- colocação de obstáculos nos encontros, forçando os caminhões a passarem com velocidade reduzida.

Defeitos Causados pelo Fogo

O intenso calor do fogo provoca fissurações no concreto e o consequente aparecimento de escamas na superfície.

Se o fogo for de grande duração, as armaduras podem ser afetadas, sofrendo deformações plásticas.

Causa principal

- temperaturas excessivamente altas.

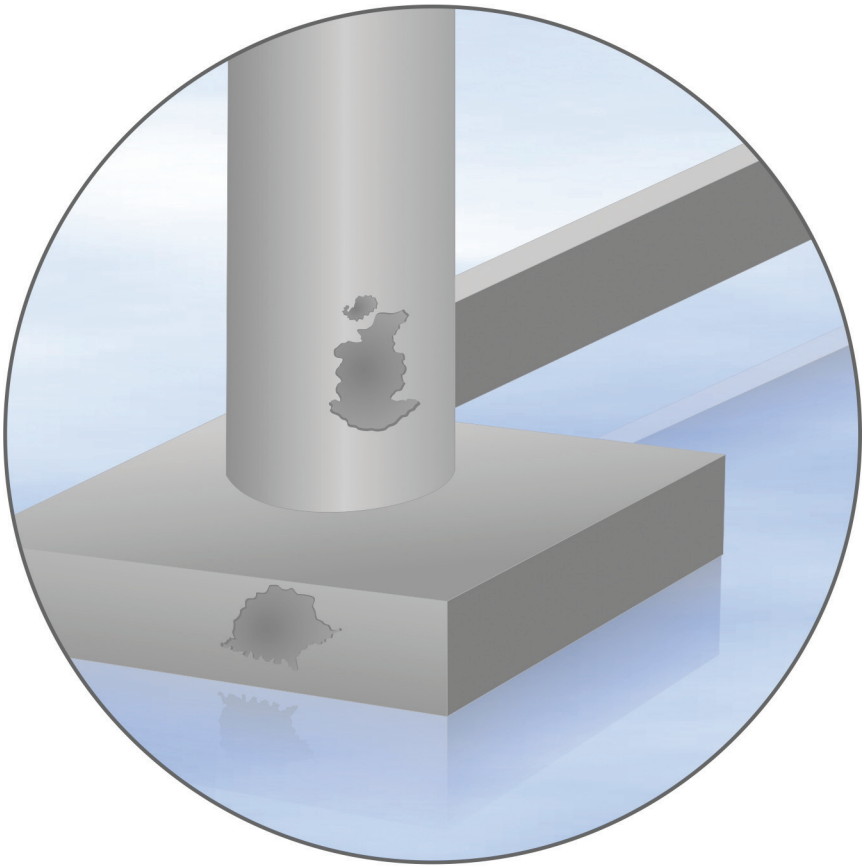
Reparação usual

- para reparar as fissuras, e desde que a armadura não tenha sido atingida, projeta-se nata de cimento.

Defeitos de Concretagem

As falhas de concretagem decorrem geralmente do mau lançamento ou da má compactação do concreto.

As falhas de concretagem podem deixar as armaduras expostas e sujeitas à corrosão.



Falhas de concretagem

Causas principais

- segregação do concreto, durante o transporte ou lançamento na forma;
- falta de espaço para penetração do concreto entre as armaduras;
- fuga da nata de cimento por aberturas na forma;

- deficiência de vibração.

Reparação usual

- recobrimento com argamassa de cimento e/ou com resina epóxi.

Defeitos por Impacto

A colisão de veículos sobre a estrutura pode provocar danos graves na mesma.



Defeitos causados por impacto

Causa principal

- colisão de veículos.

Reparação usual

- recomposição ou substituição do elemento danificado.

REPARAÇÕES

Os recursos a serem mobilizados para a reparação incluem:

- materiais;
- pessoal;
- equipamentos e ferramentas.

Materiais

- cimento (em sacos);
- agregados;
- madeiras de diversas bitolas;
- barras de aço de construção de diversos diâmetros;
- peças de aço ou de madeira destinadas à reposição;
- tintas antiferrugem (zarcão ou cromato de zinco);
- solventes para tintas;
- pedras para enrocamentos;
- produtos para a proteção da madeira, tais como óleo queimado creosoto, pentaclorofenol etc.

Pessoal

- encarregado de turma;
- motoristas;
- carpinteiros;
- pedreiros;
- armadores;
- trabalhadores.

Equipamentos e Ferramentas

- caminhão carroceria, equipado com guincho (guindauto);
- compressor de ar, com marteletes e rompedores;
- betoneira;
- bomba d'água;
- carrinhos de mão;
- pás;
- picaretas;
- ferramentas de pedreiro;
- ferramentas de carpinteiro;
- vassouras;
- pincéis;
- rolos para pintura;
- baldes;
- brochas;
- metro de madeira;
- fio de prumo;
- escovas metálicas;
- nível de bolha.



Equipamentos e ferramentas adequados para reparações

SINALIZAÇÃO NO LOCAL DOS SERVIÇOS

No dia da execução dos trabalhos de conservação, manutenção ou melhoramento, é necessário colocar no local dos serviços a sinalização regulamentar, de acordo com as normas de sinalização de obras do DER/SP, sem a qual nenhum serviço deve ser iniciado.

Valem as observações já feitas anteriormente, sobre esse mesmo assunto no capítulo de Conservação do Pavimento.

EXECUÇÃO DAS REPARAÇÕES

As reparações que consistem em simples substituição das peças afetadas não necessitam ser descritas ou comentadas com maiores detalhes.

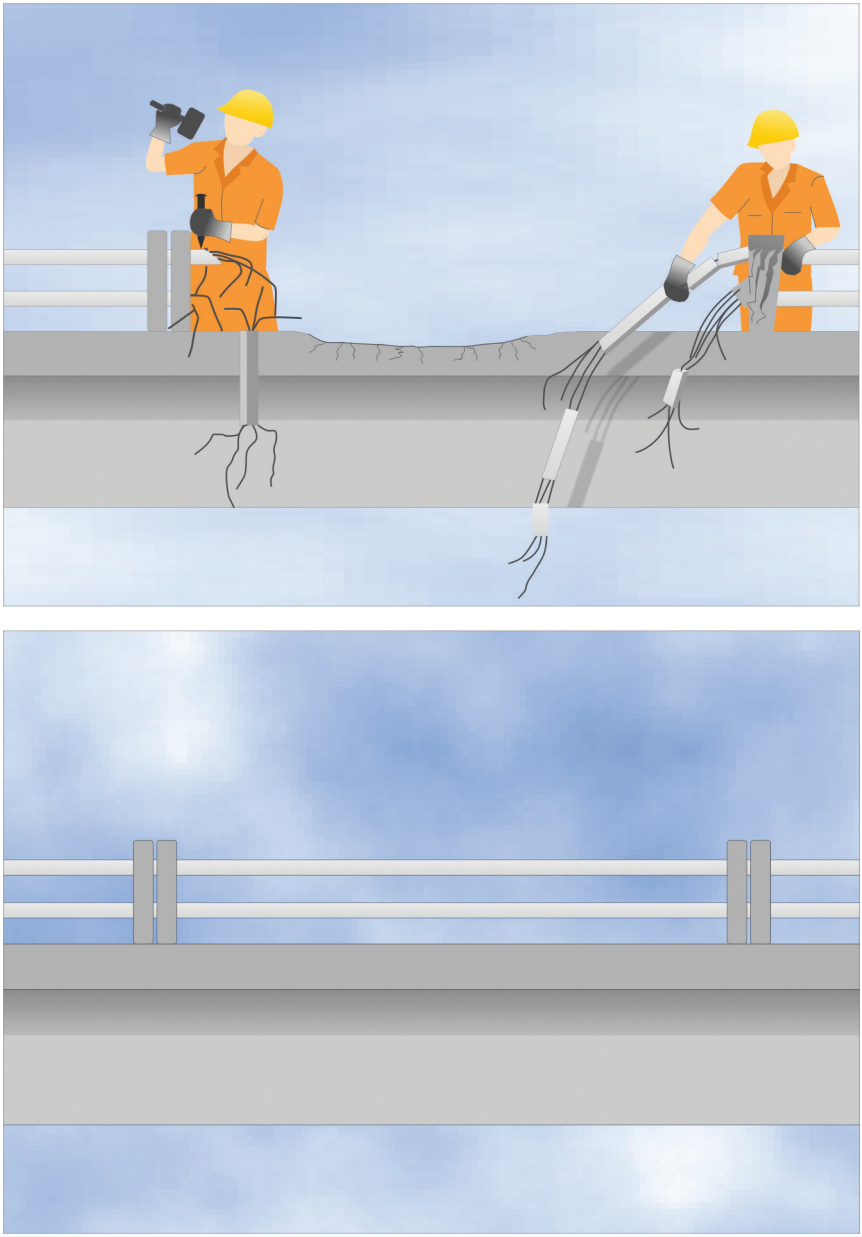
O simples bom senso e a experiência dos engenheiros e encarregados da conservação será suficiente para definir as atividades a serem desenvolvidas nesses casos.

Cabe, entretanto, observar que, quando se efetua a substituição de uma peça, devem ser tomadas medidas preventivas que assegurem a maior duração possível da nova peça.

Assim, o Manual abordará, a seguir, essas medidas preventivas e as reparações que possam depender de atividades mais complexas que a simples substituição da peça defeituosa.

No caso de substituição de peças são apenas descritas as medidas de conservação preventiva recomendadas.

Devem ser verificadas as normas vigentes para a seleção da melhor técnica para a execução do trabalhos. Apesar de diversa O.A.E.'s ainda possuirem guarda copo, atualmente, o DER/SP não utiliza este dispositivo de segurança, sendo utilizadas barreiras de concreto para esta função, por exemplo.



Etapa da substituição e execução das reparações

MEDIDAS PREVENTIVAS

Ao se substituir alguma peça de madeira deve-se sempre tomar as medidas preventivas que assegurem sua maior duração.

A proteção segura e completa da madeira pode ser realizada pela sua impregnação com líquido sob pressão (exemplo: uma mistura de óleo queimado e creosoto).

Quando esse tratamento não puder ser dado, fazer uma aplicação superficial. Este método, de efeito bem mais limitado, não pode ser considerado como satisfatório, particularmente se a madeira ficar em contato com o solo ou com muita umidade.

O tratamento superficial se faz em três etapas, como segue:

- aplicar a proteção (mistura de óleo queimado e creosoto) na madeira, com pincel;
- lançar o óleo sobre as fissuras ou depressões não atingidas pelo pincel, de maneira que todas as superfícies sejam protegidas. Nenhuma área deve ser deixada sem tratamento, porque nela os fungos poderão se instalar. Deixar secar;
- fazer uma segunda aplicação da mesma forma que a primeira. Deixar secar.

Quando a madeira sofrer danos no transporte, for furada para a colocação de parafusos ou serrada, aplicar o tratamento acima indicado nas superfícies descobertas, antes de colocá-la no lugar.

Ao se substituir alguma peça metálica, é também essencial que sejam adotadas as medidas preventivas contra a oxidação da mesma, com a pintura de toda a sua superfície.



Medidas de conservação preventiva recomendada

Medidas Relativas ao Ataque por Cupins

- retirar os cupinzeiros das vizinhanças da ponte, com o auxílio de picaretas e pás ou outras ferramentas convenientes;
- embeber o solo com produtos químicos eficazes no combate a insetos. Esta operação deve ser repetida quando necessário, para exterminar os cupins.

Os cupins são difíceis de serem exterminados totalmente. Uma vez que uma ponte ou parte dela é atacada, a maior parte das medidas de reparação serão provisórias. Somente a madeira tratada sob pressão pode resistir efetivamente ao ataque desses insetos.

Quando não houver disponibilidade de madeira tratada sob pressão, deve-se embeber o solo local com produto adequado e proceder à substituição da madeira atacada.

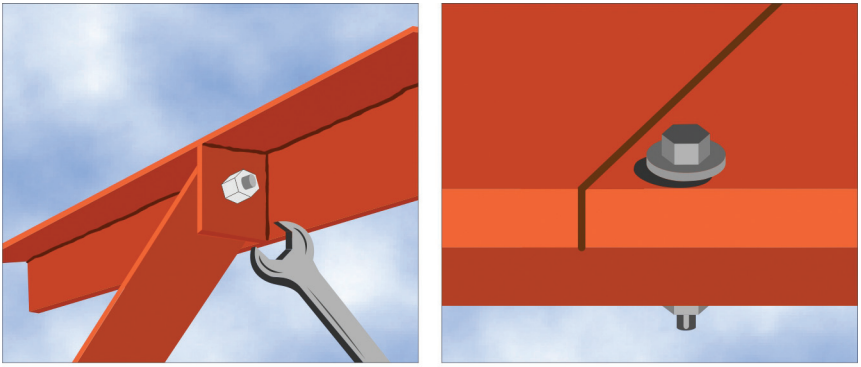
A madeira atacada retirada da ponte deve ser queimada.

Nas áreas em que há muitos cupins, as inspeções devem ser mais frequentes.

REPARAÇÃO DAS JUNTAS FROUXAS

As juntas geralmente são mantidas por pregos e parafusos. Sob a ação do tráfego elas podem se afrouxar, e devem ser verificadas (repregadas ou reapertadas) periodicamente.

Os pregos e parafusos partidos ou atacados por ferrugem devem ser substituídos.



Reparação de juntas frouxas

Juntas Parafusadas

As hastes dos parafusos devem estar bem ajustadas aos furos.

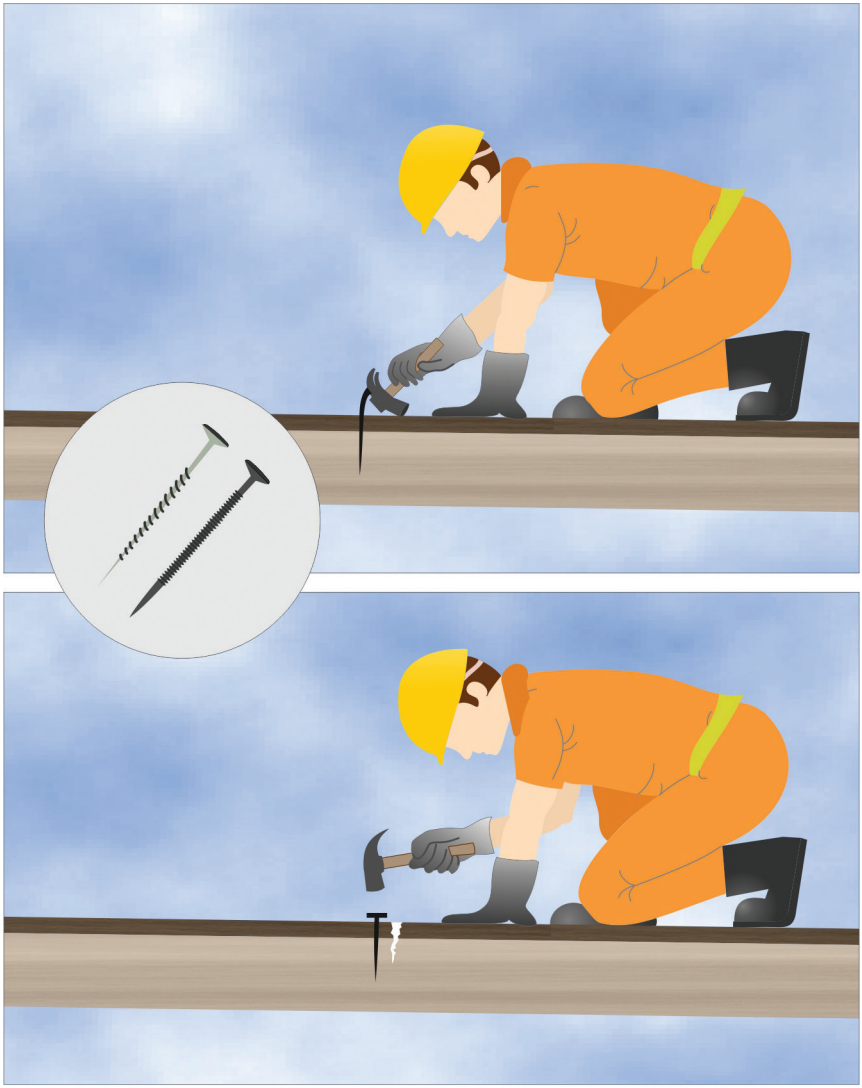
As arruelas devem ser suficientemente espessas e de diâmetro suficiente para não danificar a madeira quando do aperto da porca.

Juntas Pregadas

Os pregos geralmente se afrouxam no tabuleiro e podem ser arrancados pelos pneus. Deve-se, portanto, nas inspeções:

- examinar o movimento das pranchas sob a ação do tráfego;
- retirar todos os pregos frouxos;
- repregar em locais diferentes (evitar os velhos buracos). Utilizar pregos com o comprimento de cerca de 3 vezes a espessura da prancha;

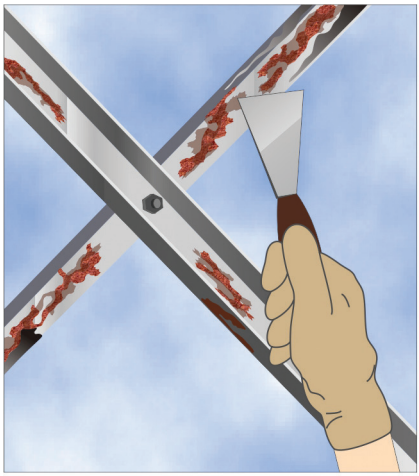
- furar a prancha caso ela tenha a tendência de rachar. O diâmetro do furo deve ser ligeiramente menor que o do prego.

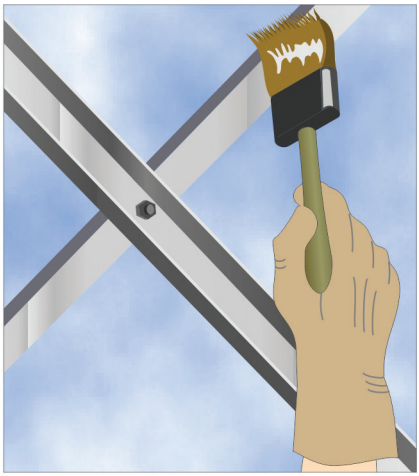


Retirada e troca de pregos frouxos

CORREÇÃO DE ÁREAS OXIDADAS

Os trabalhos de conservação de rotina, corretivos da oxidação, são geralmente limitados a pequenas intervenções e a retoques da pintura antioxidante, por exemplo, no guarda corpo e, ocasionalmente, nas vigas de aço.





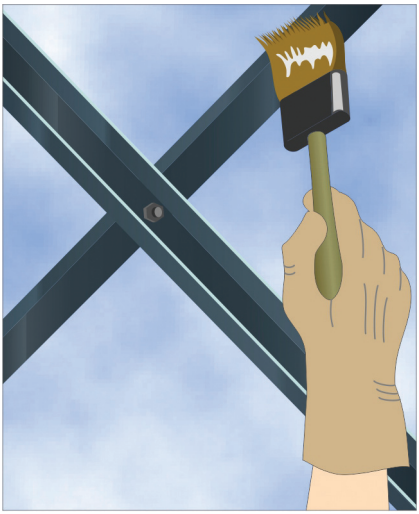
Etapas de correção de áreas oxidadas

O serviço deverá ser executado em quatro etapas:

- limpar toda superfície retirando a sujeira, o pó, as escamas de ferrugem e a pintura velha;
- aplicar a primeira demão de tinta antioxidante, uniformemente sobre toda a superfície comprometida. Deixar secar;
- aplicar a demão intermediária (base de óleo ou de resina sintética). Deixar secar;
- aplicar a demão final. Deixar secar.

A tinta da camada intermediária assim como a da camada final, deve ser de cor clara, para se obter melhor visibilidade e segurança.

Além da conservação de rotina, será necessário prever atividades de conservação periódica, preventivas, com a pintura geral de toda a superfície das peças. Essa medida é tomada geralmente com intervalos da ordem de cinco a dez anos.



Pintura antioxidante

CONSERVAÇÃO DE OUTRAS OBRAS

Sob a designação de "outras obras", agrupamos as cercas, porteiras, mata-burros, defensas, bem como as de proteção do corpo estradal e as dos serviços de utilidade pública situados na faixa de domínio.

A conservação da sinalização é objeto de um capítulo a parte em decorrência da sua destacada importância para a operação das vicinais.



Conservação de cercas, porteiras, mata-burros

CERCAS, PORTEIRAS, MATA-BURROS

Conforme já mencionado anteriormente, as cercas, porteiras e mata-burros, no caso de vicinais, quando necessários, são normalmente instalados pelos próprios proprietários das áreas adjacentes à estrada. Sua conservação, que, também, normalmente é feita pelos mesmos proprietários, consiste na substituição dos mourões e dos arames ou de quaisquer outros elementos que se encontram

danificados ou inutilizados. O órgão responsável pela manutenção e operação das vicinais deverá fiscalizar rigorosamente a conservação e manutenção destes elementos vedadores da faixa de domínio, evitando a entrada de animais que têm sido causadores de sérios acidentes com vítimas fatais, nas pistas das vicinais.

DEFENSAS

A conservação das defensas metálicas consiste na limpeza, pintura, reaperto dos parafusos fixadores e no reparo ou substituição das peças danificadas.

As barreiras de concreto necessitam de serviços localizados de limpeza, pintura e reparos.

PROTEÇÃO DO CORPO ESTRADAL

A proteção do corpo estradal, através do revestimento vegetal dos taludes, requer o replantio nas áreas em que a vegetação tenha morrido ou sido removida por erosões. Neste último caso, preenchem-se as erosões com material terroso coesivo bem apiloado e procede-se ao replantio.

SERVIÇOS DE UTILIDADE PÚBLICA

A responsabilidade pela conservação dos equipamentos dos serviços de utilidade pública é das companhias concessionárias dos mesmos.

Cabe aos encarregados da conservação das estradas comunicar aos seus superiores, ou diretamente à própria companhia concessionária, qualquer problema que demande providências da mesma.

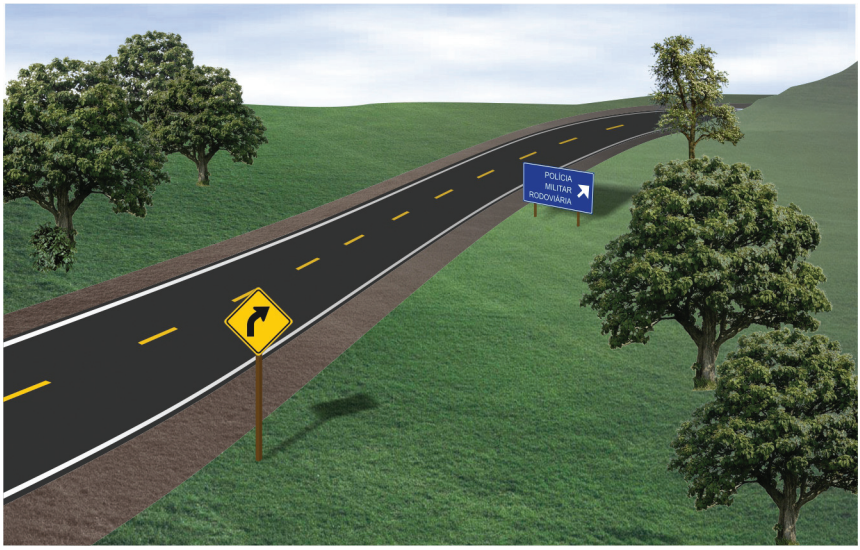
Mesmo nos casos em que a solução do problema pareça fácil, deve ser lembrado que as companhias possuem pessoal habilitado para essas atividades e têm melhor condição de desenvolvê-las adequadamente.

CONSERVAÇÃO DA SINALIZAÇÃO

Devem ser feitas inspeções frequentes e permanentes, relacionando as irregularidades constatadas.

A sinalização deve estar:

- em bom estado de conservação;
- visível e legível;
- colocada em lugar adequado.



Sinalização em bom estado e colocada em lugar adequado



Sinalização visível

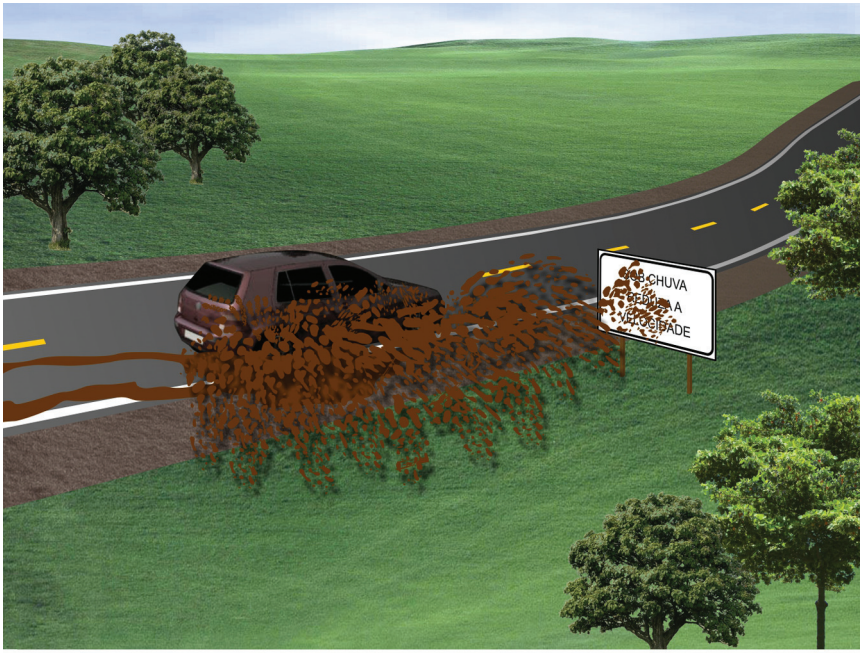
IRREGULARIDADES

Os defeitos na sinalização devem ser detectados e regularizados a tempo, pois a demora pode ocasionar acidentes.

Nas páginas seguintes, descrevemos os defeitos mais comuns, as suas consequências, as suas causas principais e as providencias usualmente empregadas.

Placas Sujas

Quando as placas estão sujas, suas mensagens tornam-se ilegíveis aos usuários e se reduz a refletividade noturna, podendo ocasionar assim, sérios acidentes. A sujeira favorece o aparecimento da ferrugem nas placas de aço.



Placa suja



Placa suja

Causas principais

- poeira;
- barro e sujeira projetado pelos veículos.

Reparações usuais

- limpeza e lavagem.

Pintura Deteriorada

As placas, balizas e marcos quilométricos com sua pintura deteriorada tornam a sinalização ineficaz, aumentando os riscos de acidentes.



Placa com pintura deteriorada

Causas principais

- intempéries;
- envelhecimento.

Reparação usual

- repintura;
- substituição.

Placas danificadas

Quando a placa é danificada, aumentam os riscos de acidentes, pela falta de informação ao usuário.



Sinalização danificada, aumenta o risco de acidentes

Causa principais

- vandalismo;
- acidentes;
- fogo.

Reparações usuais

- substituição da placa;
- reparação na oficina.

Poste de Madeira Quebrado

Causas principais

- acidentes;
- vandalismo;
- fogo.

Reparação usual

- colocar novo poste.

Placas e Balizadores Encobertos

Quando não é visível, a sinalização deixa de exercer sua função, aumentando os riscos de acidentes.



Placa encoberta

Causas principais

- vegetação alta.

Reparações usuais

- roçar, cortar e remover a vegetação.

Sinalização Horizontal Desgastada



Sinalização horizontal desgastada

Causas principais

- ação do tráfego;
- intempéries.

Reparação usual

- repintura da sinalização horizontal da pista.

Deve-se tomar especial cuidado principalmente no caso de linhas interrompidas, para repintar sobre a marcação antiga tão exatamente quanto possível.

REPARAÇÕES

MEIOS NECESSÁRIOS À EXECUÇÃO

Em geral, os recursos a serem mobilizados para as reparações incluem pessoal, equipamentos, ferramentas e material.

Pessoal

É normalmente organizado em turmas, formadas por:

- encarregado de turma;
- trabalhadores;
- motoristas;
- carpinteiros;
- pedreiros;
- pintores.

Equipamentos e Ferramentas

- caminhão carroceria, com laterais altas, bancos fixos com encosto e cobertura para transporte de pessoal, munido de pisca-pisca (giroflex);
- compressor de ar;
- chaves de fenda e de boca;
- martelos;
- baldes;
- escovas metálicas;
- jogos de pincéis;
- rolo para pintura;
- pás;



Pessoal, equipamento, ferramentas e materiais para reparações

- picaretas;
- serra;
- talhadeiras;
- escada;
- soquetes manuais;
- metro dobrável;
- formas para a sinalização horizontal;
- trena;
- cordas;
- foices;
- facões;
- escovas.

Materiais

- placas para reposição;
- postes para reposição;
- parafusos;
- porcas;
- tintas;
- solventes;
- cimento;
- areia;
- detergente;
- panos;
- fita adesiva;
- querosene;
- água;
- removedor de tinta;
- fosfatizante.

Sinalização de obra (cones, cavaletes, lâmpadas piscantes e outros necessários à perfeita sinalização de obra na pista).

Preparação dos Trabalhos

A preparação dos trabalhos deverá seguir a mesma sistemática indicada no capítulo referente à pavimentação, compreendendo:

- o exame da ordem de serviço;
- o reconhecimento do trecho;
- a disponibilidade dos recursos necessários.

Sinalização do Local dos Serviços

No dia da execução dos trabalhos, de início é necessário colocar no local a sinalização regulamentar de acordo com o manual de sinalização de obras do DER/SP, sem a qual nenhum serviço deve ser iniciado.

Valem as observações já feitas anteriormente sobre esse mesmo assunto no capítulo de Conservação do Pavimento.

EXECUÇÃO DAS REPARAÇÕES

Sinalização Vertical

Limpeza

Este serviço se executa sobre as placas balizadores, delineadores e marcos quilométricos a fim de preservar sua eficácia. Deve ser executado ao menos duas vezes por ano ou com mais frequência se as condições locais requererem. A execução é feita em duas etapas:

- lavar a superfície com água e detergente, com o auxílio de um pano. Tomar cuidado para não riscar e danificar as superfícies refletorizadas;
- após a lavagem, retirar todos os restos de detergente com um pano, ou uma escova macia e enxaguar;

- quando as placas estiverem sujas com detritos de asfalto ou óleo, utilizar o solvente para a limpeza e a seguir enxaguar.

Repintura

A equipe de conservação deverá repintar:

- os postes das placas.

Numa superfície refletiva, jamais deve ser colocada tinta comum, isto fará com que perca a refletividade.

- as superfícies a pintar devem ficar livres de toda a ferrugem e sujeira;
- não pintar superfícies úmidas ou durante chuvas;
- as tintas devem ser cuidadosamente homogeneizadas. Quando houver a necessidade de diluentes, seguir cuidadosamente as instruções do fabricante.

– Repintura sobre aço

O serviço se faz em quatro fases:

- limpar a superfície a repintar, com água e pano. Se a pintura estiver descascando, utilizar solvente para retirar todos os restos de tinta. Deixar secar completamente;
- quando a superfície estiver seca, aplicar uma demão uniforme de fundo. Deixar secar;
- aplicar duas demãos de acabamento;
- aplicar a película refletiva, quando for o caso.

– Repintura sobre madeira

O serviço se faz em duas fases:

- limpar toda a superfície a ser pintada, retirar todos os restos de tinta. Deixar secar;
- aplicar duas demãos de tinta.

Recolocação de placas

O serviço se faz em quatro fases:

- retirar a placa e o poste;
- fazer no solo um furo com diâmetro de 15 cm;
- montar a placa de substituição sobre o novo poste, e apertar todos os parafusos;
- colocar o poste no furo, observando o prumo e a orientação, reencher com solo e compactar.



Fases da recolocação de placas

Pequenas reparações no local

- corrigir as placas mal orientadas ou inclinadas. Verificar a verticalidade e a orientação. Compactar a terra ao redor dos postes;
- recolocar os parafusos e porcas faltantes;
- substituir os suportes de madeira deteriorados:
  - retirar o suporte deteriorado ou danificado;
  - retirar a terra do buraco da fundação;
  - substituir o suporte de madeira tratada por suporte ecológico (plástico reciclado), e fixar a placa;
  - reencher a fundação e compactar com soquete.
- para se obter uma boa estabilidade, o poste deverá ser enterrado cerca de um terço do seu comprimento.

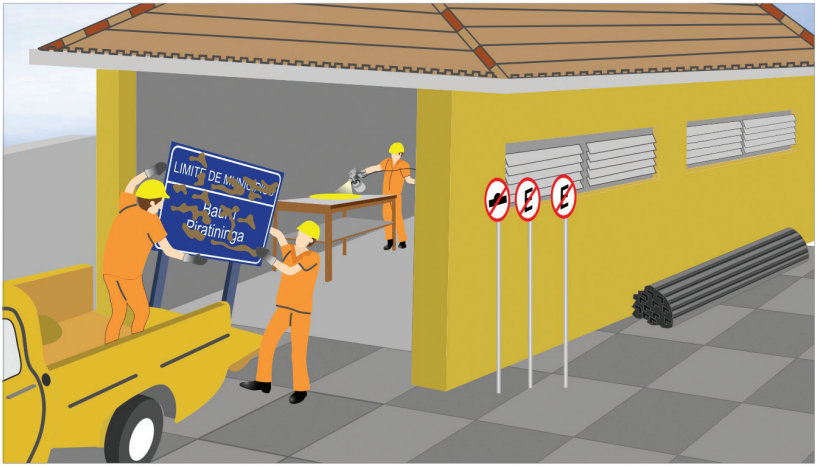
Reparações em oficina

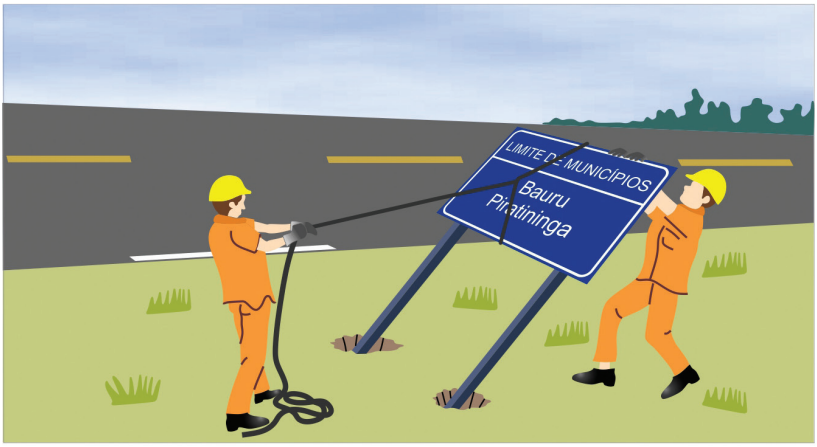
Sempre que houver dificuldade para a execução dos serviços no local, as placas devem ser reparadas na oficina.

Para isso, deverão ser efetuadas as seguintes operações:

- retirar a placa do suporte, guardando cuidadosamente os parafusos e porcas; transportá-la à oficina;
- proceder às reparações necessárias, na oficina;
- logo que a placa estiver recuperada, transportá-la ao canteiro e colocá-la no seu lugar. Assegurar-se de que todos os parafusos e porcas sejam recolocados e bem apertados.







Reparação das placas na oficina

Recolocação de marco quilométrico

O serviço se faz em quatro fases:

- cavar a fundação no local marcado pelo topógrafo, numa profundidade suficiente para dar estabilidade ao marco e numa largura adequada ao uso dos soquetes na compactação;
- aplainar o fundo e compactar com soquete, na profundidade correta para que o marco quilométrico fique com a altura padronizada;
- centrar o marco no buraco, verificar o prumo e a orientação;
- aterrar em volta do marco, em camadas de no máximo 10,0 cm, e compactar com soquete.



Fases da recolocação de marco quilométrico

Sinalização Horizontal

Pintura das faixas na pista

Geralmente este serviço consiste na repintura das faixas, de modo a restabelecer o aspecto original. O serviço se faz em duas fases:

- limpar as marcas onde necessário, utilizando um compressor de ar. Nenhuma sujeira ou poeira deverá ficar sobre a superfície a pintar;
- sobre a superfície seca, aplicar uma camada fina de tinta após tê-la misturado bem e ajustado a forma aos limites da pintura inicial. Uma camada espessa corre o risco de se alterar na secagem. Só pintar dentro dos limites do gabarito.

O tempo de secagem, necessário para que a tinta não seja retirada pelo trânsito, é normalmente de 10 a 15 minutos, segundo o tipo de tinta e as condições atmosféricas.

Não retirar os cones, nem deixar trafegar veículos sobre as faixas antes que a tinta esteja totalmente seca.

CONSERVAÇÃO DE ESTRADAS VICINAIS

Grande parte da rede municipal resulta da evolução de "trilhas" e de caminhos precários, aos quais a própria atividade de conservação, através de alargamentos e de pequenas retificações, foi conferindo as características atuais do traçado.

Essas estradas se localizam frequentemente nos espigões, "encaixadas" no terreno natural com cotas vermelhas muito pequenas.

Do ponto de vista da conservação, os segmentos críticos são aqueles que correspondem às travessias de talvegues, nos quais as rampas de descida e subida são íngremes. Esses trechos requerem frequentemente um revestimento material granular, para permitir o tráfego nos períodos chuvosos.

Entretanto, algumas vezes a Prefeitura introduz melhorias em perfil ou em planta em certos trechos. Nesses casos, devem-se considerar os seguintes aspectos:

- existe consenso de que as estradas de melhor desempenho são aquelas situadas nas áreas bem drenadas, sobre solos granulares, com fração "fina" suficiente para lhes conferir alguma coesão;
- é recomendável adotar greides elevados, com a preocupação de assegurar uma boa drenagem.

Onde o greide se apresenta enterrado, sempre que possível deve-se procurar melhorá-lo. Uma prática comum para isso é elevá-lo, executando empréstimos laterais "rasos". Esses empréstimos além de fornecerem material para elevar o greide, já conferirão à plataforma uma boa condição de drenagem.

Numa estrada de terra, a capacidade de carrear pelo tráfego depende essencialmente do solo existente e das condições de umi-



Estradas vicinais



Estradas vicinais

dade que apresente. Essas razões explicam porque o desempenho das estradas não pavimentadas é muito melhor nos países tropicais, como o Brasil, onde se encontram com frequência solos lateríticos.

De fato, não só o suporte desses solos é muito menos afetado pela saturação, como esta é de ocorrência muito menos frequente, dada à permeabilidade relativamente alta desses solos.

Levando em conta que os solos lateríticos normalmente são mais próximos à superfície, é importante evitar os cortes profundos, que normalmente atingem solos de qualidade inferior.

Devido à insuficiência de recursos, a conservação de estradas municipais não pavimentadas geralmente é limitada às práticas emergenciais, correspondentes à recomposição do corpo estradal (remoção de barreiras, reconstrução de aterros) e à conservação corretiva de rotina (reconformação da plataforma não pavimentada, limpeza de valetas e sarjetas, recomposição de dispositivos de drenagem).

Serviços de manutenção preventiva periódica, bem como melhoramentos (tais como recomposição do revestimento primário, melhorias de traçado, execução de obras de drenagem e de proteção à erosão etc.) só excepcionalmente são realizadas.

As práticas relacionadas com a manutenção das estradas vicinais apresentam grandes variações, mas o que se constata é que, para as estradas não pavimentadas, predomina a atividade de reconformação das pistas, em geral feita pela sua "patrolagem". Geralmente estes serviços são executados após a incidência de chuvas, quando a umidade do solo propicia coesão suficiente (salvo nos solos muito arenosos) para que a compactação resultante da passagem da motoniveladora seja satisfatória.

Nessa operação, normalmente se remaneja o material das áreas laterais para dentro da pista, simultaneamente desobstruindo as valetas e restaurando o "coroamento" da pista, ou seja, uma seção



Estrada que necessita de conservação



Conservação das estradas vicinais

transversal com inclinações suficientes para evitar o acúmulo de água na pista de rolamento.

Com exceção de alguns poucos municípios brasileiros, a administração da manutenção das rodovias vicinais está a cargo de encarregados que se valem da experiência adquirida ao longo dos anos para a seleção dos procedimentos e materiais a utilizar.

Não há, em geral, critérios objetivos definidos por escrito, na maior parte das vezes as decisões e intervenções cabem aos encarregados ou aos chefes de turmas de conservação.

À medida que o tráfego aumenta, essas estradas em geral passam a receber melhorias, ficando com a seção transversal e o traçado melhor definidos.

Passam também a receber uma conservação melhor, que além da regularização da plataforma inclui providências para combater a erosão, normalmente através de dispositivos simples de proteção e de atividades de recomposição das áreas afetadas.

Entre as melhorias introduzidas, cabe destacar a execução do "revestimento primário", que consiste em colocar sobre o leito natural da estrada uma camada de material granular, com características menos sensíveis à variação da umidade.

Em geral adota-se para o revestimento primário espessura da ordem de 10 a 20 cm.

Entretanto, a partir de certo volume de tráfego, que pode ser estimado como da ordem de 400 veículos por dia, torna-se mais vantajoso, economicamente, pavimentar a estrada do que mantê-la em terra.

Essa vantagem decorre principalmente da sensível diminuição dos custos de operação dos veículos e manutenção do corpo estradal.

As práticas de conservação das estradas não pavimentadas são objeto de algumas publicações, tais como:

O "Manual Técnico de Conservação" editado em 1967 pelo

DNER, estabelece que, "basicamente, a conservação de uma estrada de terra consiste em:

- manutenção de uma superfície de rolamento suave, firme e livre de material solto em excesso;
- manutenção de abaulamento adequado, a fim de garantir o escoamento das águas superficiais;
- quando possível, a aplicação de um tratamento contra pó, para diminuir a perda de material superficial e mitigar o incômodo do pó".

Relaciona como "principais defeitos que podem ocorrer numa estrada de terra" as corrugações rítmicas, as panelas ou buracos, a perda do abaulamento e o entupimento das valetas de drenagem dos cortes.

Faz diversos comentários sobre esses defeitos e suas causas prováveis e passa a seguir a descrever as "operações básicas de conservação" das estradas não pavimentadas, referindo-se à reconformação da pista de rolamento, recomposição da pista e conserto de panelas, reparos de áreas fracas e instáveis.

Com relação às corrugações adota com algum sucesso o seguinte procedimento:

- o emprego de bases granulares com materiais especificamente graduados para esse fim;
- a estabilização com cimento ou cal (solo melhorado);
- o emprego dos asfaltos diluídos.

Publicações de interesse para as Prefeituras Municipais são as: "Estradas Vicinais de Terra - Manual Técnico para Conservação e Recuperação", publicado em 1985 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, e o "Manual de Perenização de Estradas Rurais", preparado e editado pelo DERSA, em 1986.

O Manual do IPT apresenta, de maneira clara e acessível, noções básicas sobre os materiais naturais de construção, as características técnicas essenciais das estradas de terra, os procedimentos para a melhoria das condições de rolamento (englobados sob a denominação de tratamento primário) e finalmente comenta os problemas mais comuns, suas causas e soluções. Ao final, apresenta critérios e considerações sobre a utilização preferencial de maquinário ou de trabalho manual nas atividades de conservação.

Entre as orientações contidas no referido Manual destacam-se as duas regras básicas referentes a estradas não pavimentadas, que pela sua importância são transcritas a seguir:

- o leito das estradas de terra deve se manter o máximo possível próximo à superfície do terreno;
- um bom sistema de drenagem é essencial para a estrada de terra. Sem uma eficiente drenagem, por melhores que sejam as condições técnicas da pista, mais cedo ou mais tarde, sua deterioração será total.

O Manual do DERSA, em linguagem igualmente clara, enfatiza a necessidade de garantir condições de tráfego, nas estradas em leito natural, durante todo o ano.

Recomenda a perenização das mesmas, através da eliminação dos seus pontos críticos por meio de obras simples e de baixo custo, que são detalhadas no próprio Manual.

Aborda os aspectos de diagnóstico dos problemas das estradas rurais, conceitos técnicos e projetos, e trata com detalhes os serviços a serem executados, relativamente às obras de terra, de drenagem, pontes de concreto e obras complementares.

Levando em conta a existência, a qualidade e a disponibilidade das publicações "Estradas Vicinais de Terra - Manual Técnico para

Conservação e Recuperação", do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e "Manual de Perenização das Estradas Rurais", do DERSA, julgou-se dispensável aprofundar o assunto neste trabalho.

É de todo interesse que as Prefeituras Municipais disponham dos referidos Manuais que são fornecidos gratuitamente pelo DERSA e pelo IPT, desde que solicitados oficialmente pela Administração do Município.

Para o Projeto de Microbacias do BIRD do Estado de Santa Catarina, foi desenvolvido e editado em 2003 pela Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural e pelo Departamento Estradas de Rodagem (DER/SC) o manual "ESTRADAS RURAIS – Técnicas Adequadas de Manutenção" que também apresenta informações para que as Prefeituras efetuem a conservação de vicinais não pavimentadas.

No mesmo padrão, as Prefeituras poderão obter subsídios para conservação de estradas vicinais não pavimentadas, no manual "Adequação de Estradas Rurais" do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas – PEMH, elaborado e editado em 2003 pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo.

MEIO AMBIENTE E CONSERVAÇÃO DE VICINAIS

A conservação consiste na manutenção da infraestrutura implantada com o intuito de obter uma maior longevidade da estrada e a segurança e o conforto dos usuários.

As questões ambientais têm papel fundamental na conservação de uma rodovia. Neste capítulo, apesar de ser um Manual de vicinais, julgou-se oportuno englobar conceitos atuais de conservação do meio ambiente aplicáveis desde vicinais até troncos rodoviários. O motivo desta abrangência prende-se à relevância e preocupação atual com o meio ambiente. Muitas das ilustrações referem-se a soluções de rodovias troncos com taludes de grande porte e erosões na faixa marginal.

O diagnóstico prévio de situações que podem vir a interferir com a integridade de uma estrada podem garantir por longa data o seu funcionamento de forma satisfatória, de forma que esta provoque menos impactos ambientais.

Assim como no planejamento, a conservação de uma rodovia inicia-se pela realização de um diagnóstico periódico e frequente (monitoramento) das condições de infraestrutura e ambientais da sua plataforma, faixa de domínio e dos seus arredores.

É importante que as situações identificadas pelo diagnóstico como potencialmente deflagradoras de danos à vicinal, à sua infraestrutura e aos seus arredores recebam manutenção e sejam corrigidas para prevenir e/ou minimizar a ocorrência de impactos ambientais significativos.

MONITORAMENTO AMBIENTAL

O monitoramento ambiental pode ser considerado como o con-

junto de serviços de acompanhamento da conservação preventiva e de rotina de uma vicinal, com o objetivo de verificar o cumprimento dos requisitos ambientais definidos na legislação ambiental, nas especificações de serviços do órgão rodoviário, no resultado da interpretação de imagens aéreas e das inspeções de campo de detalhe.

Deve ser observado pelo monitoramento ambiental se os Serviços Ambientais ao redor da estrada estão desempenhando o seu papel de maneira satisfatória. A análise ambiental em relação à estabilidade dos terrenos, drenagem, córregos, vegetação, fauna e ambiente social tem como objetivo verificar o equilíbrio destes indicadores ambientais em função da presença da rodovia.

A realização do monitoramento ambiental de um trecho de uma vicinal deve ser precedida de planejamento para reconhecimento dos terrenos, suas principais fragilidades e dos Serviços Ambientais existentes. Neste momento, deverão ser consultados produtos cartográficos, tais como: Carta Geotécnica, Carta de Capacidade de Uso da Terra, Mapa Geológico, Mapa Geomorfológico, Mapa de vegetação, Mapa de uso do solo etc. Também dados relativos à população que utiliza a estrada devem ser considerados, tais como: características socioeconômicas da região, perfil do usuário, destino, VDM, tipo de veículo etc.

O monitoramento preventivo deve ser realizado de duas formas,

Sistemas de monitoramento de uma vicinal

Monitoramento	Função	Periodicidade	Método
Imagem aérea	Identificar alterações oriundas da deflagração de processos do meio físico (erosão, escorregamento e assoreamento), alterações na vegetação (supressão) e alterações no uso e ocupação.	Entre 2 e 4 anos de intervalo.	Fotografias aéreas, verticais ou oblíquas. Imagens de satélite, imagens de radar etc. Escalas entre 1:2.000 e 1:30.000.
Inspeção de campo	Reconhecer aspectos adversos ou anomalias, muitas vezes de ocorrência repentina, que possam colocar em perigo a rodovia, seus usuários ou os habitantes dos seus arredores e, ainda, o meio ambiente.	Bimestral nas estações secas do ano. Nas estações chuvosas, quinzenal ou após os eventospluviométricos mais intensos.	Planilhas de campo, conforme proposto pela ETDES00/002 - Supervisão Ambiental de Empreendimentos Rodoviários do DER/SP.

por imagem aérea (imagem de satélite, fotografias aéreas etc.) e por inspeções de campo.

As imagens aéreas obtidas em intervalos de 2 ou 4 anos de diferença ajudam a identificar alterações oriundas da deflagração de processos do meio físico (erosão, escorregamento e assoreamento), alterações na vegetação (supressão) e alterações no uso e ocupação, nas proximidades da rodovia. Servem como base para as inspeções ambientais de campo, pois identificam os locais mais sensíveis e que apresentam ou podem vir a apresentar problemas.

As inspeções têm o objetivo de observar as condições da vicinal como um todo e em locais específicos. As inspeções devem seguir a proposição da ET-DE-S00/002 - Supervisão Ambiental de Empreendimentos Rodoviários, do DER/SP, utilizando-se do método e planilhas disponibilizadas. Estas inspeções objetivam verificar as situações identificadas pelo monitoramento com as imagens aéreas e analisar as condições de:

- estruturas de drenagem;
- cursos d'água;
- taludes de corte e aterro;
- vegetação;
- uso e ocupação do solo.

Dados referentes à fauna não são observados durante o monitoramento ambiental. Esses somente poderão ser mensurados por meio da coleta de dados de atropelamento de fauna ou por meio de campanhas de monitoramento específicas.

As inspeções devem ser realizadas por meio de observações de campo com o objetivo de reconhecimento de algum aspecto adverso ou de alguma anomalia, muitas vezes de ocorrência

repentina, que possa colocar em perigo a rodovia, seus usuários ou os habitantes dos seus arredores e, ainda, o meio ambiente.

As observações coletadas durante o monitoramento ambiental devem ser formalmente registradas e arquivadas em um banco de dados, sendo sua utilização fundamental para o acompanhamento da evolução da recuperação de cada local e para a análise das condições ambientais e de segurança da vicinal.

Para a eliminação da anormalidade constatada devem ser imediatamente implantadas ações e medidas corretivas, sempre com a elaboração de documento técnico, no qual devem estar detalhadamente descritas as atividades colocadas em prática para sanar o problema, conforme as especificações técnicas do DER/SP.

O monitoramento ambiental pode identificar algumas situações em que a estrada tenha sofrido algum dano que ocasione a sua interrupção. Estas situações necessitam da conservação de emergência, cujas ações visam restaurar a segurança e trafegabilidade do trecho.

RECUPERAÇÃO

Os locais que se encontram degradados em razão da interferência da estrada devem ser recuperados para o restabelecimento do equilíbrio evitando que o impacto ambiental possa ser potencializado. Ainda, em áreas com potencialidade de ocorrência de impacto ambiental, as intervenções devem ser realizadas preventivamente para evitá-lo.

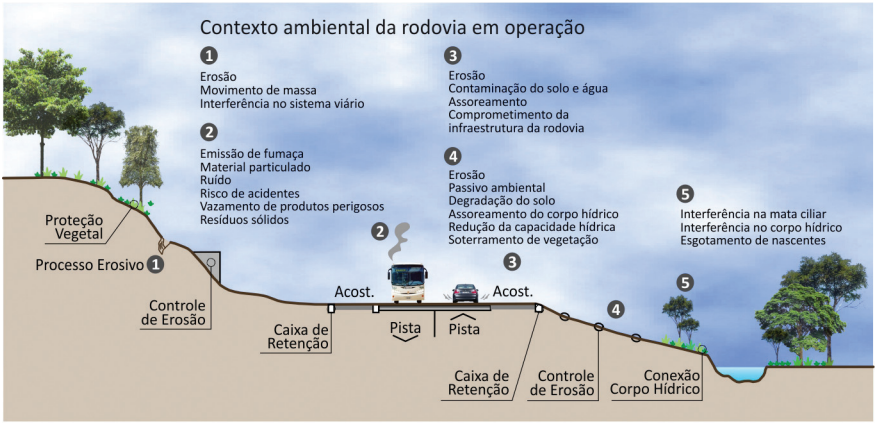
A análise detalhada e pontual das áreas de uma vicinal, que se encontram degradadas ou que podem vir a gerar algum impacto ambiental, é de fundamental importância para a proposição de soluções e, consequentemente, para a recuperação das mesmas.

A seguir são apresentados exemplos gerais de degradação ambiental que podem ocorrer em uma estrada ou rodovia vicinal e

também são apresentadas medidas genéricas e sugestões para os métodos de recuperação a serem adotados.

Exemplos de degradação ambiental ocorrentes em uma estrada ou rodovia vicinal

Meio	Degradação	Medida de recuperação	Método
Físico	Erosão	Estabilização	Controle do fluxo superficial de água (enxurrada) e recuperação do local por meio de aterramento e proteção superficial.
	Escorregamento	Estabilização	Controle do fluxo superficial e subterrâneo de água e estabilização, podendo utilizar-se de diferentes métodos e proteção superficial.
	Assoreamento	Desassoreamento	Retirada do material por meio mecânico (retroescavadeira ou dragagem) ou manual.
	Poeira	Umectação do terreno	Em estradas de terra, nas proximidades de moradias e meios urbanos, promover a umectação do terreno, por meio de caminhões-pipa.
	Resíduos na faixa de domínio	Limpeza	Conservação da rodovia por meio de coleta de lixo periódica.
	Contaminação do solo e/ou das águas subterrâneas	Diagnóstico de detalhe	Ligar imediatamente para a CETESB 0800 113560. Remediação do local contaminado conforme previsto no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001).
	Ruído	Barreiras	Implantação de barreiras acústicas vegetais e/ou físicas.
	Ocorrência de enchentes	Melhoria no sistema de drenagem	Análise e redimensionamento do sistema de drenagem.
Biótico	Supressão indevida de vegetação	Recomposição, Legalização, Compensação Ambiental	Comunicação formal ao órgão ambiental. Replantio.
	Atropelamento de fauna	Monitoramento	Passagens especiais para fauna.
Socioeconômico	Incêndio na faixa de domínio	Combater	Comunicação com os Bombeiros isolar o foco de incêndio, Construção de aceiros.
	Invasão da faixa de domínio	Reassentamento da população	Trabalho de comunicação e de assistência social para o reassentamento da população.
	Riscos de acidentes	Adequação da sinalização e traçado	Identificar as principais causas e implementar as medidas de segurança, principalmente relacionadas à sinalização e traçado da via.
	Ausência de dispositivos de segurança pública	Adequação da sinalização e infraestrutura	Identificar as principais causas e implementar as medidas de segurança, principalmente relacionadas à iluminação e sinalização.



Possíveis interferências ambientais ocasionadas por uma rodovia em operação

Recuperação de Erosão

A recuperação das áreas que apresentam algum tipo de degradação, principalmente aquelas relacionadas aos processos do meio físico (erosão e escorregamento) necessita geralmente de uma ação emergencial e rápida para evitar a evolução do processo e, consequentemente, o agravamento da degradação do local. Os cuidados com a recuperação em áreas de drenagens naturais próximas a corpos hídricos devem ser intensificados, visto que o carreamento de sedimentos pode afetar diretamente rios, nascentes, lagos e outros, por meio de assoreamento destes recursos.

Nas rodovias, a erosão é causada pela enxurrada proveniente de tempestades curtas e intensas, que são mais comuns na época do verão no estado de São Paulo. Geralmente, formam-se erosões lineares como sulcos, ravinas ou voçorocas. As erosões são causadas por características naturais, tais como:

- erosividade:
  - características climáticas;
  - características da chuva.

- erodibilidade:
  - tipo de solo;
  - relevo;
  - declividade do terreno;
  - capacidade que o solo tem em absorver a água da chuva;
  - resistência que exerce o solo à ação erosiva da água por suas características físicas e químicas;
  - natureza e densidade de vegetação existente.

As erosões normalmente são causadas pelas seguintes interferências do homem:

- ausência de reconhecimento das áreas antes da realização da construção da estrada ou rodovia vicinal (falta de conhecimento da capacidade de uso do solo e de suas características geotécnicas);
- inadequado dimensionamento das obras a serem executadas;
- desconsideração dos tipos de solo para as recomendações do controle de erosão;
- desconsideração das áreas de contribuição para o dimensionamento das obras a serem executadas;
- interferência de propriedades vizinhas à estrada ou rodovia vicinal;
- época de realização das obras nem sempre é a mais indicada para a execução;
- por vezes, no dimensionamento da obra, desconsidera-se a topografia;
- obras não concluídas ou realizadas em desacordo com a recomendação técnica em razão da descapitalização dos responsáveis;
- estradas e rodovias rurais vicinais, de terra e pavimentadas, construídas sem critério técnico são caminho para erosões se formarem.

A recuperação de áreas afetadas por erosão passa necessariamente por:

- diagnosticar as causas do processo erosivo;
- identificar se a erosão existente já atingiu o lençol freático ou se é formada pela ação do lençol;
- verificar a necessidade de obter licença ambiental para início do processo de controle da erosão;
- analisar e caracterizar as dimensões da erosão existente e a área da bacia de contribuição;
- analisar e investigar a área da bacia hidrográfica onde está situada a erosão e a área à montante dos trabalhos a serem executados (tipo de ocupação, dimensão, declividade dos terrenos, existência de manejo do solo etc.);
- conhecer o índice pluviométrico regional e, se possível, o mais próximo do local da erosão;
- identificar o tipo de solo da região ou do local da erosão.

Para a recuperação dos locais afetados por erosão, a utilização de práticas de conservação do solo (terraços, bacias de retenção etc.) e de materiais menos agressivos ao meio ambiente, para a conservação da rodovia (palhas, proteção vegetal superficial, sacarias de solo cimento, restos de construção civil etc.) devem sempre ser consideradas. São práticas que visam ao controle do escoamento superficial e ao controle do aporte de sedimentos para jusante, tais como:

- condutores de enxurrada como **canaletas provisórias, terraços, bigodes,** são estruturas simples construídas pelo movimento de terra e que servem para a condução disciplinada da água superficial. As canaletas são incisões no terreno e devem ser construídas com muito baixa declividade de forma a evitar a aceleração da enxurrada, levando a água até um ponto

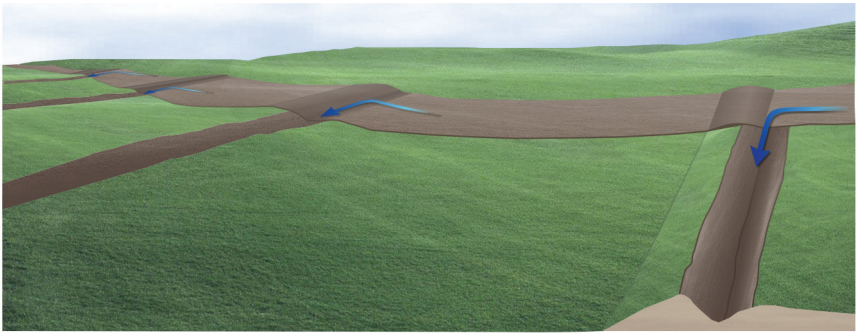


Canaleta permeável longitudinal ao viário (cobertura com grama em placas)



Construção de bigodes ao longo de estrada vicinal (CODASP, 2007)

estável do terreno. A construção de terraços é prática comum para a conservação de solos agrícolas, construídos por meio da escavação e aterro (perfil misto), para o disciplinamento do fluxo superficial. Nos casos em que ocorram enxurradas mais caudalosas esses dispositivos podem ser revestidos com grama, brita, pedra de bica ou mantas especiais;

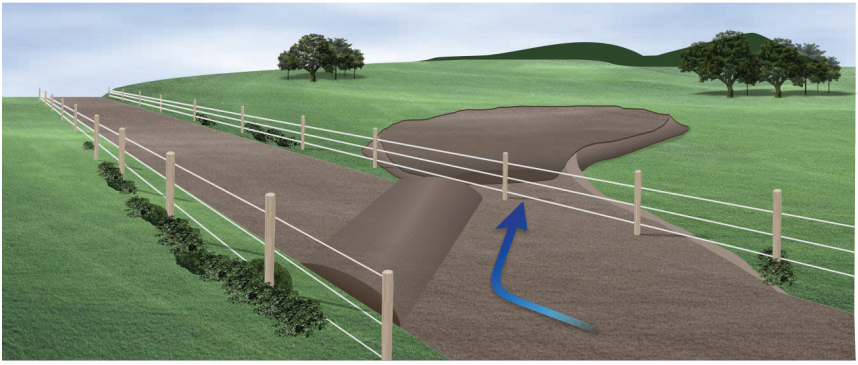


Modelo de terraço

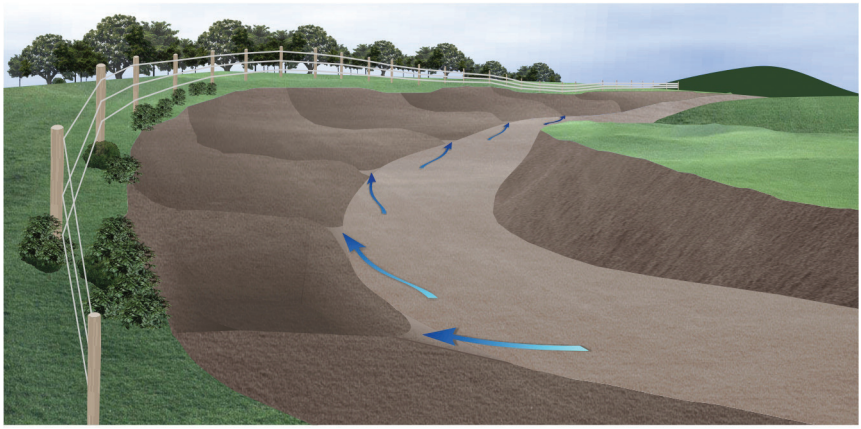
- bacias de retenção de sedimentos são pequenas lagoas construídas por escavação ou pela construção de uma barragem ou barreira artificial. Bacias de retenção de sedimentos servem, sobretudo, para reter o excesso de sedimentos e permitir o escoamento de água, carreando menos material para a jusante. Bacias de sedimentos podem fazer parte da drenagem permanente, se incorporadas às práticas de conservação do solo das propriedades vizinhas;



Bacia de retenção de sedimentos construída na superfície natural do terreno



Tipos de bacias - na superfície natural



Tipos de bacias - em plataformas encaixadas



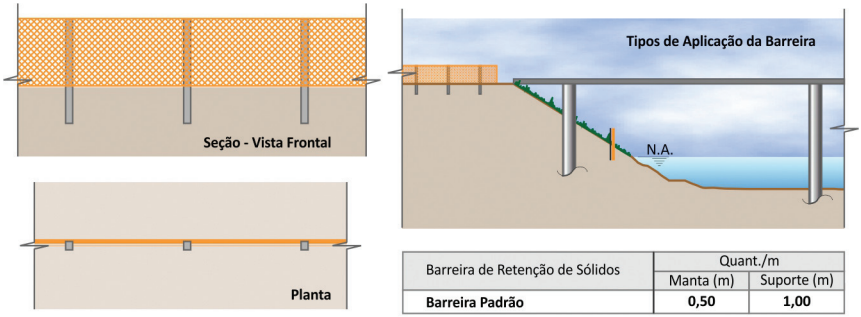
Tipos de bacias - encravadas no barranco

- barreiras sólidas transversais à direção do escoamento superficial, pequenas **barragens**, que servem para quebrar a energia das enxurradas e favorecer a deposição de sedimentos. São pequenas barragens temporárias feitas de rocha, troncos ou de outro material resistente (tambores cheios de areia, sacarias de solo cimento, fardos de palha etc.), colocado em uma vala transversalmente ao fluxo da água;

- filtros de manta geotêxtil (**cerca silte**) são concebidos para reter partículas de sedimentos e permitir a passagem da água. Cercas silte são barramentos verticais de manta geotêxtil que são esticados transversalmente e que são presos a mourões enterrados no terreno. O tecido retém sedimentos provenientes da rodovia e permite que a água passe relativamente livre de sedimentos. Cercas silte são colocadas para proteger córregos e propriedades lindeiras a partir de sedimentos carregados pelo escoamento superficial;



Exemplo de instalação de cerca silte e sacarias de solo, visando à retenção de partículas



Barreira de Retenção de Sólidos	Quant./m	
	Manta (m)	Suporte (m)
Barreira Padrão	**0,50**	**1,00**

Modelo de instalação de cerca silte

- dissipadores de energia são estruturas implementadas nas saídas dos sistemas de drenagem para diminuir a energia da enxurrada, fazendo com que o poder erosivo seja minimizado. Podem ser construídos com materiais tradicionais como as alas feitas de concreto, escadas hidráulicas, blocos de rocha, ou alternativamente utilizando-se de sacarias de solo cimento, tambores cheios de areia, pneus velhos, entre outros materiais que possam ser fixados ao terreno (mesmo que seja apenas pelo seu peso) e possam suportar o fluxo de água. Os dissipadores de energia devem sempre ser instalados em porções baixas do terreno, junto a talvegues de drenagem que se encontrem estabilizados;



Escada hidráulica implantada em declive acentuado entre o viário e a drenagem natural do terreno

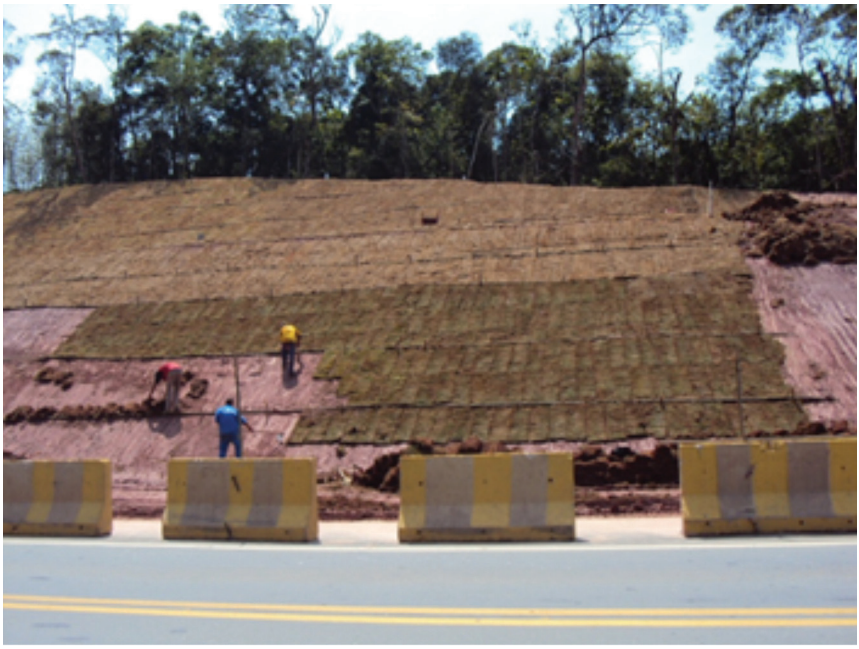


Dispositivo de quebra de energia implantado no final do sistema de drenagem, com a função de diminuir a velocidade da água



Dissipador de energia composto por blocos de rocha, transversalmente ao fluxo de água originado na rodovia

- **proteção superficial** de áreas com solo exposto, por meio de:
  - grama em placas;
  - hidrossemeadura;
  - biomanta.



Plantio de grama em placas em talude de corte junto à rodovia



Detalhe para talude de corte após aplicação de hidrossemeadura



Aplicação de biomanta para proteção superficial do talude

A manutenção dos dispositivos implantados deve ser periódica e constante. Isto deve incluir uma inspeção periódica visual com relação às condições de escoamento superficial, para garantir que os controles estejam funcionando corretamente. As barreiras para a retenção de sedimentos também devem ser inspecionadas para verificar se existe um acúmulo excessivo de sedimentos e se necessitam ser limpas.

Para o controle do carreamento de sedimentos para a plataforma da rodovia e consequentemente para os corpos d'água de jusante, além das práticas de controle da erosão deve-se utilizar-se de limpadores de rodas. Estes dispositivos servem para reduzir a quantidade de sedimentos oriundos das estradas de terra que dão acesso às propriedades rurais para a plataforma das rodovias vicinais. Os limpadores de rodas são colchões de brita

e pedra de bica, ou restos de fresagem asfáltica, que servem para retirar as porções mais grossas de solo que ficam grudadas nos pneus dos veículos.

Possíveis problemas relacionados aos taludes rodoviários

Tipo de Problema	Forma de ocorrência	Principais causas
Erosão	Em taludes de corte e aterro (sulcos e diferenciada)	Deficiência de drenagem e/ou de proteção superficial
	Longitudinal ao longo da plataforma	Concentração de fluxo de água superficial
	Localizada e associada obras de drenagem (ravinas e voçorocas)	Concentração de fluxo de água superficial e/ou interceptação do lençol freático
	Interna em aterros (piping)	Deficiência ou inexistência de drenagem interna
Desagregação superficial	Empastilhamento superficial em taludes de corte	Secagem e umedecimento do material com presença de argilomineral expansivo ou desconfinamento do material
Escorregamento em corte	Superficial ou profundo	Inclinação acentuada do talude, ou relevo íngreme.
	Forma e dimensões variadas	Descontinuidades do solo e rocha
	Superficialem corte ou encostas naturais ou profundas em cortes	Saturação do solo
	Formas e dimensões variadas e movimentações de grandes dimensões e generalizada em corpo de tálus	Evolução por erosão, ou corte em corpo de tálus ou alteração da drenagem interna.
Escorregamento em aterro	Atingindo a borda do aterro	Compactação inadequada da borda
	Atingindo o corpo do aterro	Deficiência de fundação, drenagem, proteção superficial, ou má qualidade do material, compactação inadequada, inclinação excessiva.
Recalque em aterro	Deformação vertical da plataforma	Deficiência de fundação ou de drenagem, rompimento de sistema de drenagem ou compactação inadequada.
Queda de blocos	Geralmente em queda livre	Ação da água e de raízes nas descontinuidades do maciço rochoso
Rolamento de blocos	Movimento de bloco por rolamento no corte ou encosta	Descalçamento da base por erosão

Recuperação de Taludes

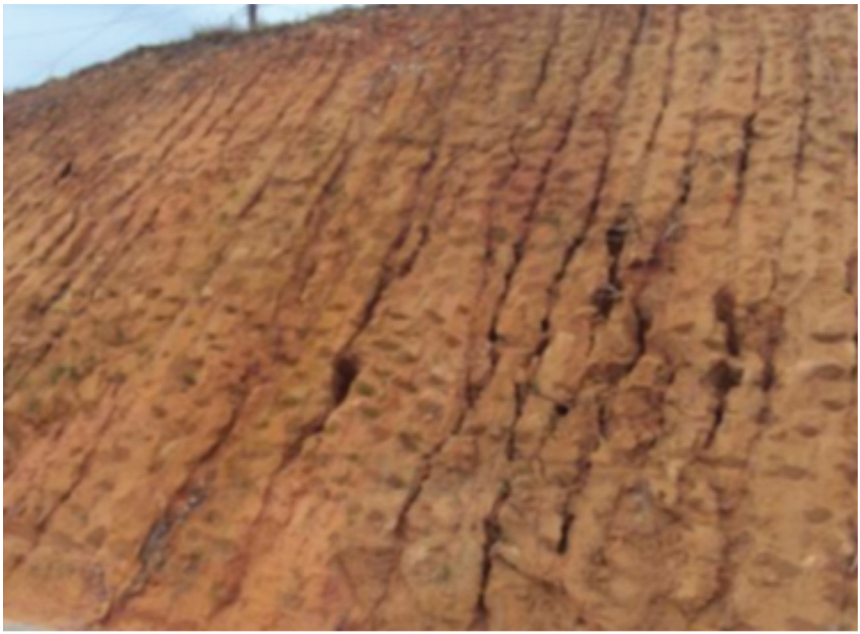
Os taludes de estradas e rodovias vicinais, sejam eles de corte ou aterro, estão sujeitos a vários tipos de processos de instabilização, o que por muitas vezes coloca em risco o seu funcionamento e segurança. O quadro a seguir apresenta os principais problemas relacionados aos taludes rodoviários, suas formas de ocorrência e principais causas.

Esses problemas podem ser solucionados por métodos tradicionais de controle, ou utilizando-se de materiais alternativos para a estabilização do local.

Erosão

A erosão paralela à rodovia ou que se forma perpendicularmente à mesma deve ser tratada conforme as indicações do item Recuperação de Erosão, deste Manual.

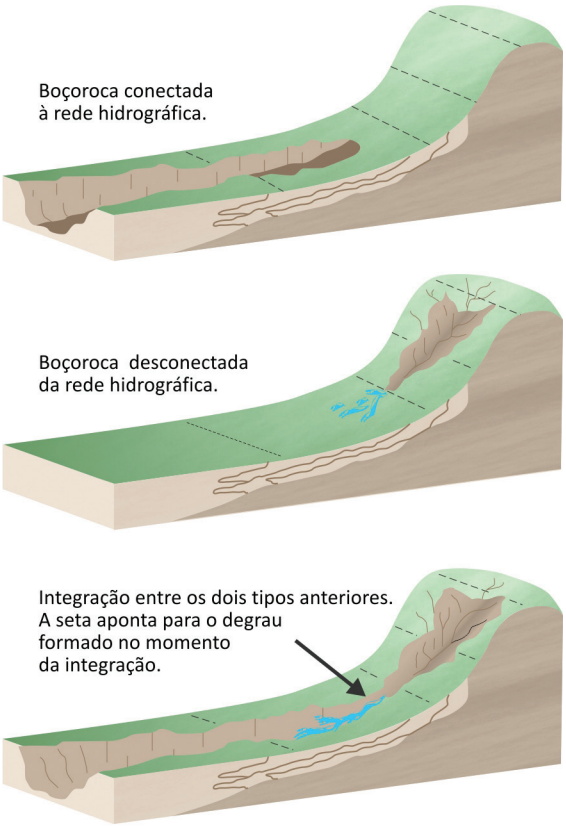
A erosão em taludes de corte ou aterro pode ser classificada como em sulcos ou como erosão diferenciada. A erosão em sulcos corresponde a um conjunto de sulcos paralelos formados pelo escoamento superficial de água na superfície desprotegida do talude. A erosão diferenciada corresponde a processos erosivos que ocorrem em taludes compostos por materiais de diferentes suscetibilidades, o que pode levar ao descalçamento de porções superiores mais resistentes.



Formação de sulcos erosivos em talude de corte



Formação de sulcos erosivos em talude de aterro

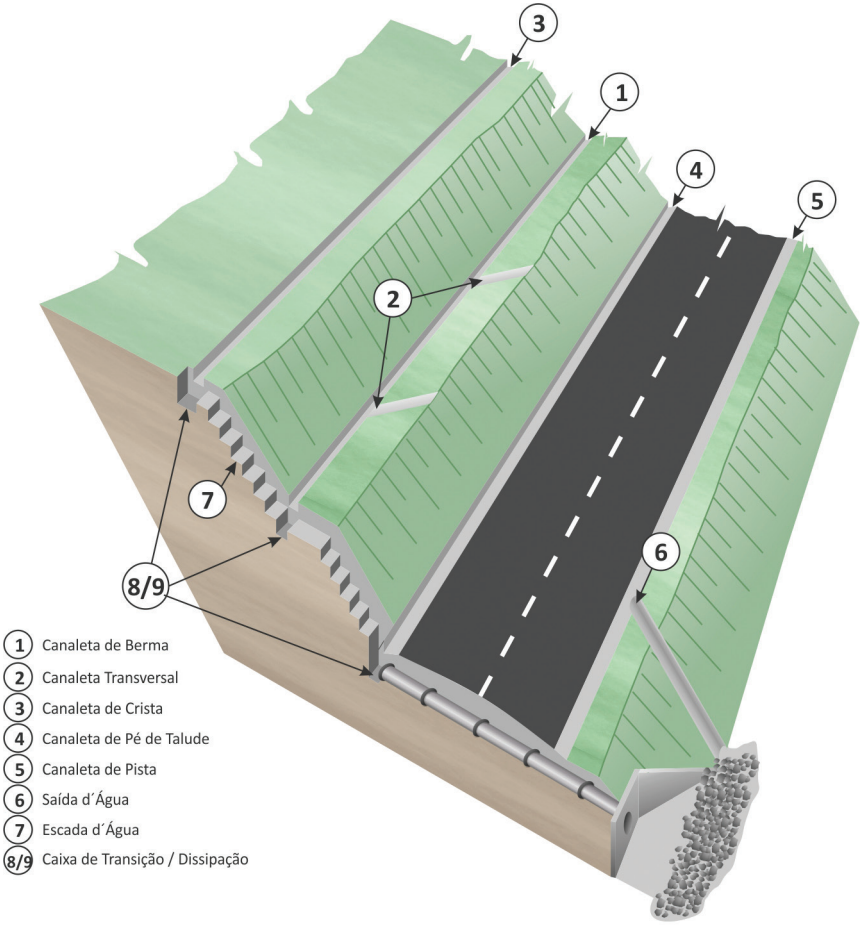


Modelo de evolução dos processos erosivos

A solução dos problemas de erosão em taludes passa necessariamente por três tipos de ação: a implantação da drenagem superficial, a regularização da superfície do talude (movimento de terra) e a proteção superficial.



Regularização da superfície do talude e implantação proteção superficial vegetal



Exemplos de dispositivos de um sistema de drenagem superficial

Desagregação superficial

A desagregação superficial ou empastilhamento está relacionada a argilo-minerais existentes no solo e que, devido à ação cíclica de umedecimento e secagem da superfície do talude, se expandem e se contraem gerando a instabilização.



Desagregação superficial em talude de corte junto à rodovia

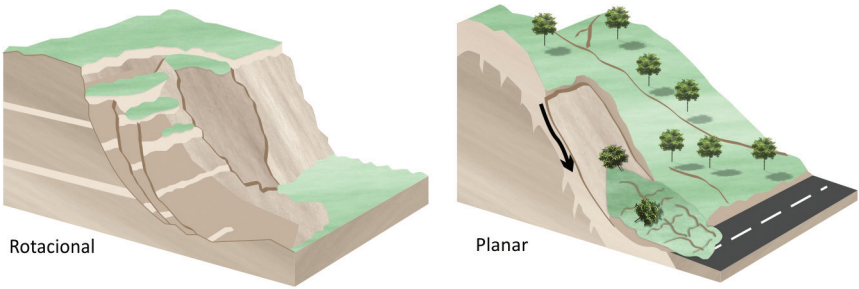
A solução para este tipo de problema se dá necessariamente pelo confinamento do material expansível. Deve-se utilizar de gunita (proteção superficial com calda de cimento), ou optar pelo envelopamento do talude com camada de solo de boa qualidade compactado.



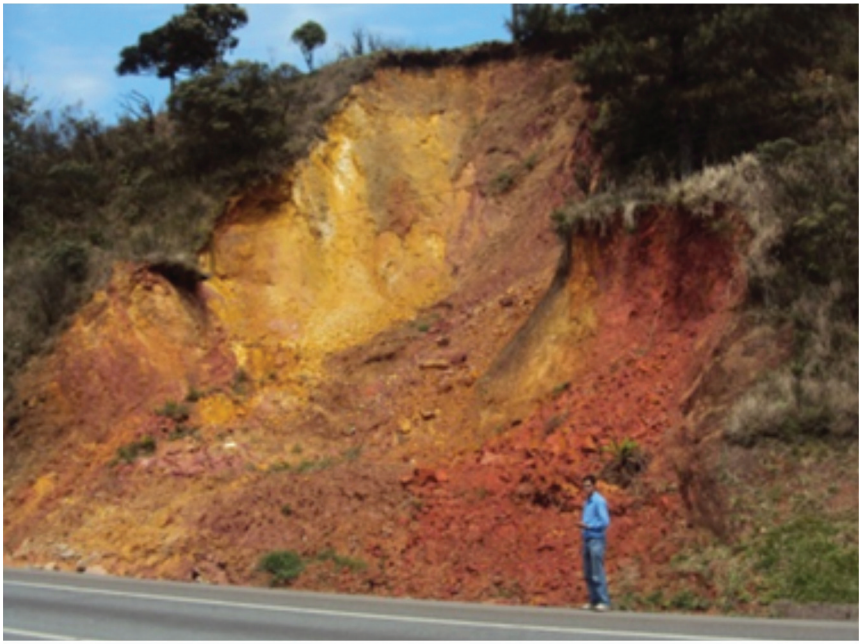
Proteção superficial com calda de cimento em talude de corte, junto à rodovia

Escorregamento em corte

Os escorregamentos em taludes de corte geralmente estão associados às seguintes situações: inclinação acentuada, descontinuidades no maciço (solo), saturação em água ou evolução de erosão.

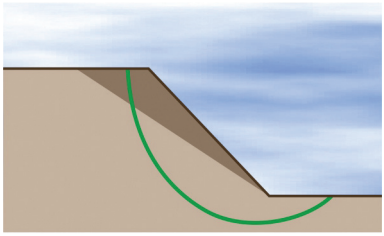


Tipos de escorregamento



Escorregamento planar em talude de corte próximo à rodovia

Para as situações de inclinação acentuada, as soluções passam necessariamente pela suavização do talude para uma inclinação que seja compatível com o tipo de material existente e implementação de sistema de drenagem adequado.



Suavização do talude de corte

Quando ocorrem descontinuidades no maciço, a estabilização do talude passa necessariamente pela caracterização de detalhe dessas superfícies menos resistentes, visando à definição do tipo de contenção mais adequado. Podem ser utilizados muros de espera, muros de arrimo, gabião caixa, telas, tirantes etc. Também, podem ser utilizados materiais alternativos, como sacarias de solo cimento (rip rap), pneus velhos cheios de areia, muros de espera construídos com tambores cheios de areia, e outros materiais que ofereçam a resistência necessária.



Muro de gabião implantado na base do talude de corte da rodovia



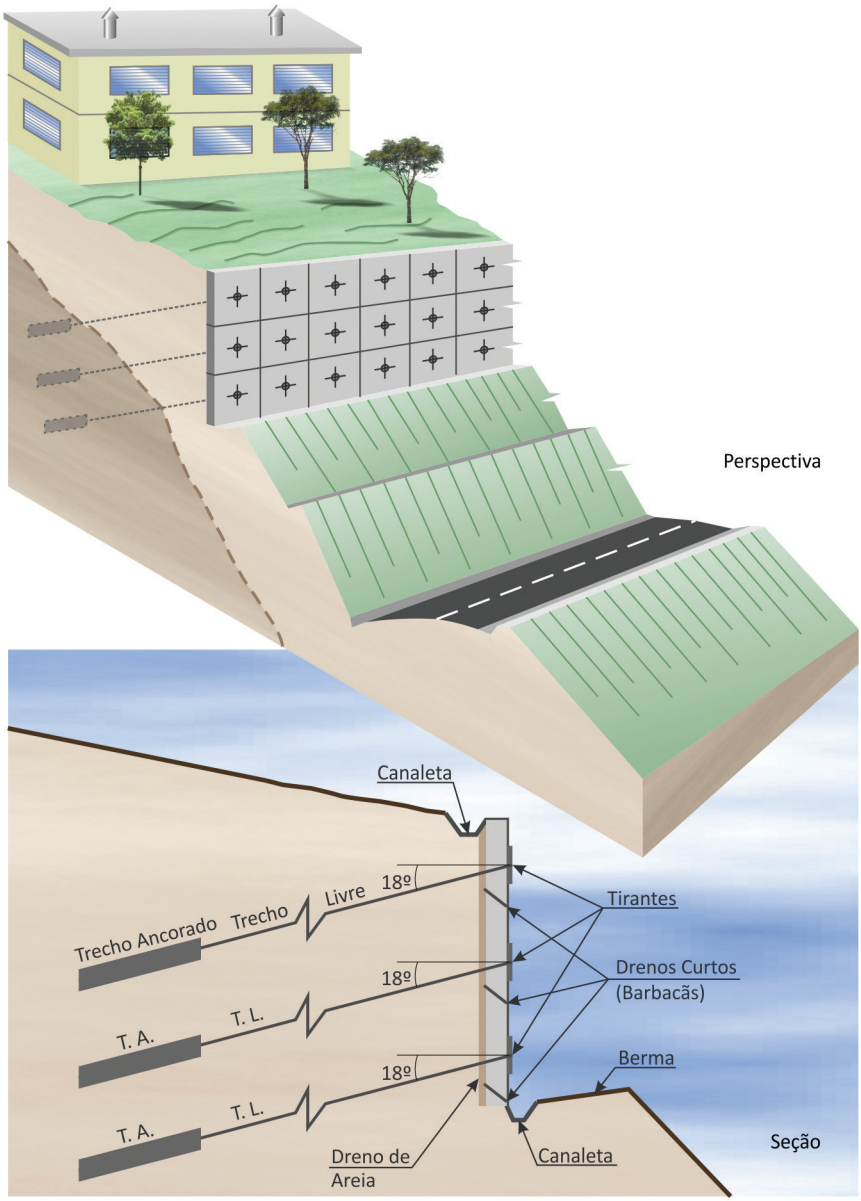
Muro de contenção composto com gabiões implantado na base do talude



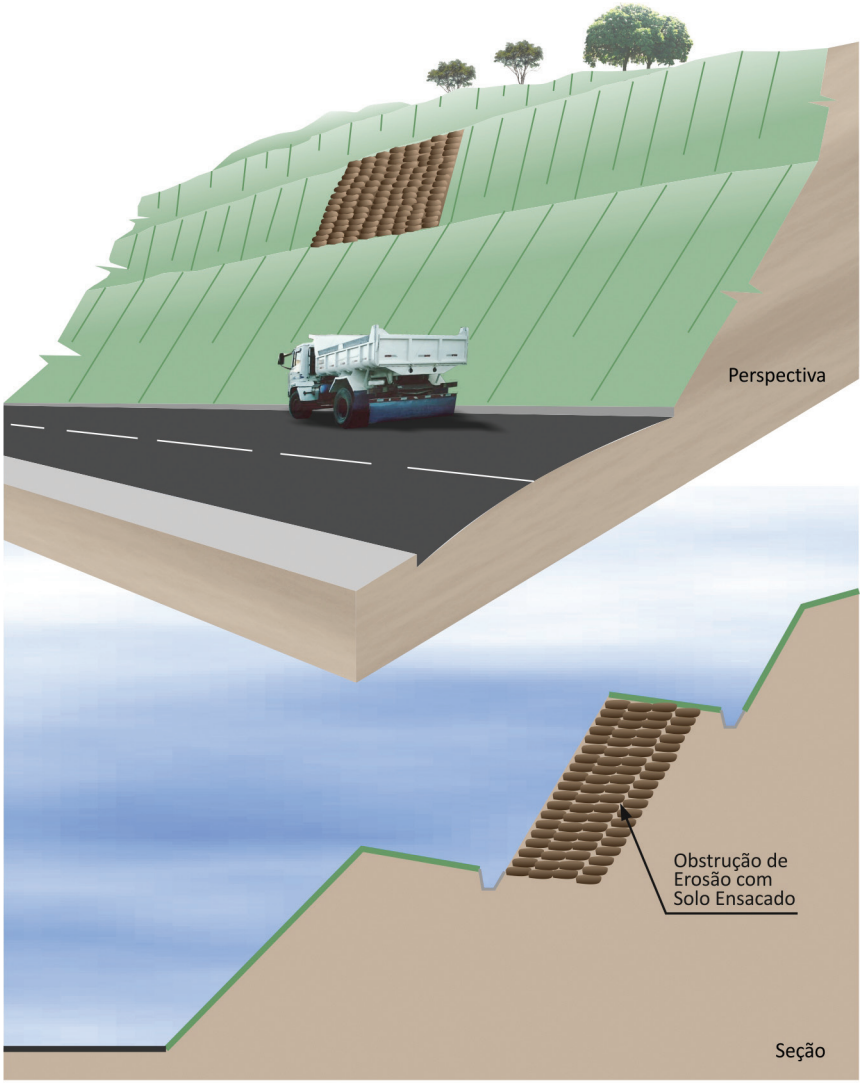
Muro de espera implantado em área suscetível à escorregamento



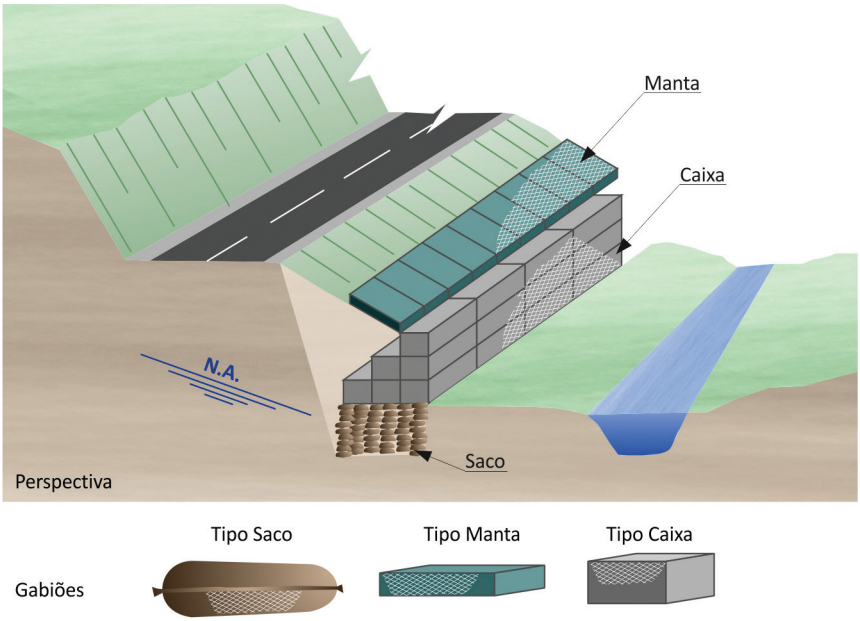
Sacarias de solo cimento (rip rap) utilizadas para o controle de erosão de talude junto à estrada



Exemplo de aplicação de uma cortina atirantada

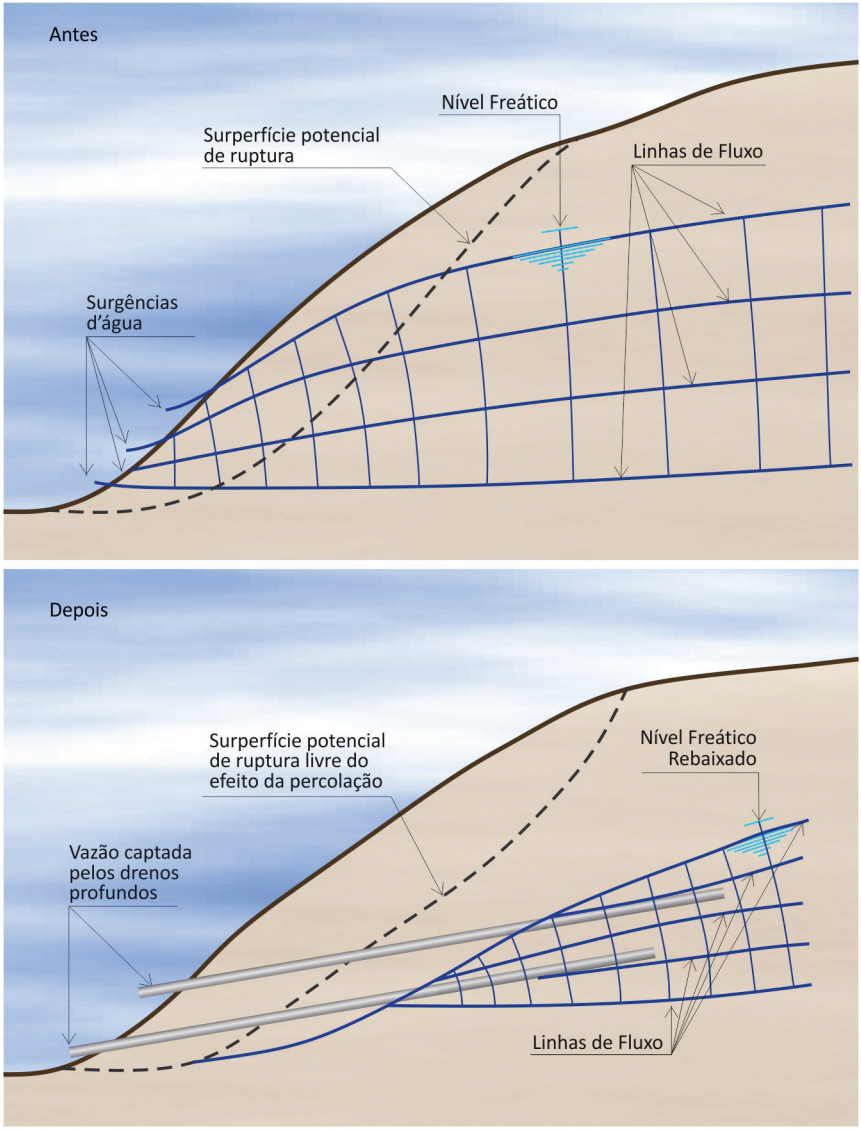


Exemplo de aplicação de sacarias (rip rap)



Exemplo da implantação de gabiões para estabilização de taludes

Para os casos em que o local esteja saturado em água, o rebaixamento do nível d'água é medida fundamental. Nestas situações, a utilização de DSHP's – Drenos sub horizontais profundos pode ser uma alternativa, assim como a construção de trincheiras drenantes, construção de poços para bombeamento de água, e também a construção de drenos profundos utilizando-se de tubos dreno, ou até mesmo de feixes de bambu. Também a impermeabilização superficial pode ser necessária quando ocorra a saturação proveniente das águas de chuva no local. Geralmente, utiliza-se para estas situações a grunita, ou, para casos de emergência, lonas plásticas. A completa estabilização dos locais que estão sujeitos a este tipo de processo passa necessariamente pela execução de obras de contenção mais complexas.



Estabilização de talude por drenagem profunda

Muitos processos de escorregamento ocorrem devido à evolução de processos erosivos que se iniciam de forma incipiente nos taludes de corte. O controle destas situações passa necessariamente pela reconformação do talude (movimento de terra), implementação de sistema de drenagem adequado, proteção superficial e execução de obras de contenção. Materiais alternativos podem ser utilizados, como sacarias de solo cimento (rip rap), pneus velhos cheios de areia, muros de espera construídos com tambores cheios de areia, e outros materiais que ofereçam a resistência necessária.

Escorregamento em aterro

Os escorregamentos em taludes de aterro geralmente estão associados às seguintes situações: problemas na fundação, problemas no corpo do aterro, problemas em travessias de linhas de drenagem e/ou problemas com sistemas de drenagem e proteção superficial.



Escorregamento de talude de aterro atingindo a rodovia

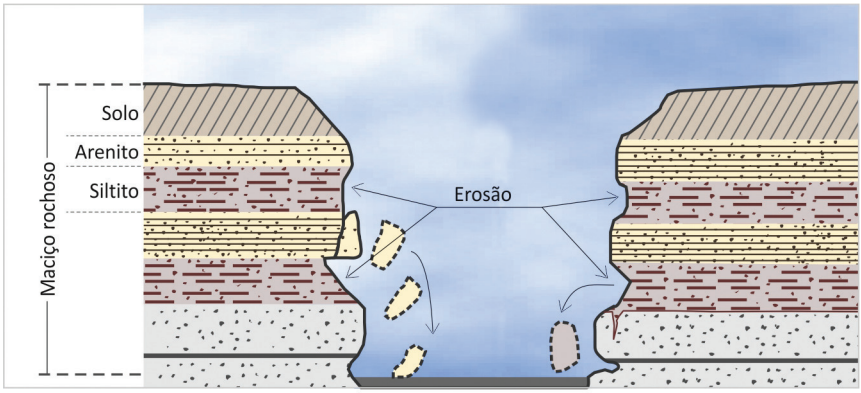
A adoção de medidas preventivas e corretivas para estas situações de problemas passa necessariamente pela boa execução da obra de aterro, realizando: limpeza do terreno, retirada da vegetação e retirada da camada de solo orgânico; reconstrução do aterro utilizando-se de material de boa qualidade (revisão da fundação, dimensionamento adequado de bermas) e implantação de sistema de drenagem adequado e proteção superficial.

Queda e rolamento de blocos

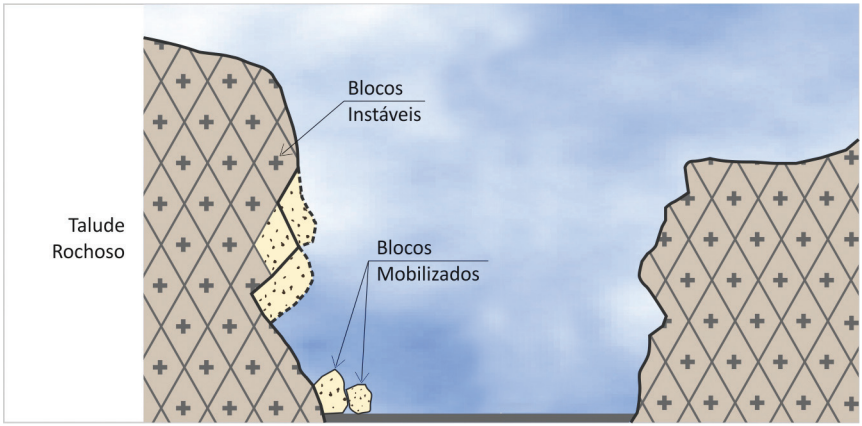
A queda e rolamento de blocos podem ser causadores de graves acidentes em rodovias. São processos distintos. A queda de bloco ocorre devido à presença de vários planos de fraqueza (fraturas ou falhas), que gera o desprendimento de placas e blocos de rocha do talude ou da encosta. O rolamento de blocos ocorre pelo desprendimento de blocos rochosos de forma arredondada, que se desprendem do maciço de solo em razão da ocorrência de erosão e/ou escorregamentos nos taludes ou encostas.



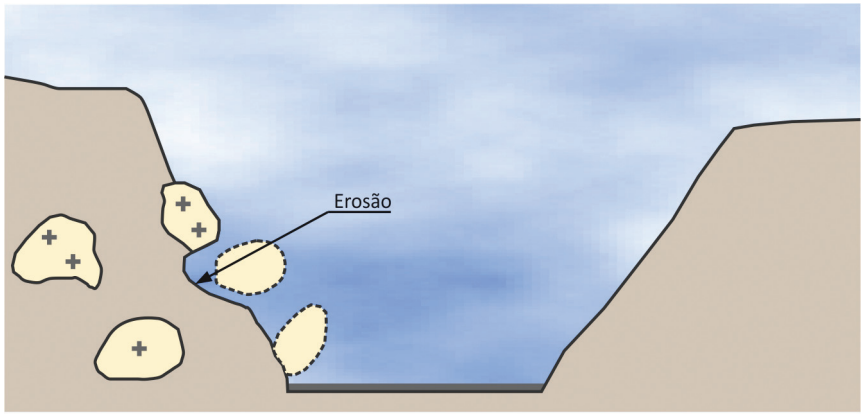
Instabilização de maciço rochoso e erosão diferenciada em talude composto por rochas sedimentares



Queda de blocos em taludes de rochas sedimentares



Queda de blocos em taludes de rochas ígneas



Exemplos de rolamento de blocos

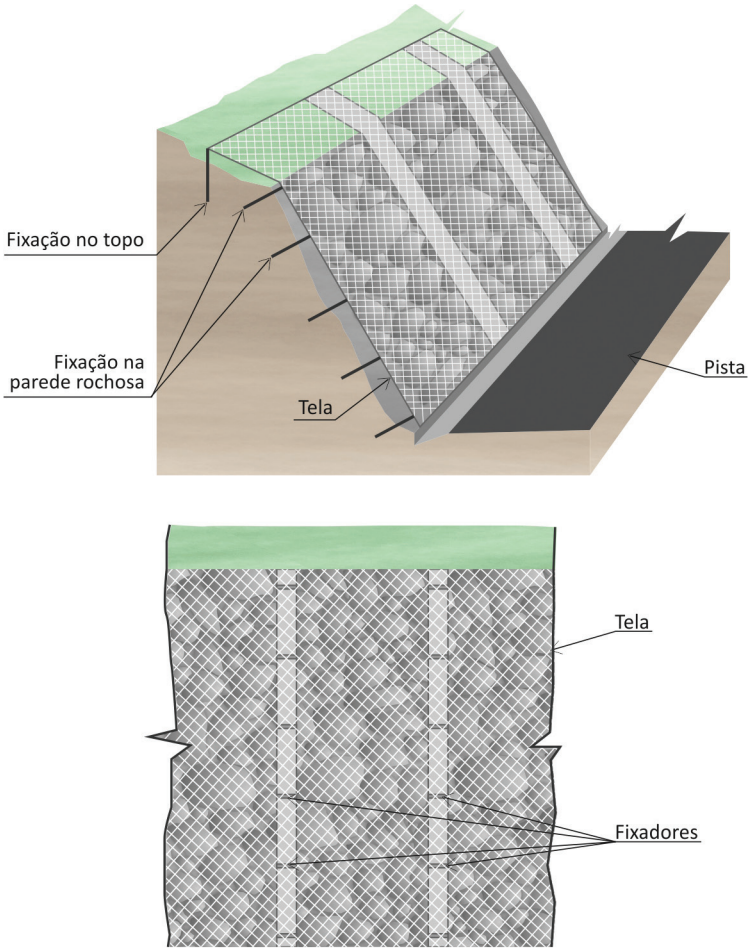
Para a queda de blocos devem ser adotados os seguintes cuidados como medidas preventivas e corretivas: remoção manual dos blocos instáveis; fixação dos blocos soltos utilizando-se de chumbadores ou tirantes e proteção com tela metálica e/ou gunita. Além disso, podem ser utilizados muros de espera na margem da rodovia como anteparo de proteção à plataforma da rodovia. Esses muros podem ser construídos de diferentes materiais, como: alvenaria, concreto, gabião etc., além de materiais alternativos, como sacarias, tambores cheios de areia, pneus velhos preenchidos com areia, ou outro material que ofereça a resistência desejada.



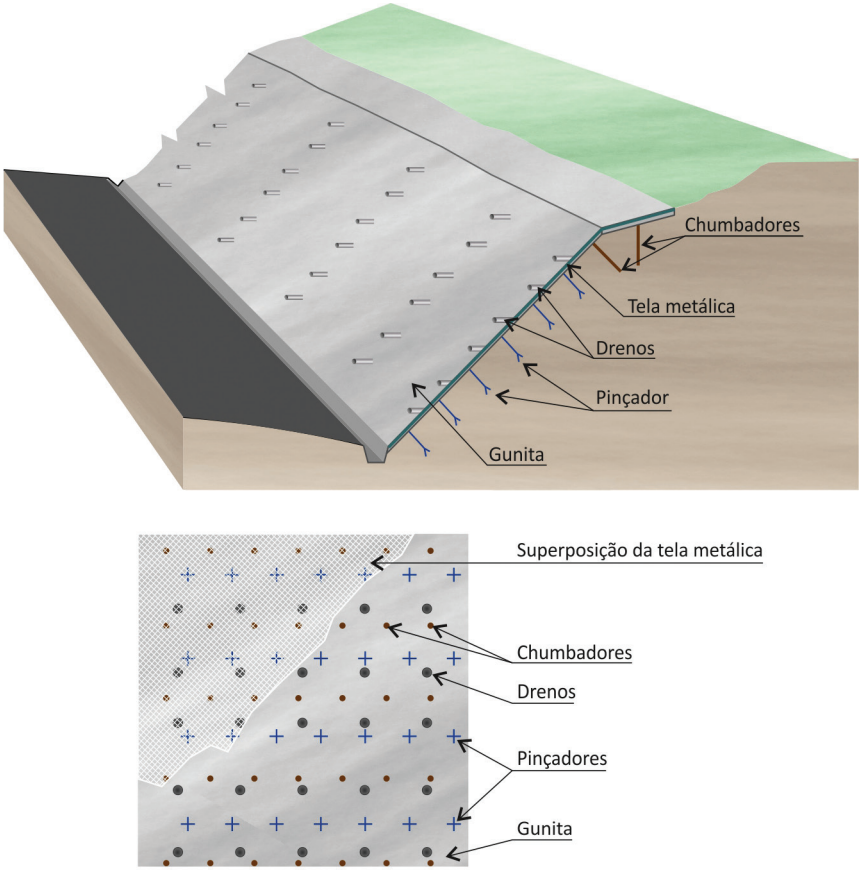
Muro de espera composto por gabiões instalados na margem de rodovia



Aplicação de gunita para estabilização de talude



Exemplo de aplicação de tela metálica na contenção de pequenos blocos de rocha



Exemplos de aplicação de tela e gunita em taludes

Resíduos

O gerenciamento dos resíduos coletados na faixa de domínio da rodovia deve contemplar o material vegetal oriundo da roçada de manutenção, que deve ser destinado adequadamente pela empresa responsável por esta atividade, e também para o resto de lixo deixado pelos usuários da rodovia. Neste último caso, é preciso preparar e divulgar uma campanha de educação ambiental que comunique aos usuários a importância da destinação correta do lixo.

O gerenciamento dos resíduos deve ser realizado com base em quatro princípios:

- **redução da geração**: embora seja difícil conter a variedade de resíduos descartados pelos usuários da rodovia, sua diminuição pode ser possível se campanhas de educação ambiental forem implantadas ao longo da via, por meio de comunicação visual (placas, faixas e material gráfico);
- **segregação**: os resíduos coletados na rodovia devem ser encaminhados a uma central, onde será realizada a classificação de acordo com as Resoluções CONAMA nº 307/02 e 348/04, que classificam os resíduos da construção civil, e Norma NBR 10.004/04, da ABNT, que classifica os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.

Após a classificação, os resíduos serão segregados e armazenados em locais protegidos das intempéries e devidamente identificados, para posterior destinação final. Os resíduos deverão ser segregados em baias individuais ou recipientes coletores coloridos, seguindo a padronização estabelecida na Resolução CONAMA nº 275/01:

Padrão de cores estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 275/2001

AZUL	Papel/papelão
VERMELHO	Plástico
VERDE	Vidro
AMARELO	Metal
PRETO	Madeira
LARANJA	Resíduos perigosos
BRANCO	Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
ROXO	Resíduos radioativos
MARROM	Resíduos orgânicos
CINZA	Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

- **reutilização e reciclagem**: os resíduos passíveis de reciclagem devem ser encaminhados para cooperativas e centrais de reciclagem da região. Os municípios devem procurar tecnologias que auxiliem o aproveitamento dos materiais reciclados na própria rodovia, como suportes e placas para sinalização, equipamentos de segurança, pavimentos ecológicos e afins.

Os resíduos não recicláveis, como os orgânicos comumente recolhidos pela equipe de conservação durante as atividades de poda e roçada (material lenhoso) podem ser doados como fonte de energia (insumo de carvoarias, padarias, fogões residenciais), mantendo registros de volumes por destino. Especificamente, a massa verde pode ser utilizada na mistura com solo orgânico para proteção contra erosão e recuperação vegetal de áreas degradadas. Caso não exista a necessidade de proteção do solo, estes resíduos podem ser enviados para aterros sanitários licenciados. Em nenhuma hipótese esses resíduos poderão ser lançados em rios, baixadas ou reservatórios, sendo vedada também a eliminação destes pelo fogo.

Os demais resíduos para os quais não puderem ser identificadas alternativas para sua reutilização, deverão ser destinados adequadamente em aterros sanitários licenciados localizados na região.

- **transporte e destinação final apropriada**: a limpeza da rodovia e o recolhimento do lixo devem ser realizados periodicamente, e a frequência de coleta deve ser compatível com a intensidade do fluxo de veículos na via.

Os municípios devem possuir logística apropriada para o transporte e destinação final dos resíduos.

Os resíduos que não são passíveis de reciclagem devem ser des-

tinados pelo serviço de coleta pública aos aterros sanitários devidamente licenciados.

Os resíduos perigosos devem ser transportados juntamente com o Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental – CADRI e destinados a locais licenciados ou autorizados pela CETESB.

Recuperação dos Impactos Sobre a Vegetação

A supressão de vegetação indevida leva a exposição da superfície do solo que, sob a influência das intempéries, pode gerar um aumento no carreamento de sedimentos e a incidência de processos erosivos. Portanto, a reparação deste dano deve ser executada por meio da recomposição da área suprimida e/ou cumprimento dos termos de compensação ambiental, quando este emitido.

A recomposição das áreas degradadas, em função da supressão de vegetação, é realizada por meio do plantio de espécies nativas, de ocorrência na região afetada, devendo serem seguidas para isto as orientações da IP-DE-S00/005 - Plantio e Manutenção de Mudas de Essências Florestais Nativas, do DER/SP, que estabelece os procedimentos a serem adotados para a elaboração e apresentação de projetos de plantio e manutenção de mudas de essências florestais nativas.

Recuperação dos Impactos Sobre a Fauna

Quando existem danos à fauna, a recuperação é mais complexa e pode ser necessária a criação de passagens preferenciais. Para tanto, é necessário o diagnóstico da situação, o qual deve ser realizado de duas formas: campanhas para o monitoramento da fauna e monitoramento do atropelamento de fauna.

As passagens de fauna têm como objetivo permitir o fluxo de

indivíduos e minimizar o efeito barreira. Tais passagens se baseiam na implementação de mecanismos como túneis, pontes e cercas.

A implantação de túneis para a fauna vem sendo uma das alternativas mais eficazes para os referidos impactos. Considerando que os túneis deverão atender a uma diversificada fauna, as diferentes necessidades e hábitos de cada espécie devem ser observados.

Dessa forma, as dimensões e tipo de passagens de fauna devem variar entre grupos da fauna e espécies, conforme apresentado no quadro a seguir. Deverão variar também o espaçamento entre cada tipo de passagem com base na área de vida e capacidade de deslocamento das espécies.

As diretrizes gerais para a implantação das passagens de fauna são:

- as passagens deverão receber manutenção regular a fim de assegurar que se encontram desobstruídas ao longo do tempo;
- deve-se priorizar a implementação dos mecanismos em locais onde a cobertura florestal ocorra em ambos os lados, ou que proporcione a ligação entre o mesmo habitat existente entre os dois lados da rodovia.

Tipos de passagem de fauna para os diferentes grupos da fauna e espécies

Mecanismo			Exemplo
Passagem para os mamíferos de grande porte:			
Animais terrestres	Carnívoros	Estrutura de concreto, com altura de 1,50m e largura de 1,00m	
	Ungulados e Perissodactylas	Estrutura de concreto, com altura de 2,40m e largura de 2,00m	
Passagem para os mamíferos de médio porte:			
	Diversos	Estrutura de concreto, com dimensão circular (manilhas) com diâmetro entre 0,60 cm a 1,00 m.	
Passagem para os pequenos mamíferos e anuros:			
	Diversos	Estrutura de PVC, com dimensão circular de diâmetro entre 0,15 cm a 0,25 cm.	

Tipos de passagem de fauna para os diferentes grupos da fauna e espécies

	Mecanismo	Exemplo
Primatas e outros arborícolas		
Para os animais arborícolas	Ponte pênsil suspensa que deve passar por cima da rodovia. A ponte deverá ser confeccionada com madeiras espaçadas de forma que primatas de pequeno porte consigam também se deslocar.	
	Ponte fixa suspensa que deverá passar por cima da rodovia. A ponte deverá ser confeccionada com madeiras espaçadas de forma que primatas de pequeno porte consigam também se deslocar	
	Ponte formada com redes de cordas em malha de 5 x 5 cm que deverão ser amarradas de forma que fiquem suspensas entre as copas das árvores. Tal passagem possibilita o deslocamento de outros animais arborícolas, como as preguiças e o tamanduá mirim.	

Recuperação dos Impactos Sobre a Ocupação e de Outros Aspectos Relacionados à Socioeconomia

A degradação de uma rodovia em razão da ocupação irregular da faixa de domínio e de suas proximidades, além de outras formas relativas ao meio socioeconômico, podem ser alvo de programas educacionais e de regularização da ocupação, junto à população. Tais ações são desenvolvidas pela educação ambiental e comunicação social junto à população que está exposta às interferências da rodovia.

Riscos de acidentes podem estar relacionados à inexistência, deficiência ou deterioração da sinalização, ou outros fatores que devem ser diagnosticados para que a segurança aos usuários possa ser implantada ou restabelecida.

As rodovias podem atravessar meios urbanos ou comunidades isoladas para as quais as medidas de segurança pública devem ser consideradas. A falta de segurança pública geralmente está relacionada a vários fatores, dentre eles o principal é a falta de iluminação em locais de maior frequência pública, como travessias e pontos de ônibus. Para tanto, a iluminação deve ser implementada de forma a garantir maior segurança à população.

Nos casos em que se constatar alguma anormalidade na rodovia ou nas áreas adjacentes que, por alguma razão, não possa ser prontamente eliminada ou, ainda, cuja causa, evolução ou possíveis consequências não possam ser precisamente determinadas, deve-se deflagrar um plano preventivo de convivência com a situação anômala, de modo a diminuir os riscos de acidente ou de dano ambiental.

Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado de São Paulo

BID

