



DEPARTAMENTO DE ESTRADAS
DE RODAGEM DO PARANÁ



**MANUAL DE EXECUÇÃO
DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS**

**OBRAS COMPLEMENTARES
TOMO IV**

2023



CONSÓRCIO APPE-VIAPONTE
Contrato: Nº 100/2021

**MANUAL DE EXECUÇÃO
DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS**

**OBRAS COMPLEMENTARES
TOMO IV**

2023

CARLOS ROBERTO MASSA JÚNIOR
GOVERNADOR DO ESTADO DO PARANÁ

FERNANDO FURIATTI SABÓIA
SECRETÁRIO DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

ALEXANDRE CASTRO FERNANDES
DIRETOR GERAL DO DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER/PR

JANICE KAZMIERCZAK SOARES
DIRETORA TÉCNICA DO DER/PR

RUI CEZAR DE QUADROS ASSAD
DIRETOR DE OPERAÇÕES DO DER/PR

MARCO AURÉLIO CORDEIRO
DIRETOR ADMINISTRATIVO-FINANCEIRO DO DER/PR

Coordenação dos trabalhos

Diretoria Geral – DG
Diretoria Técnica – DT
Coordenadoria de Pesquisa e Desenvolvimento – CPD

Coordenadora Geral dos Trabalhos

Janice Kazmierczak Soares

Coordenadora Técnica dos Trabalhos

Larissa Vieira

Colaboradores Técnicos

Corpo Técnico do DER/PR

REVISÃO

Consórcio APPE-VIAPONTE



EQUIPE TÉCNICA

Engº Luiz Henrique Dias Figueiredo
Coordenador Geral

Engº Carlos Eugênio Gonçalves Butze
Coordenador Local

Engº Geovane Gomes
Equipe de Apoio

Lucas Gabriel Franco Laidens
Equipe de Apoio

Arqº Daniela Bussolo Cunha
Equipe de Apoio

Nicolle de Souza
Equipe de Apoio

Renan de Bonfim Pelepenko
Equipe de Apoio

COLABORAÇÃO TÉCNICA

Engº Alceu de Oliveira Maciel

Engº Glicério Trichês

Econª Joseane Maria Koerich

Engº Klaus Eduardo Mouta Wojcikiewicz

Bioº Newton Marcellino

Engº Paulo Eduardo Rocha de Carvalho

Engº Saulo de Castro S.Thiago

Engº Vitor Manuel Ribeiro Fonseca



SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER/PR
DIRETORIA TÉCNICA
COORDENADORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Avenida Iguaçu, 420 – Rebouças
CEP 80230-020 – Curitiba – PR
Tel/Fax.: (41) 3304-8000
e-mail: dt.cpd@der.pr.gov.br

TÍTULO: MANUAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS
OBRAS COMPLEMENTARES – TOMO IV

Edição: 2023

Revisão: DER/PR / Consórcio APPE-VIAPONTE
Contrato: DER/PR / Consórcio APPE-VIAPONTE Nº 100/2021 DER/DT

Aprovado pelo Conselho Diretor em: 08/08/2023
Deliberação Nº 265/2023

APRESENTAÇÃO

O Departamento de Estradas de Rodagem do Estado Paraná, no âmbito da atualização e ampliação da documentação padronizada do Órgão, vem apresentar a 3ª edição do “Manual de Execução de Serviços Rodoviários” que, desde sua primeira edição, de 1991, teve como principal finalidade servir como referência aos engenheiros encarregados das obras de construção rodoviária, visando estabelecer critérios uniformes para a execução destas obras, adotando como referência, métodos advindos de sua experiência e de outros centros de tecnologia.

Com o objetivo de manter o “Manual de Execução de Serviços Rodoviários” o mais atualizado possível foi realizado uma atualização em 1996 e, no âmbito do Contrato para revisão e atualização da documentação técnica do DER/PR, o Manual foi também revisto e atualizado com a presente 3ª edição, aprovada em 2023.

Para tornar a consulta mais fácil, a presente edição do Manual é apresentada em Tomos da forma seguinte:

- TOMO I – Terraplenagem;
- TOMO II – Drenagem;
- TOMO III – Pavimentação;
- TOMO IV – Obras Complementares;
- TOMO V – Obras de Arte Especiais;
- TOMO VI – Sinalização e Segurança Viária.

Tal como nas outras edições, o presente Manual objetiva expor, sob forma didática, os diversos conceitos ligados à técnica dos serviços rodoviários, fornecendo detalhes a respeito de aspectos particulares julgados mais importantes à boa concepção, fiscalização e execução de obras rodoviárias. Complementa em inúmeros pontos as “Especificações de Serviços Rodoviários” do DER/PR, sendo desejável que seu uso esteja associado, ainda, a outros documentos técnicos elaborados pelo DER/PR, a saber:

- a) Normas Gerais de Licitação;
- b) Álbum de Projetos-Tipo;
- c) Especificações de Materiais para Serviços Rodoviários;
- d) Especificações de Ensaios Tecnológicos para Serviços Rodoviários;
- e) Manual de Gerenciamento de Obras;
- f) Manual de Instruções Ambientais;
- g) Tabela de Preços Rodoviários.

Assim, o Manual de Execução de Serviços Rodoviários descreve um grande conjunto de regras, informações técnicas e orientações que se mostram de grande utilidade, não só para o acompanhamento dos vários trabalhos de natureza rodoviária lançados pelo DER/PR, mas também para o meio rodoviário brasileiro, tais como outros órgãos e associações, na implementação de seus programas.

A evolução tecnológica dos últimos 25 anos, trouxe inovações não só nos materiais e equipamentos, mas nos métodos de execução e, nesse sentido, tornou-se necessária a revisão do Manual, para que possa continuar a atender seus objetivos com essas inovações.

Nessas condições, a presente terceira edição promoveu ajustamentos nos textos, nas figuras e nos quadros, bem como uma reordenação de diversos trechos que compõem este documento, resultando num aprimoramento geral em relação a alguns aspectos sem, contudo, introduzir modificações conceituais significativas no conteúdo técnico.

Embora o presente seja um documento puramente técnico sobre a execução de obras rodoviárias, no TOMO I desta terceira edição foram inseridas algumas Notas Introdutórias que têm como objetivo dar uma ideia sobre a evolução das Infraestruturas Rodoviárias, sobre a Malha Rodoviária do Estado do Paraná, sobre a nomenclatura dada aos elementos rodoviários e Informações e Recomendações Gerais sobre o tema.

Ciente da importância da presente obra e do interesse geral em mantê-la sempre em sintonia com o desenvolvimento das tecnologias de pavimentação, o DER/PR acolhe



quaisquer comentários, observações e críticas pertinentes de leitores e especialistas, que possam subsidiar uma futura reedição, tão breve quanto ela se revelar necessária.

Portanto, o Manual de Execução de Serviços Rodoviários - 2023 é apresentado à comunidade rodoviária, esperando que os técnicos e profissionais que venham a utilizá-lo possam usufruir dos benefícios decorrentes, visando atingir a necessária uniformização e normatização de métodos e procedimentos.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	i
SUMÁRIO	x
LISTA DE FIGURAS	xii
TOMO IV – OBRAS COMPLEMENTARES	1
ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DE OBRAS COMPLEMENTARES	2
1 PROTEÇÃO DE TALUDES	4
1.1 Revestimento Vegetal.....	4
1.1.1 Considerações de ordem executiva	5
1.1.2 Considerações sobre o acompanhamento e controle	12
1.1.3 Recomendações especiais.....	13
1.2 Revestimento com Concreto Projetado	13
1.2.1 Processo executivo	15
1.2.2 Acompanhamento do processo	16
1.3 Revestimento dos Taludes com Telas de Aço.....	16
1.3.1 Processo executivo	17
1.3.2 Acompanhamento	18
1.4 Impermeabilização Asfáltica de Taludes.....	19
1.4.1 Processo executivo	19
1.5 Contenção de Encostas com Gabiões.....	22
1.5.1 Conceitos básicos	22
1.5.2 Processo executivo	23
2 BARREIRAS ACÚSTICAS	27
2.1 Aspectos Conceituais	27
2.2 Aspectos Relacionados à Concepção	29
3 DISPOSITIVOS ANTIOFUSCAMENTO	31
3.1 Conceitos Básicos	31
3.2 Aspectos Relacionados à Concepção	31
4 CERCAS, PORTEIRAS E MATA-BURROS	33
4.1 Cercas	33
4.1.1 Aspectos Conceituais.....	33



4.1.2 Aspectos executivos.....	35
4.1.3 Aspectos de controle.....	37
4.2 Porteiras e Mata-Burros.....	38
4.2.1 Porteiras.....	38
4.2.2 Mata-Burros.....	39
5 ABRIGOS PARA PARADAS DE ÔNIBUS.....	44
5.1 Conceitos Básicos.....	44
5.2 Aspectos Relacionados com a Concepção.....	44
5.3 Aspectos Executivos.....	45
5.4 Aspectos Relacionados ao Controle.....	46
5.5 Recomendações Especiais.....	47
6 CERCA VIVA OU TELA PARA PROTEÇÃO DE FAUNA.....	48
6.1 Conceitos Básicos.....	48
6.2 Aspectos Relacionados com a Concepção.....	49
6.3 Aspectos Executivos.....	49
6.4 Recomendações Especiais.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Obtenção de leivas	7
Figura 2 – Plantio de leivas.....	8
Figura 3 – Plantio de touceiras	9
Figura 4 – Hidrossemeadura	10
Figura 5 – Mudanças de árvores nativas.....	10
Figura 6 – Plantio de mudas	11
Figura 7 – Disposição das mudas de bambu.....	12
Figura 8 – Aplicação de concreto projetado.....	14
Figura 9 – Talude protegido com tela de aço.....	17
Figura 10 – Muro de gabião.....	22
Figura 11 – Gabião tipo caixa	23
Figura 12 – Pré-montagem do gabião	24
Figura 13 – Posicionamento do gabião.....	25
Figura 14 – Enchimento do gabião	26
Figura 15 – Barreira acústica em rodovia	28
Figura 16 – Aplicação de barreiras acústicas	29
Figura 17 – Dispositivo em tela.....	32
Figura 18 – Dispositivo em lamela plástica.....	32
Figura 19 – Cerca de arame farpado	33
Figura 20 – Ilustração de fixação de arame.....	38
Figura 21 – Porteira	39
Figura 22 – Mata-burro	40
Figura 23 – Abrigo de parada de ônibus.....	44
Figura 24 – Cerca viva.....	48
Figura 25 – Cerca de tela	48



MANUAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS

TOMO IV – OBRAS COMPLEMENTARES

3ª Edição

Curitiba
2023

ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DE OBRAS COMPLEMENTARES

Neste TOMO IV do Manual são abordados assuntos de carácter complementar vinculados às seguintes especificações de serviço de Obras Complementares:

- DER/PR ES-OC 11/23 - CERCAS
- DER/PR ES-OC 12/23 - PORTEIRAS E MATA-BURROS
- DER/PR ES-OC 13/23 - MEIOS-FIOS
- DER/PR ES-OC 15/23 - PROTEÇÃO VEGETAL
- DER/PR ES-OC 17/23 - ABRIGOS PARA PARADAS DE ÔNIBUS
- DER/PR ES-OC 18/23 - CERCA VIVA OU TELA PARA PROTEÇÃO DA FAUNA

Os dispositivos tomados como referência encontram-se detalhados no Álbum de Projetos-Tipo do DER/PR.

OBRAS COMPLEMENTARES

Definem-se como obras complementares todos os trabalhos que dão um acabamento à rodovia e proporcionam condições de circulação com conforto e segurança aos seus usuários e um aspecto paisagístico que mantenha o condutor focado na direção do veículo. Nesse sentido, se apresentam a seguir um conjunto de serviços complementares que vão tornar a rodovia não só mais agradável, mas também mais segura para os veículos que nela circulam.

Neste Tomo IV – Obras Complementares é apresentado um largo conjunto de serviços que podem ser aplicados em determinadas rodovias, mas isso não quer dizer que eles tenham que fazer parte de todas as rodovias que se constroem. A aplicação de alguns deles depende da classe da rodovia, do volume e tipo de tráfego que nela circula, do tipo de relevo, se é rodovia rural ou urbana, das características da região onde se desenvolve, etc. A sua execução deverá estar especificada no Projeto Executivo da obra considerada.

Observa-se que a Especificação de Serviço referente aos Meios-fios está elencada no grupo das Obras Complementares, porém sua execução será abordada no Tomo VI – Sinalização e Segurança Viária, no Capítulo 4 - Serviços Rodoviários em Travessias Urbanas.

1 PROTEÇÃO DE TALUDES

Sendo os taludes elementos muito importantes para a operação e conservação da rodovia, torna-se aconselhável que se adotem, durante a sua construção, cuidados de várias ordens para que eles se comportem sem grandes ações de manutenção ao longo do período de operação da rodovia.

A proteção dos taludes pode ser de vários tipos, dependendo do tipo de solo que os compõem, da sua inclinação e das condições da região onde se situa a rodovia. A seguir se listam os vários tipos de proteção mais comuns, a sua função, particularidades, exigências e cuidados de cada um deles.

1.1 Revestimento Vegetal

O objetivo do revestimento vegetal é criar as condições para que as áreas nuas resultantes da construção de uma rodovia, sejam providas de vegetação no mais curto espaço de tempo, tendo em consideração que o revestimento vegetal é o processo mais eficiente para minimizar efeitos erosivos no escoamento das águas das chuvas.

Essas áreas nuas podem ser de dois tipos: áreas planas ou de pouca declividade (canteiros centrais, interseções, caixas de empréstimos, bota-foras e áreas de jazidas de solo) e de áreas de declividade acentuada (taludes de cortes e aterros), e para cada uma delas tem um processo diferente para alcançar o objetivo que se pretende que é a proteção do corpo estradal, com ênfase no combate ao processo erosivo, melhoria do efeito paisagístico e minimizar os efeitos de agressão ao meio ambiente.

A proteção vegetal consiste na utilização de vegetais diversos com o fim de preservar as áreas expostas do corpo estradal tais como:

- a) **Enleivamento:** é o processo de plantio no qual se utilizam blocos de grama (leivas), extraídos de áreas gramadas adjacentes ao local da obra ou provenientes de viveiros próximos;

- b) **Hidrossemeadura:** consiste na aplicação de uma mistura de sementes, adubos, material de enchimento e substâncias adesivas em água, através de equipamentos apropriados como, por exemplo, uma motobomba acoplada a um caminhão-pipa;
- c) **Capim em touceiras:** Trata-se de capim nativo de boa rusticidade, perene, ereto, entouceirado, com porte inferior a 1,5 m e vocação para fixação de solo ou emprego em recomposição de áreas degradadas. Exemplos: Capim-cidreira-fino (*Elionurus muticus*); Capim-agreste (*Imperata Brasiliensis*); Capim-caninha (*Andropogon lateralis*); Capim-colchão (*Paspalum plicatulum*). A escolha da espécie ou consórcio deve levar em conta as características do solo, microclima e disponibilidade de sementes ou mudas na região de aplicação. É muito utilizada no combate à erosão viária, pois a densidade e tamanho das touceiras atuam como filtro, evitando a queda de sedimentos em canaletas e bueiros;
- d) **Árvores e arbustos:** as mudas de árvores e arbustos devem ser de espécies vegetais escolhidas conforme indicação do projeto, devendo-se dar preferência para plantas nativas da região;
- e) **Bambu** ou espécies do gênero bambusa, que também se prestam ao controle da erosão viária.

1.1.1 Considerações de ordem executiva

Na execução do revestimento vegetal deverão ter prioridade os taludes íngremes, as valas e/ou sarjetas e aquelas áreas que, em virtude do tipo de solo ocorrente, são mais suscetíveis à erosão e os serviços deverão ser realizados por segmentos rodoviários, cuja terraplenagem vai sendo concluída durante o avanço da obra.

A forma de se proceder ao revestimento vegetal, com o plantio de grama, dependerá da disponibilidade local e do fim a que se destina. Por exemplo, o enleivamento, indicado para a cobertura de terrenos friáveis não consolidados, é o método ideal para o revestimento de taludes de aterros. Se não houver facilidade de obtenção de leivas em regiões próximas à

obra, será aconselhável a criação de viveiros em locais nas imediações da obra, à medida que ela vai avançando.

O plantio de grama através de mudas é indicado quando o terreno for plano ou de baixa declividade, de modo a impedir que as mudas sejam levadas por águas pluviais antes de criarem raízes.

A hidrossemeadura é um processo bastante utilizado para a proteção de taludes de cortes ou grandes áreas como, por exemplo, em canteiros de interseções.

No caso de árvores e arbustos, o projeto deverá indicar os tipos de mudas a serem utilizadas. Estas deverão ser, de preferência, de espécies nativas da região.

Com relação ao bambu, são de conhecimento geral cinco situações em que o plantio pode ser indicado:

- a) em saias de aterro;
- b) em taludes afastados da rodovia;
- c) em caixas de retenção;
- d) na recuperação vegetal de caixas de empréstimo e jazidas;
- e) como suporte para dispositivos de controle de erosão.

1.1.1.1 Enleivamento

O plantio de grama, pelo processo de enleivamento, é um dos processos de maior eficiência de proteção vegetal. Para sua efetivação, deverão ser observados os aspectos a seguir.

O preparo do terreno deve ser feito através do revolvimento e, em determinados casos, da escarificação do solo. Em seguida, aplica-se uma camada de terra vegetal sobre a qual se colocarão as leivas. Normalmente, a terra vegetal a ser aplicada é aquela resultante das operações de desmatamento, destocamento e limpeza do terreno, estocada com esta finalidade. Caso contrário, deverá provir de ocorrências próximas ao local de execução.

Quanto à aplicação de adubos, corretivos ou preventivos contra pragas, é conveniente a consulta a um agrônomo ou técnico agrícola da região que poderá opinar quanto a necessidade e tipo de produto a ser empregado.

As leivas deverão provir de áreas gramadas, situadas próximas ao local da obra. Antes do início dos trabalhos, relativos à extração das leivas, é importante certificar-se de que as condições de sanidade e desenvolvimento da grama existente na área são satisfatórias. Recomenda-se aqui, novamente, que se consulte um especialista. Decidindo-se pelo aproveitamento, a grama deverá ser podada rente ao solo, sendo então extraídas placas com as dimensões padronizadas, ou seja, de formato quadrado, com os lados medindo, entre 30 cm e 40 cm e profundidade de 5 cm a 10 cm. Deve-se ter especial cuidado com a profundidade da leiva, pois valores muito baixos expõe as raízes da gramínea em demasia, além da trazer dificuldades para a sua carga e transporte, dificultando a posterior “pega” da grama. Esta extração pode ser feita com equipamentos manuais (cortadeiras, pás etc.), ou mecânicos. Extraídas as leivas, procede-se a carga e o seu transporte em caminhões até o local de aplicação, conforme Figura 1 – Obtenção de leivas.

Figura 1 – Obtenção de leivas



Fonte: sóGRAMAS, 2022.

O plantio propriamente dito (Figura 2 – Plantio de leivas) consistirá na colocação das placas sobre terreno já preparado, o que é feito manualmente, e a fixação das leivas. Para a fixação, deve-se proceder a compactação com soquetes de madeira ou metálicos e, se o terreno for muito íngreme, como no caso de taludes de corte ou aterro, deverão ser utilizados ponteiros de madeira com dimensões tais que atravessem a placa de grama, fixando as ao terreno natural.

Figura 2 – Plantio de leivas



Fonte: Brasverde, 2022.

Para completar o processo, deve-se irrigar a área recém-plantada. Esta operação deverá ser regularmente repetida, após o plantio, até a definitiva fixação das leivas ao solo.

1.1.1.2 Plantio de grama em mudas

O processo de preparo do terreno e extração das leivas é semelhante ao descrito para o caso de enleivamento.

No local da obra, as leivas serão transformadas em mudas para então serem plantadas. A incorporação das mudas ao terreno será feita através da abertura de sulcos, com aproximadamente 8,0 cm de profundidade. A quantidade utilizada é da ordem de 100 mudas/m².

As mudas ou touceiras, conservando as raízes, devem ser colocadas nos sulcos, reaterradas e compactadas manualmente. A terra resultante da transformação da leiva em mudas será lançada sobre a área plantada.

Após o plantio, procede-se a irrigação da área, a qual será repetida, sempre que necessário, até a definitiva fixação das mudas ao solo.

Figura 3 – Plantio de touceiras



Fonte: Globorural, 2022.

1.1.1.3 Hidrosseadura

A superfície do terreno sobre a qual será feita a proteção vegetal por hidrosseadura deverá ser previamente preparada através do revolvimento e/ou escarificação do solo e, quando for o caso, nivelamento do terreno no greide ou seção transversal.

Para melhor fixação do adubo e sementes ao solo, deve se proceder um picoteamento manual do terreno.

O projeto deve ter estabelecido o tipo de semente e adubo a utilizar, a necessidade de incorporação de outros elementos corretivos ou defensivos, assim como, as dosagens requeridas. Caso isto não ocorra, é fundamental uma consulta a técnico especializado.

O lançamento das sementes e adubo será feito com auxílio de equipamento apropriado (hidrosseadeira) ou com a utilização de caminhão pipa, acoplado a uma motobomba, conforme Figura 4 – Hidrosseadura.

A irrigação deverá ser feita regularmente até a germinação das sementes e completo recobrimento vegetal da área tratada.

Figura 4 – Hidrossemeadura



Fonte: Terra Verde, 2022.

1.1.1.4 Árvores e arbustos

Neste caso, o plantio se fará sempre com a utilização de mudas. As mudas das árvores (Figura 5 – Mudanças de árvores nativas) e arbustos deverão ser das espécies definidas nativas da região no projeto. As mudas de capim em touceiras serão obtidas através de touceiras matrizes.

Figura 5 – Mudanças de árvores nativas



Fonte: Horizonte Ambiental, 2022.

As mudas para as matrizes poderão ser obtidas na faixa de domínio da rodovia, ou através de cooperativas agrícolas, e então transplantadas em um viveiro. Após atingirem o

desenvolvimento ideal para o plantio, e em condições climáticas adequadas, serão transportadas para o local definitivo.

Para o plantio deverão ser abertas covas com dimensões condizentes com as mudas, com auxílio de ferramentas manuais. No caso de erva-cidreira, as covas serão feitas a uma distância de 70 cm a 100 cm dos dispositivos de drenagem e com espaçamento longitudinal de, aproximadamente, 20 cm.

Figura 6 – Plantio de mudas



Fonte: Plantverd, 2022.

As covas serão umedecidas e as mudas posicionadas em seu interior. Se necessário, far-se-á a adição de adubos, corretivos ou preventivos. O reaterro será feito com solo local, seguido de apiloamento e irrigação.

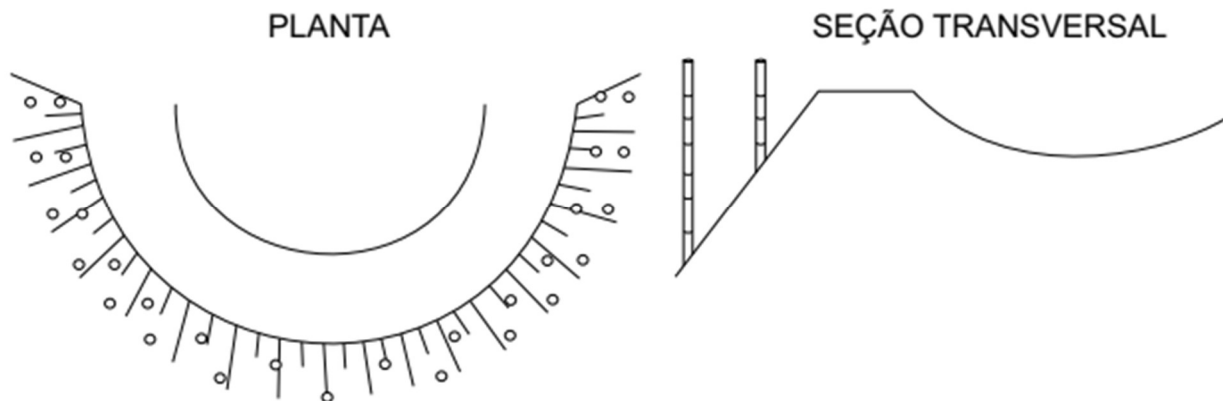
A irrigação deverá ser procedida, a intervalos regulares, até a "pega" definitiva das mudas.

1.1.1.5 Bambu

O DER/PR já tem experiência do emprego de bambu em obras no noroeste do Estado, em recuperação de caixas de retenção.

As mudas foram plantadas com espaçamento de 1,0 m, em duas fileiras, como indica a Figura 7 – Disposição das mudas de bambu, a seguir.

Figura 7 – Disposição das mudas de bambu



Fonte: DER/PR, 1996.

Os resultados obtidos foram bons. O bambu na caixa de retenção aumenta a resistência do solo à ação da água, facilita a sua infiltração e evita o processo de tijolamento da argila no fundo da caixa.

A produção de mudas se dá a partir de touceiras com mais de três anos de idade, cortando-se aproximadamente 70% dos colmos a uma altura de 30 cm do solo, desmembrando-se os rizomas. Uma muda deve corresponder a dois nós de um rizoma. O acondicionamento para transporte deve se dar em sacos plásticos com solo adubado, na dosagem de 40 g para cada 2 kg de solo.

O armazenamento em viveiros, com rega diária, deverá se dar por um período de 6 meses, até que estejam aptos para plantio.

1.1.2 Considerações sobre o acompanhamento e controle

Para assegurar a perfeita execução dos serviços, devem ser observados os seguintes aspectos:

- a) É importante que as leivas, mudas e/ou sementes empregadas sejam de boa qualidade e de espécies vegetais aplicáveis às condições climáticas e de solo da região;

- b) A incorporação de adubos, corretivos do solo e preventivos contra pragas e doenças seja feita corretamente, devendo ser consultados técnicos especializados;
- c) A proteção vegetal deve ser feita nos locais e de acordo, no que diz respeito aos tipos a empregar, espaçamentos etc., com as indicações do projeto;
- d) Após o plantio, a Fiscalização deverá fazer um acompanhamento contínuo das áreas tratadas, exigindo da executante a irrigação adequada e as eventuais correções, quando necessárias.

1.1.3 Recomendações especiais

Não obstante as considerações executivas e de controle descritas atrás, deverão ser tidas em atenção as recomendações que se apresentam:

- a) No plantio de árvores, deve-se tomar cuidado para sua adequada localização, principalmente tendo em vista a segurança dos usuários da via e as condições de visibilidade em lados internos de curvas, interseções e acessos;
- b) A vegetação na faixa de domínio e vizinhanças oferece grande proteção ao corpo estradal e deverá ser preservada ao máximo. O desmatamento, por conseguinte, deve ficar restrito às áreas onde seja absolutamente necessário;
- c) A utilização de adubos comerciais, corretivos e preventivos químicos deve ser feita com muito cuidado. Quando houver necessidade de aplicação desses produtos, deve-se exigir a apresentação de certificado de laboratório idôneo e do órgão governamental responsável pelo meio ambiente, atestando que os mesmos não contenham elementos tóxicos e/ou poluidores do meio ambiente.

1.2 Revestimento com Concreto Projetado

A aplicação de concreto de cimento projetado sobre taludes parcialmente instáveis devido a processos erosivos e que podem desestabilizar os maciços a montante destes locais, é um processo especialmente aplicado como medida protetora.

Figura 8 – Aplicação de concreto projetado



Fonte: Briforte, 2022.

Considerando-se que a implantação das técnicas de proteção de taludes envolve custos elevados, é usual a elaboração de um estudo de engenharia associado ao projeto ambiental de proteção de taludes, para avaliação geológica e geotécnica dos maciços onde ocorram instabilidade, do relevo e suas declividades e da pedologia dos solos, incluindo-se os ensaios laboratoriais e pesquisas necessárias.

O serviço de proteção de taludes visa à ação imediata contra o efeito de agentes erosivos e processos de deslocamento de partículas do solo e blocos de rocha, que danificam ou reduzem a capacidade do sistema de drenagem superficial de proteção do corpo estradal, ou ainda, favorecem a instabilidade geomecânica destes locais, conseqüentemente, a desagregação ou deslocamento de blocos de rocha (pequenos ou grandes) ou pedras soltas. A ocorrência do deslocamento destes blocos e a sua rolagem pelo talude são de alto risco para os usuários da rodovia, em especial pela conseqüente geração de acidentes rodoviários.

A aplicação de concreto projetado nos taludes tem como objetivo proteger ou recuperar determinada área do talude e é um revestimento que fornece determinado grau de estabilidade para o solo, passando maior segurança para estruturas e atividades ao redor. A aplicação do concreto projetado para taludes não é recomendada para locais com grandes exigências estruturais, pois se trata de um recurso para revestimento e que possui

menor capacidade estrutural. Todavia, a realização de uma aplicação de concreto projetado para taludes pode trazer inúmeros benefícios para diversas situações, tais como:

- a) Rapidez na aplicação;
- b) Menor tempo de execução (ideal para casos emergenciais);
- c) Maior cobertura de superfície;
- d) Menor custo de aplicação;
- e) Não necessita da utilização de formas;
- f) Fixa o talude na posição desejada;
- g) Excelente durabilidade para locais com menores exigências.

1.2.1 Processo executivo

Antes do início da aplicação verificar se a preparação das superfícies foi efetuada dias ou semanas antes da aplicação e, em caso afirmativo, o substrato deve ser novamente limpo e umedecido e verificar se os materiais e equipamentos estão em condições de permitir uma operação contínua e eficiente.

O concreto projetado por via seca e o concreto projetado por via úmida utilizam diferentes tipos de equipamentos, com os quais a equipe básica deve estar perfeitamente familiarizada.

O concreto projetado pode ser aplicado em camadas ou em uma só camada de 25 mm a 50 mm, para evitar ondulações e deslocamentos. Em qualquer caso, é o comportamento do material aplicado que comanda a espessura das camadas.

O “*rebound*” é um subproduto indesejável do jateamento, que pode ser controlado ou minimizado pela habilidade do operador, mas, em nenhuma hipótese, este subproduto pode ser reaproveitado.

O concreto projetado deve ser curado por umedecimento por 24 horas; para tanto podem ser empregados dispositivos que permitam cura por imersão, aspersão, vapor de água ou

ainda, pelo uso de material de cobertura mantido continuamente molhado. A cura deve prosseguir por um período mínimo de 7 dias ou até que seja obtida a resistência média especificada. Quando a umidade do ar for superior a 85% pode ser permitida cura natural.

1.2.2 Acompanhamento do processo

O concreto projetado envolve uma sequência de operações interdependentes: uma simples operação mal executada pode pôr a perder todo o trabalho; assim, o recebimento e a preparação dos materiais, a verificação da calibragem e do estado dos equipamentos, a experiência e a suficiência da equipe e o controle da qualidade do produto final devem ser inspecionados por pessoal qualificado, supervisionado por engenheiro experiente.

O concreto projetado em talude é utilizado para manutenção e preservação dos terrenos, onde ocorrem processos erosivos decorrentes das águas pluviais; também pode ser utilizado para reforçar o solo sendo uma prevenção para essas erosões, e para corrigir desmoronamentos que tornam os taludes instáveis e suscetíveis a rupturas que oferecem risco para pessoas e propriedades.

Neste caso são realizadas perfurações no solo e instaladas barras de aço (chumbadores) que são ancoradas no solo por meio de injeção de calda de cimento através de mangueiras especiais. Após esse procedimento, o talude é finalizado com um revestimento de concreto projetado para sua proteção superficial, em conformidade com o projeto. O concreto projetado em talude é um serviço feito de forma setorizada, aperfeiçoando as condições geológicas do terreno.

1.3 Revestimento dos Taludes com Telas de Aço

No processo de construção de cortes em rocha ou com solo e blocos de rocha, embora respeitada a declividade dos taludes informada no projeto, pode ocorrer na superfície do talude, em casos especiais, a presença de pedras soltas ou rochas fendilhadas, ditas usualmente pedras chocas que, devido ao rigor das intempéries, podem ser descalçadas e rolar pelo talude ou em equilíbrio instável e colocando em risco os usuários da rodovia.

Quando estes blocos fendilhados ou pedras soltas, que permanecem engaiolados nos taludes, são de tamanho reduzido é técnica corrente da construção provocar o seu desprendimento, com equipamento adequado antes da abertura ao tráfego.

Entretanto, se a situação persistir, antes da entrada da rodovia em operação, podem adotar-se medidas de proteção ao usuário que consistem na aplicação de telas metálicas por gunitagem ou de construção de vigamentos com ou sem contrafortes de concreto armado, no sentido de evitar que esses blocos caiam sobre a rodovia e provoquem danos aos usuários ou obriguem à interrupção do tráfego.

Figura 9 – Talude protegido com tela de aço



Fonte: Maccaferri, 2022.

1.3.1 Processo executivo

Concluída a limpeza do talude, serão implantados grampos nas fendas da rocha por concretagem ou por perfuração mecanizada, que permitirão a fixação da tela na superfície. Em seguida serão lançadas e grampeadas as telas metálicas finas, malha de 5 cm a 20 cm e fios de 2 mm a 5 mm, ao longo da superfície, sendo executada uma valeta na crista do corte para receber a primeira linha de grampos. Para fixação destes grampos, os chumbadores de 20 cm a 40 cm poderão ser fixados ao solo por penetração através de marreta ou em casos de penetração mais profunda, através de furação a trado (diâmetro 1 cm a 2 cm) complementada com marreta ou à aplicação de chumbadores especiais rosqueados.

As telas vêm acondicionadas em bobinas, e a aplicação deve ser iniciada pelo topo do talude, isto é, partindo-se da crista do talude ou no ponto mais alto da encosta (de montante para jusante) desenrolando-se a bobina, e fixando-a nos grampos de modo a emoldurar os blocos de rocha suspeitos, conforme especificações do fabricante e recomendações dos estudos geotécnicos.

As bobinas devem ser estendidas (desenroladas) sempre no sentido da declividade do talude e sua fixação deve seguir a recomendação técnica estabelecida no projeto ou recomendada pelo fabricante da tela, em função do material e inclinação do talude, utilizando-se a quantidade e especificação dos grampos. Os transpasses laterais das telas devem ser de 20 cm a 30 cm, e a sobreposição (transpasse) longitudinal deverá ser de no mínimo 50 cm, sendo a amarração ou amarrilho entre elas espaçadas no máximo a cada 30 cm.

Esta fixação será feita com grampos de aço de tamanhos e formas variadas, devendo ser aplicada conforme detalhado em projeto, de acordo com as características específicas do local a ser protegido ou recuperado. É importante salientar que quanto melhor for a fixação da tela ao talude, maior segurança será conferida ao projeto.

Complementarmente à aplicação da tela metálica, poderão ser construídos contrafortes ou vigamentos de concreto armado, que serão moldados em função das saliências ou reentrâncias do talude e poderão ser usados para o preenchimento de espaços vazios da superfície dos taludes. A metodologia dos mesmos é conforme os manuais de construção civil e devem atender as disposições do projeto, podendo-se aplicar tantos contrafortes quantos forem necessários até a perfeita segurança do talude.

1.3.2 Acompanhamento

O controle da execução desta proteção e as inspeções periódicas para a avaliação da sua segurança devem vir especificados no projeto de engenharia ou nas recomendações do fabricante.

No aspecto ambiental este processo deverá permitir uma visão harmoniosa dos taludes e no aspecto de segurança deverá assegurar os objetivos previstos contra riscos futuros.

1.4 Impermeabilização Asfáltica de Taludes

A impermeabilização asfáltica de taludes é a aplicação de uma mistura de emulsão asfáltica, cimento e água, em duas demãos, tendo por finalidades o combate à erosão e a impermeabilização contra as águas de chuvas. Este serviço não pode ser aplicado em talude de corte que tenha lençol freático rebaixado por dreno subterrâneo. Recomenda-se ainda não o usar, quando outra solução pode resolver o problema, por motivos estéticos e de proteção ambiental.

1.4.1 Processo executivo

O solo do talude a ser impermeabilizado contra a água da chuva não poderá ter umidade natural elevada (acima de 7%) e nem teor elevado de matéria orgânica.

Para a execução da impermeabilização asfáltica de taludes podem ser utilizados os seguintes equipamentos:

- a) **para o apoio:** andaime de madeira ou metálico com 4,0 m de comprimento e 0,60 m de largura, acionado por sistema de cordas e roldanas; escadas de madeira de fácil remoção e que admitam a fixação de suportes entre elas; outros meios de apoio seguros para o acesso dos operadores à superfície rampada do talude;
- b) **para limpeza:** vassouras, enxadões e outros equipamentos para a limpeza do talude;
- c) **para a impermeabilização:** brochas, trinchas de fios de cerdas para o espalhamento em duas demãos da mistura asfáltica sobre o talude.

1.4.1.1 Regularização e limpeza dos taludes

A pintura impermeabilizante deve ser feita logo após a execução do corte, sempre que possível.

A superfície do talude deverá se apresentar plana, sem ressaltos nem cavidades. Os ressaltos que subsistirem, se forem terrosos, deverão ser raspados com enxadões ou outro equipamento apropriado. Se forem rochosos não deverão ser removidos. Os sulcos deverão ser preenchidos com solo-cimento, com teor de 10% de cimento, compactado com soquete, na umidade ótima, determinada em função do solo de preenchimento. Antes da aplicação do solo-cimento, os sulcos deverão ser escavados em forma de caixas, com pelo menos 10 cm em qualquer de suas dimensões.

Após a regularização do talude, faz-se uma varredura de toda área a ser tratada, de modo a eliminar todo material pulverulento.

1.4.1.2 Preparo da mistura

Em um tambor comum, devidamente limpo, introduz-se a emulsão e adiciona-se água gradativamente, revolvendo-se continuamente os dois materiais com uma haste de madeira ou de metal. Terminada a adição de água, acrescenta-se o cimento, progressivamente continuando-se o revolvimento até obter-se uma mistura cremosa, quase fluida. A quantidade da mistura a ser produzida de cada vez é função da área a ser pintada e do número de operadores, de maneira que toda mistura seja aplicada em no máximo 1 (uma) hora depois de pronta.

As proporções máximas dos traços em pesos recomendados, são as seguintes:

a) **Para solos arenosos:**

- a.1) na 1ª demão: 1 de emulsão + 0,8 de água + 0,55 de cimento;
- a.2) na 2ª demão: 1 de emulsão + 0,5 de água + 1 de cimento.

b) **Para solos argilosos:**

b.1) na 1ª demão: 1 de emulsão + 1 de água + 0,5 de cimento;

b.2) na 2ª demão: 1 de emulsão + 0,5 de água + 1 de cimento.

Para garantir a maior penetração possível da mistura no talude, pode-se variar ligeiramente a fluidez na 1ª demão, alterando-se a relação emulsão/água, conseguindo-se experimentalmente o traço ideal em função do solo de cada caso.

1.4.1.3 Quantidade de aplicação

As taxas de aplicação da mistura em cada demão são de 1,0 kg/m² a 1,5 kg/m² de talude. No caso de cortes executados com banquetas, o preparo da mistura deverá ser feito na plataforma da banquetta para evitar as inconveniências do transporte vertical.

1.4.1.4 Aplicação da mistura

Imediatamente antes da aplicação da 1ª demão o talude poderá ser ligeiramente umedecido para facilitar a penetração. Cada operador disporá de um balde contendo mistura e executará a pintura com uma brocha ou trincha de fios de cerda, iniciando na parte superior do talude em direção à parte mais baixa, em faixas com 1m de altura. O operador deverá apoiar-se no andaime, ou escada, ou ser suportado por cordas que se deslocarão paralelamente aos taludes. Outros tipos de apoio poderão ser utilizados desde que não afetem a conformação do talude.

As aplicações da mistura serão feitas em duas demãos, conforme traços estabelecidos, aplicando-se a 1ª demão em uma faixa de todo talude seguida da aplicação da 2ª demão desta faixa.

Para cortes com banquetas, deve-se pintar cada talude limitado pela plataforma da banquetta, a partir da cota mais alta, passando-se somente para o talude inferior quando

concluído as duas demãos do talude superior. A pintura da plataforma da banquetta deverá se iniciar pelo bordo junto a canaleta de drenagem prosseguindo-se em direção ao bordo externo, geralmente da direita para a esquerda da plataforma.

1.5 Contenção de Encostas com Gabiões

A estrutura de gabião para arrimo de proteção do corpo estradal é utilizada como sustentação para evitar o desmoronamento quando as condições hidrológicas, geotécnicas e de inclinação do talude estradal são instáveis e exigem um arrimo de gravidade, resultante da ação de seu peso próprio, do tipo flexível e permeável. Para evitar carreamento de solo para o interior dos gabiões e para preservar sua capacidade drenante/filtrante deve-se estender uma manta de geotêxtil na face interna dos gabiões e executar, entre esta face com o geotêxtil e o maciço a ser arrimado, uma camada de transição, com areia de rio, com 20 cm de espessura, ao longo de toda face interna.

Figura 10 – Muro de gabião



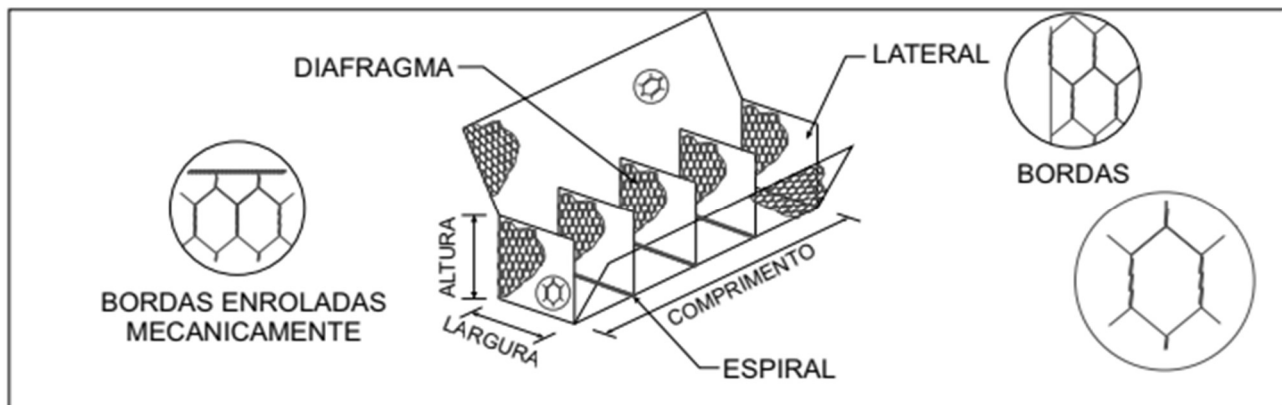
Fonte: Maccaferri, 2022

1.5.1 Conceitos básicos

- a) o gabião normalmente utilizado para proteção do corpo estradal é o tipo caixa, que são peças em forma de paralelepípedos retângulos constituídos por uma

rede metálica de malha hexagonal, de dupla torção, fabricado com arame de aço com baixo teor de carbono, com zincagem pesada, recoberto ou não com material plástico. As arestas da caixa são ligadas com fios de diâmetro maior que o da malha para robustecer a armação metálica.

Figura 11 – Gabião tipo caixa



Fonte: Maccaferri, 2020.

- b) a malha hexagonal com dupla torção é fabricada com arame de aço zincado a quente obedecendo a norma ABNT-NBR 8964/13. Em ambientes agressivos de corrosão o arame é revestido com uma camada de cloreto de polivinil (PVC), com espessura mínima de 0,4 mm.
- c) a pedra de mão, que é definida como o fragmento de rocha, de forma arredondada, com diâmetro entre 7,6 cm e 25 cm, deverá ter tamanhos uniformes, com a menor dimensão compreendida entre uma e duas vezes a dimensão da malha. A pedra pode ser natural ou resultante de britagem, sendo exigido um peso específico real superior a 2,3 tf/m³. Não são aceitos materiais friáveis, que se fragmentam.

1.5.2 Processo executivo

1.5.2.1 Pré-montagem dos gabiões

- a) identificar os fardos dos gabiões, organizando-os por tipo e dimensões;

- b) preparar uma área limpa, com piso plano, regular e duro para os trabalhos de pré-montagem das caixas;
- c) abrir completamente o gabião sobre a área limpa para regularizá-lo nos pontos amassados na formação dos fardos ou durante o transporte;
- d) levantar e redobrar a 90° as paredes laterais aos pares para a união das arestas ou cantos da caixa. Se necessário, pode-se utilizar um pedaço de madeira serrada para alinhar a malha e fazer a dobra das paredes laterais;

Figura 12 – Pré-montagem do gabião



Fonte: Maccaferri, 2015.

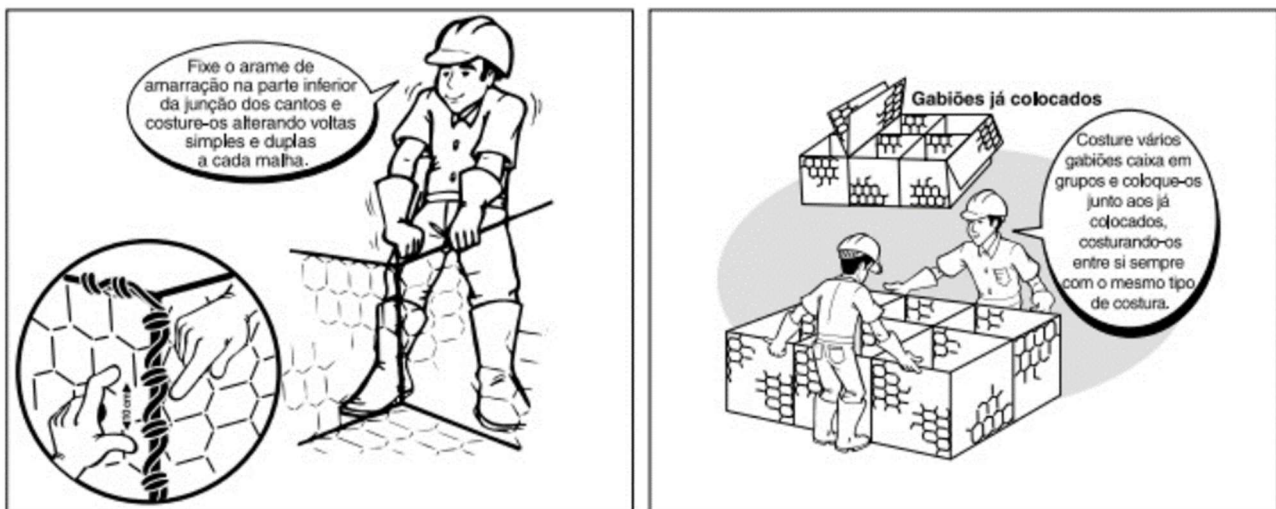
- e) Unir as arestas dos quatro cantos da caixa, bem como as divisões internas (diafragmas). A costura obedecerá a seguinte sequência:
 - e.1) unir primeiramente os cantos superiores usando as pontas dos arames de reforço que são os de maior diâmetro;
 - e.2) em seguida, costurar de baixo para cima, percorrendo toda linha de união das arestas;
 - e.3) a costura é feita com os arames de amarração que são fornecidos juntamente com as caixas;
 - e.4) após a fixação do arame de amarração no vértice inferior, realiza-se a costura passando o arame por todas as malhas, alternando voltas simples com voltas duplas do arame de amarração até atingir o vértice superior;

e.5) quanto mais firme os pontos de costura, melhor será a qualidade da pré-montagem das caixas.

1.5.2.2 Montagem dos gabiões

- a) posicionar os gabiões conforme a seção projetada, costurando-os entre si, em todas as arestas comuns, seguindo os critérios de amarração da alínea e), do item 1.5.2.1;

Figura 13 – Posicionamento do gabião

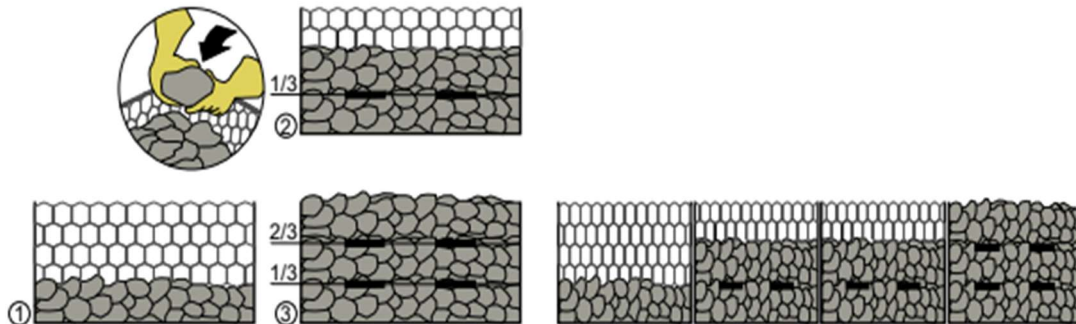


Fonte: Maccaferri, 2015.

- b) posicionar os gabaritos de madeira para auxiliar no alinhamento das caixas e impor a inclinação de projeto, normalmente entre 3° e 6° para dentro do aterro a ser arrimado;
- c) proceder o enchimento das caixas com as pedras, que deverão ser arrumadas manualmente evitando, ao máximo, os espaços vazios. Para caixas com altura de 1,00 m, o enchimento deve ser feito em três etapas. A cada terço preenchido deve-se instalar tirantes, que são arames que atirantam a parede de verso com as de frente da caixa, aumentando a rigidez. Recomenda-se 4 tirantes por m². A amarração dos tirantes nas paredes deve envolver 2 malhas hexagonais (ver ilustração). Para caixa com altura de 0,50 m, o enchimento deve ser feito em

duas fases, com tirantes a meia altura. Nas extremidades do muro de arrimo podem ser instalados tirantes complementares para maior rigidez.

Figura 14 – Enchimento do gabião



Fonte: Adaptado de Maccaferri, 2015.

- d) quanto a sequência de execução do muro de gabiões pode-se encher o primeiro terço de várias caixas adjacentes, desde que estejam devidamente pré-fixadas à camada ou fiada inferior, deixando-se a última camada vazia para facilitar a montagem da caixa seguinte. O enchimento do segundo e terceiro terços de uma caixa pode ser feito desde que a caixa adjacente esteja parcialmente cheia, ou seja, manter sempre um terço de defasagem da caixa vizinha.
- e) a tampa da caixa será fechada em todos os bordos obedecendo os critérios de costura já citados.
- f) o geotêxtil e o filtro de areia de rio serão implantados na parede interna do muro de gabiões, entre este e o maciço arrimado.

2 BARREIRAS ACÚSTICAS

A retomada do desenvolvimento econômico do país aumentou consideravelmente o volume de tráfego de automóveis e caminhões pesados pelas estradas brasileiras, elevando a poluição sonora, especialmente nas travessias de aglomerados populacionais, a um nível que prejudica a saúde da população das áreas vizinhas às rodovias.

É sabido que o ruído excessivo provoca danos graves à saúde, causando problemas fisiológicos e psicológicos e o estresse provocado pelo ruído causa cansaço físico e mental, insônia, dificuldade de concentração e doenças no coração.

2.1 Aspectos Conceituais

A Organização Mundial da Saúde (OMS), define que é prejudicial à saúde o ruído acima de 60 dB(A) – decibéis na escala A – uma escala de ponderação que tenta imitar o ouvido humano. O ruído gerado pelo tráfego que circula numa rodovia, em travessias urbanas, pode atingir com alguma frequência 70/80 dB(A), valor esse bem acima do nível recomendado pela Organização Mundial da Saúde.

Esse ruído, a partir de 42 dB(A) constante e por largos períodos, já tem também impacto sobre a fauna, por interferir na comunicação dos pássaros e provocando o declínio da população animal.

Pesquisas de campo realizadas sobre o volume de ruído lindeiro às margens de rodovias, mostraram como o ruído se dispersa. Foram feitas medições na via Dutra, em uma planície na altura do quilômetro 160 e os resultados foram os seguintes: Com o equipamento atrás do guard-rail, o nível de ruído equivalente era de 84,6 dB(A). À medida que se afastava o equipamento da rodovia, o volume se reduzia até chegar a um nível constante. A uma distância de 25 m da pista, o nível de ruído caiu para 75,5 dB(A); a 50 m, 70 dB(A); a 100 m, 61 dB(A); a 200 m e 300 m, 59 dB(A); e a 500 m, 56,5 dB(A). Num outro estudo na via Anhanguera, região de Campinas, numa distância de 56 m do eixo central da pista, o nível de ruído equivalente era de 61,5 dB(A).

O barulho do tráfego em estradas é uma das piores consequências de poluição sonora encontrada nas maiores cidades. Com as grandes expansões urbanas e o aumento do tráfego, faz com que moradores e pedestres, exijam uma redução desse tipo de ruído. A barreira acústica em rodovias fornece efetivamente uma grande satisfação para resolver esse problema.

A simples implantação de barreiras próximas aos locais habitados pode reduzir o volume de ruído aos níveis aceitáveis e trazer conforto acústico. A barreira acústica é uma obstrução sólida construída nas laterais da via. Elas não bloqueiam completamente todo o ruído, porém a redução chega a níveis globais de barulhos aceitos pelas mais conceituadas instituições de medição sonora.

Não somente variáveis acústicas são consideradas no projeto. Por ser uma solução complexa, com interferências relevantes na paisagem, as características da barreira devem ser definidas também se levando em conta fatores urbanísticos, ambientais e até sociais.

Do ponto de vista acústico, a barreira funciona geralmente como elemento isolante. Porém, em algumas condições deve ter também propriedades de absorção, para minimizar a reflexão das ondas sonoras que incidem sobre ela. Por exemplo, em situações em que ela está instalada muito próxima à via é praticamente obrigatório que a barreira seja também absorvente. Mas é o projeto que vai dar as características.

Figura 15 – Barreira acústica em rodovia



Fonte: Acoustic Control, 2022.

2.2 Aspectos Relacionados à Concepção

No Brasil os materiais comumente aplicados na construção de barreiras acústicas são chapas metálicas e painéis em concreto. Com menor frequência, aparecem proteções em policarbonatos e vidros. Madeiras e elementos naturais, como plantas e arbustos, são opções bastante utilizadas em países onde a solução é mais disseminada, como se pode verificar na foto que se apresenta a seguir que mostra a aplicação de painéis de madeira de várias cores.

Figura 16 – Aplicação de barreiras acústicas



Fonte: Farcimar, 2022.

A seguir apresentam-se os principais materiais mais utilizados no Brasil para este tipo de barreiras acústicas:

- a) **Concreto:** A propriedade isolante é dada em função da massa, as placas de concreto serem opção para a constituição dos anteparos. O material, tem ainda vantagens relacionadas à resistência estrutural, durabilidade, baixa manutenção e custo moderado. Se forem necessárias propriedades absorventes, a barreira poderá ser composta por uma camada de concreto armado e outra de concreto poroso";

- b) **Metálicas:** As chapas podem ser perfuradas em uma das faces e recheadas com lã de rocha ou lã de vidro, aliando, assim, propriedades isolantes e de absorção. Apesar de versáteis, exigem manutenção constante para evitar a deterioração precoce;
- c) **Vidro:** A norma da ABNT determina que só devem ser utilizados vidros de segurança. Orienta ainda sobre o perigo do anteparo transparente para os pássaros e as possíveis reflexões de luz que podem prejudicar motoristas;
- d) **Policarbonato:** Assim como o vidro é ótimo isolante e apresenta a vantagem de permitir uma melhor integração com a paisagem;
- e) **Madeira:** Deve ser resistente a pragas orgânicas, umidade e altas temperaturas. As barreiras de madeira são muito adequadas para áreas rurais preservadas, onde não é necessário atingir grandes alturas. A possibilidade de uso de materiais recicláveis resulta em atributos ligados à sustentabilidade;
- f) **Vegetação:** Se integram bem com a paisagem e podem ser combinadas com barreiras artificiais. Porém em termos de níveis sonoros a redução é mínima. Para conseguir uma redução de 2 decibéis precisamos de, aproximadamente, 50 metros de vegetação densa, o que não constitui uma alternativa viável na maioria dos casos.

3 DISPOSITIVOS ANTIOFUSCAMENTO

3.1 Conceitos Básicos

Dispositivo antiofuscamento é um dispositivo de proteção visual para impedir o ofuscamento dos condutores provocado pela luz dos faróis dos veículos que circulam no sentido oposto ou por interferências luminosas adjacentes à via.

Deverá ser observado o disposto na NBR 7941 (Segurança no tráfego – Dispositivo antiofuscante).

3.2 Aspectos Relacionados à Concepção

Deve ser utilizado no canteiro divisor de fluxos opostos, montados sobre sistema de contenção veicular ou diretamente no solo, com a função de bloquear a luz dos faróis que provocam ofuscamento nos condutores que transitam no sentido oposto.

Sua instalação não deve interferir na visibilidade da sinalização vertical.

Deve resistir à ação dos ventos e não utilizar peças e conjuntos que, em caso de acidente, agravem suas consequências.

Na sua utilização deve ser levada em consideração a largura do canteiro, o VMD, a composição do tráfego, a geometria e o histórico de acidentes.

Devem permitir a visão perpendicular, o que evita sensação de confinamento.

Deve ser compatível com o sistema de contenção que lhe serve de apoio, de modo que não resulte fresta superior a 0,10 m entre a barreira antiofuscamento e a superfície superior do sistema de contenção.

Para que o antiofuscamento seja efetivo, o conjunto barreira antiofuscamento e o sistema de contenção deve ter altura total compreendida entre 1,60 m e 2,20 m.

Os sistemas antiofuscamento atualmente mais em uso são:

- a) **Painel de chapa expandida** - confeccionadas em aço carbono, com uma grande variedade de malhas e suportes, podendo ser montado sobre sistema de contenção veicular ou diretamente no solo.
- b) **Painel eletrossoldado** - constituído por painéis de malha retangular, com uma grande variedade de malhas e suportes, podendo ser montado sobre sistema de contenção veicular ou diretamente no solo.
- c) **Lamela plástica** - são dispositivos elaborados em polietileno ou PVC, com bordas arredondadas, suportados por elementos metálicos.

Figura 17 – Dispositivo em tela



Fonte: Hexxa Metal, 2022.

Figura 18 – Dispositivo em lamela plástica



Fonte: Sinalisa, 2022.

4 CERCAS, PORTEIRAS E MATA-BURROS

4.1 Cercas

Cercas são dispositivos de delimitação e vedação da faixa de domínio, constituídas por mourões de suporte, mourões esticadores, tramas e arame liso ou farpado. Devem ser executadas ao longo da rodovia, excetuando-se aqueles locais nos quais a sua falta não compromete os seus objetivos, tais como: travessia de grandes rios, cruzamentos com outras rodovias etc.

Figura 19 – Cerca de arame farpado



Fonte: Rastro, 2022.

4.1.1 Aspectos Conceituais

Mourões de suporte são peças de madeira ou concreto armado destinados, tão somente, a sustentar e a manter suficientemente indeslocáveis as fiadas de arame. Em termos funcionais existem diferentes componentes de elementos que se descrevem a seguir.

- a) **Mourões esticadores:** são peças de madeira ou concreto armado que se destinam ao estiramento das fiadas de arame;
- b) **Mourões de escora:** são peças de madeira ou concreto armado utilizadas como reforço dos mourões esticadores;
- c) **Tramas:** são peças de madeira, destinadas à manutenção do espaçamento entre as fiadas de arame, no caso de cercas de arame liso;
- d) **Atilho:** arame galvanizado nº 12 ou nº 14 usado para amarrar a trama de madeira ao fio de arame;
- e) **Balancim:** em algumas regiões, ao invés de tramas de madeira, usam-se balancins que são feitos com arame retorcido;
- f) **Arame:** com relação ao arame, poderão ser utilizados arame farpado e arame liso. O arame farpado é formado por dois fios de aço zincado enrolados em hélice, provido de farpas espaçadas regularmente, que são as pontas dos fios, cortados em diagonal.

A classe especificada é a 350, ou seja, arame farpado com carga de ruptura à tração não inferior a 35º daN. O fio da cordoalha é o de número 16, ou de diâmetro nominal igual a 1,60 mm.

Quanto à categoria, referente à cobertura do fio com uma camada de zinco contínua e uniforme, é classificada como pesada (mínimo de 200 g/m²).

O arame liso é obtido a partir do fio-máquina de aço carbono, sendo trefilado com uma seção final ovalada definida por seus diâmetros maior e menor, e zincado. Deve apresentar uma carga mínima de ruptura de 700 daN. A massa da camada de zinco é de 60 g/m² (camada leve) e 230 g/m² (camada pesada).

Com relação aos materiais a empregar, trata-se de uma decisão a ser tomada a nível de projeto, com base no conhecimento das condições prevaletentes e dos custos envolvidos. Fatores como tipo de uso de solo e disponibilidade de materiais e de mão de obra especializada, entre outros, devem ser considerados.

O projeto de cercas deverá considerar os dispositivos constantes do "Álbum de Projetos-Tipo" do DER/PR.

A escolha do tipo a ser empregado será definida pelo projeto, levando em consideração os seguintes aspectos:

- a) facilidade de obtenção de materiais;
- b) tipo de ocupação das áreas contíguas à faixa de domínio.

A escolha entre a utilização de mourões de concreto ou de madeira será função da disponibilidade, na região considerada, de madeira de qualidade dura para uso externo tratada e em condições econômicas aceitáveis. Já a decisão quanto à utilização de arame farpado ou liso dependerá do tipo de ocupação das áreas, por exemplo, a criação de animais de pequeno porte requererá a construção de cercas de arame liso e regiões de criação de gado ou de agricultura permitem a execução de cercas de arame farpado.

Em determinados casos e de acordo com as recomendações do projeto, admite-se a utilização de madeira de qualidade dura para uso externo lascada para a execução dos mourões, visando maior economia na construção das cercas.

Com relação ao tipo de arame a ser utilizado, recomenda-se que em regiões de meio ambiente agressivo tais como: regiões litorâneas, áreas com indústrias agressivas, etc., sejam utilizados arames farpados ou liso com camada de zinco pesada. Nas demais regiões, consideradas não agressivas, poderão ser utilizados arames com camadas mais delgadas de zinco, ou seja, farpados de categoria B ou lisos com camada de zinco leve.

4.1.2 Aspectos executivos

A fase inicial dos serviços compreende a limpeza do terreno na faixa em que a cerca será construída. Esta limpeza será efetuada utilizando-se equipamentos manuais ou mecânicos, em função da densidade da vegetação existente. Esta operação deverá ter largura compatível, com a finalidade de permitir a perfeita construção da cerca e a sua futura

manutenção. A operação de limpeza será executada de acordo com as recomendações feitas para os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

A definição da linha da cerca pode ser efetuada através da locação topográfica convencional, ou através de medidas tomadas à trena e ortogonais ao eixo da rodovia.

Definida a linha e limpo o terreno, dá-se início a execução das cavas e a fixação dos mourões. O mourão, se de madeira, deve ser colocado com a parte tratada para baixo. Colocado o mourão, procede-se o apiloamento da cava assegurando-se que o mesmo fique em posição vertical e bem firme. O mourão inicial será sempre do tipo esticador e os espaçamentos entre os demais, quer de suporte ou esticadores, devem estar rigorosamente de acordo com o projeto-tipo. É de fundamental importância para a estabilidade da cerca a existência de mourões esticadores nos pontos de mudanças acentuadas de declividade e direção. No caso de utilização de arame liso, os mourões esticadores podem ser furados antes de enterrados; os demais, entretanto, devem ser furados já no local, a fim de ficarem todos os furos na mesma altura. Para marcar os furos, usa-se uma trama padrão que contenha a distância entre os fios da cerca.

Posicionados os mourões, procede-se a colocação do arame da seguinte forma:

- a) passar os fios de arame ovalado liso pelos furos dos mourões e tramas, amarrando-os aos esticadores. Colocam-se primeiro os fios de cima e de baixo, chamados guias. Esticar os fios, usando-se a máquina de aramar. Fixam-se as tramas, atando-as com atilhos aos fios superior e inferior.
- b) se a cerca for de arame farpado, a colocação do arame deve ser feita de cima para baixo. O arame farpado é fixado com grampos aos mourões. Para tensionar os fios, pode-se usar a máquina de aramar, mas a maneira correta é usando um tensiômetro. É um aparelho simples e garante a tensão adequada a todos os fios da cerca. O arame deve estar totalmente esticado antes de se fixar completamente o grampo.

Durante o esticamento dos fios, os mourões esticadores devem ser escorados.

4.1.3 Aspectos de controle

Para assegurar a perfeita execução do serviço os seguintes aspectos devem ser observados:

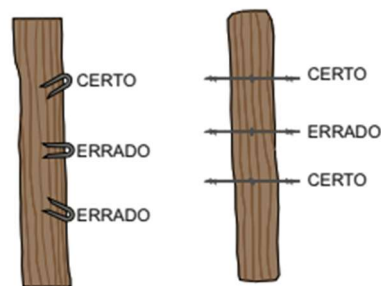
- a) todo o material utilizado deve ser de boa qualidade e estar de acordo com as especificações;
- b) os mourões devem estar colocados em posição vertical e perfeitamente apiloados (não devem "balançar");
- c) os arames devem estar bem tensionados;
- d) o espaçamento entre os mourões esticadores deve estar rigorosamente de acordo com o projeto tipo, em segmentos retos e planos. A cada mudança de declividade ou direção devera existir um mourão esticador;
- e) os mourões, se de concreto, não devem apresentar trincas que comprometam a sua estabilidade e o concreto deve recobrir perfeitamente a armadura;
- f) a parte superior dos mourões de madeira deve ser chanfrada e a madeira não deve apresentar defeitos aparentes, que possam colocar em risco a estabilidade da cerca;
- g) deve-se observar que o tratamento da madeira tenha sido feito até a altura indicada no projeto-tipo.

4.1.4. Recomendações gerais

- a) na fixação de arame, através da utilização de grampos, estes devem ser cravados inclinados, fazendo ângulo com o mourão;
- b) para abrir o arame: tratando-se de arame liso, cortam-se os atilhos, puxando-se a ponta, com o rolo deitado. Deve-se cuidar para que o rolo não desmanche, colocando-se um peso em cima sempre que interromper a operação. No rolo de arame farpado, depois de cortados os atilhos, coloca-se uma haste roliça de ferro ou madeira no orifício central, desenrolando-se;

- c) a estabilidade de uma cerca depende principalmente dos mourões esticadores. Se este ceder, a cerca afrouxa. Por isso, é fundamental a execução das escoras com uma ponta apoiada no mourão e outra no terreno. Esta escora deve fazer pressão no sentido contrário da tensão do arame;

Figura 20 – Ilustração de fixação de arame



Fonte: DER/PR, 1996.

- d) na cerca de arame farpado, começa-se a colocação do arame de cima para baixo, para evitar que o arame solto se enrole com o já fixado;
- e) e importante que os mourões de madeira sejam chanfrados no topo para impedir que a água se acumule na parte superior e penetre na madeira.

4.2 Porteiras e Mata-Burros

Porteiras são dispositivos executados em locais definidos, junto às cercas de vedação da faixa de domínio, com a finalidade de garantir, convenientemente, o acesso das propriedades à faixa de domínio e Mata-Burros são dispositivos que funcionam como barreiras para a passagem do gado, mesmo com as porteiras abertas.

4.2.1 Porteiras

Porteiras são dispositivos executados em locais definidos, junto às cercas de vedação da faixa de domínio e que estabelecem a ligação entre a faixa de domínio e as áreas contíguas.

4.2.1.1 Conceitos básicos

Figura 21 – Porteira



Fonte: Madersilva, 2022.

Os principais elementos componentes da porteira, de acordo com o "Álbum de Projetos-Tipo" do DER/PR, são:

- a) **Batentes:** elementos geralmente constituídos de mourões de madeira, firmemente fixados ao solo e que dão sustentação à porteira;
- b) **Pontaletes:** peças de madeira, com seção transversal definida, que compõem o quadro externo da porteira;
- c) **Tábuas:** peças de madeira colocadas horizontalmente e ligadas aos pontaletes verticais através do encaixe de entalhes previamente executados;
- d) **Travessas:** peças de madeira, colocadas transversalmente e verticalmente, unidas aos pontaletes por encaixe e às tábuas através de parafusos.

4.2.2 Mata-Burros

Mata-Burros são dispositivos, construídos junto às portei­ras, que permitem o livre acesso de veículos às propriedades limitantes à rodovia, impedindo, porém, a passagem de animais.

Figura 22 – Mata-burro



Fonte: Concrelaje, 2022.

4.2.2.1 Conceitos básicos

Os principais elementos constituintes dos mata burros são:

- a) **Apoios:** vigas de madeira que dão sustentação aos mata-burros;
- b) **Longarinas:** vigas de madeira, colocadas no sentido longitudinal, sobre os apoios;
- c) **Transversinas:** peças de madeira colocadas transversalmente, que formam o estrado sobre o qual circulam os veículos. São devidamente espaçados para impedir a passagem de animais.

4.2.2.2 Aspectos executivos

As porteiras e mata-burros deverão ser executados segundo os detalhes apresentados no "Álbum de Projetos-Tipo" do DER/PR.

Quanto à localização, os dispositivos deverão ser executados nos locais em que a cerca de vedação da faixa de domínio intercepte acessos às propriedades limitantes, de modo a garantir o trânsito de veículos e/ou animais. Tratando-se de acessos que tem utilização eventual, é suficiente a execução de porteiras.

A execução de mata-burros deverá ser feita apenas quando a estrada de acesso for utilizada com bastante frequência e se queira evitar a passagem de animais para a faixa de domínio.

Os mata-burros, normalmente, deverão estar conjugados lateralmente a porteiros uma vez que há necessidade de garantir o eventual acesso de veículos com tração animal e, mesmo, de animais.

As porteiros serão executadas quando da implantação das cercas em locais definidos, de acordo com o projeto executivo.

As operações de limpeza do terreno constam dos serviços relativos à implantação das cercas.

A execução da porteira constará, primeiramente, da montagem da mesma, segundo as indicações do projeto-tipo. Esta operação poderá ser feita no próprio local ou no canteiro de obras.

As peças de madeira serão serradas nas dimensões especificadas, tomando-se o cuidado de executar os entalhes rigorosamente de acordo com o projeto, de forma a permitir perfeitamente os encaixes.

Serradas e entalhadas, as peças serão unidas por encaixe e através de parafusos.

Para o assentamento dos mourões, que se constituirão nos batentes da porteira, será procedida, a trado, a escavação das cavas. Estas deverão ser executadas de forma a permitir que os batentes estejam alinhados com mourões e na profundidade indicada no projeto.

A parte dos batentes que ficará enterrada deverá receber tratamento prévio contra insetos e fungos.

Os mourões serão assentados nas cavas e, após a verificação da distância entre eles e da correção no que diz respeito à profundidade da parte enterrada e da verticalidade dos mesmos, será procedido o reaterro juntamente com o apiloamento, que poderá ser feito com soquetes manuais, de forma a permitir a sua perfeita fixação ao solo.

Depois de assentados os batentes, a porteira será colocada em sua posição definitiva e fixada a um dos batentes através de dobradiças. No outro batente, serão colocados os elementos que permitirão as operações de abertura e fechamento da porteira.

4.2.2.3 Aspectos de controle

Para assegurar a perfeita execução dos serviços relativos à construção dos mata-burros os seguintes aspectos devem ser observados:

- a) todo o material empregado deve ser de boa qualidade e estar de acordo com a respectiva especificação.
- b) as dimensões das peças de madeira, os entalhes e as fixações estejam de acordo com o projeto tipo.
- c) os batentes resultem verticais e firmemente fixados ao solo.
- d) a parte enterrada dos batentes tenha sido tratada com a aplicação de preservativo conveniente e a parte superior seja chanfrada de modo a impedir a penetração de água na madeira.

4.2.2.4 Recomendações especiais

- a) os batentes das porteiros não devem ser utilizados como esticadores dos fios de arame de cerca. Junto aos batentes, e deles distantes 25cm, serão assentados mourões esticadores.
- b) a estabilidade e o bom funcionamento das porteiros dependem principalmente do batente no qual foram fixadas as dobradiças. Este, portanto, deve ser corretamente assentado e muito bem apilado.

- c) todo o esforço proveniente da passagem dos veículos sobre os mata-burros será transmitido às vigas de apoio. É fundamental que elas estejam realmente apoiadas, em toda a sua extensão, em terreno firme e devidamente compactado.

5 ABRIGOS PARA PARADAS DE ÔNIBUS

Este item complementa as Especificações de Serviço DER/PR no que diz respeito aos Abrigos para Paradas de Ônibus e apresenta outras considerações relativas a esses serviços, principalmente no que se refere aos aspectos práticos.

5.1 Conceitos Básicos

Abrigos para parada de ônibus são dispositivos, constituídos por placas pré-moldadas de concreto armado, instalados em pontos determinados da rodovia, de preferência próximos a áreas povoadas, visando a proteção dos usuários de transporte coletivo contra as intempéries e, também, disciplinar os locais destinados a embarque e desembarque de passageiros.

Acessos para paradas de ônibus são constituídos de alargamentos padronizados da pista de rolamento da rodovia, destinados a garantir a segurança do tráfego, dos coletivos e usuários nos locais destinados às paradas de ônibus.

5.2 Aspectos Relacionados com a Concepção

A forma e dimensões das estruturas pré-moldadas que compõem os abrigos para parada de ônibus são definidas no "Álbum de Projetos-Tipo" do DER/PR.

Figura 23 – Abrigo de parada de ônibus



Fonte: KF Artefatos, 2022.

O DER/PR possui modelos de acessos de acordo com a posição dos pontos de parada, de tipo de pista e quantidade de faixas de tráfego. Estes projetos-tipo devem ser consultados antes de se projetar o acesso ao ponto de parada de ônibus.

As características da pavimentação dos acessos deverão ser iguais às de pavimentação da pista.

Quanto à localização das paradas de ônibus, os seguintes aspectos devem ser considerados:

- a) verificação dos locais onde regularmente se dá o embarque e desembarque de passageiros. Isto acontece, geralmente, junto a áreas povoadas, cruzamentos com estradas secundárias, escolas, etc.;
- b) análise detalhada das condições de visibilidade da rodovia, nas proximidades dos locais usuais de embarque e desembarque; e
- c) análise das características locais da plataforma de terraplenagem e existência de obras de arte.

O correto posicionamento resultará da combinação dos aspectos acima descritos. Isto é, as paradas de ônibus deverão atender às necessidades dos usuários, sem comprometer a segurança da rodovia e sua execução deve ser feita com o menor custo possível.

5.3 Aspectos Executivos

A instalação dos abrigos para parada de ônibus será precedida das operações de limpeza e regularização do terreno.

Caso exista necessidade, as operações de terraplenagem necessárias devem ser previamente executadas, de acordo com as respectivas especificações. O mesmo se aplica a eventuais serviços de drenagem, tais como: prolongamento de bueiros ou drenos, execução de caixas coletoras etc.

O local definitivo de instalação do abrigo deverá se dar de acordo com um dos modelos-tipo do DER/PR.

O terreno de fundação, depois de regularizado, deverá ser devidamente preparado e apiloado para receber a estrutura. Sobre a superfície regularizada será executado um lastro de brita com aproximadamente 10 cm de espessura.

A montagem do conjunto de placas pré-moldadas será feita unindo-as e solidarizando-as, através das esperas deixadas em cada uma delas e de acordo com o plano de montagem, que deverá ser fornecido pelo fabricante das mesmas.

Nas ranhuras entre placas, será aplicada uma mistura de cimento e aditivo de forma a garantir a perfeita vedação contra as águas pluviais.

A pavimentação do acesso fará parte dos serviços de pavimentação e deverá seguir às especificações correspondentes, podendo, em função da conveniência, ser realizada antes ou após à instalação do abrigo.

5.4 Aspectos Relacionados ao Controle

Para assegurar a perfeita execução dos serviços relativos aos abrigos para parada de ônibus os seguintes aspectos devem ser observados:

- a) as peças pré-moldadas devem ser acompanhadas de certificado, expedido pelo fabricante, atestando sobre o cumprimento das especificações adotadas pelo DER/PR, ou da ABNT, no que diz respeito aos materiais empregados, ao projeto estrutural e aos processos construtivos.
- b) as placas não devem apresentar pontos com ferragem aparente, em virtude de deficiências de recobrimento, nem fissuras que possam comprometer a sua estabilidade, causadas por defeitos de fabricação, transporte ou colocação;
- c) não devem existir infiltrações na estrutura, em função de deficiência de vedação;

- d) o posicionamento e as dimensões devem estar de acordo com o projeto.

5.5 Recomendações Especiais

- a) é fundamental que as instalações dos abrigos para parada de ônibus sejam feitas em locais que não apresentem riscos ao tráfego. Em casos de dúvidas quanto às condições de visibilidade, deve-se procurar orientação de especialistas em engenharia de tráfego;
- b) as paradas de ônibus devem estar associadas à dispositivos de sinalização, horizontal e vertical, pertinentes.

6 CERCA VIVA OU TELA PARA PROTEÇÃO DE FAUNA

6.1 Conceitos Básicos

Cerca viva é estratégia auxiliar na demarcação da faixa de domínio da rodovia ou como apoio na barreira de condução na direção de dispositivo de travessia para fauna no corredor ecológico interceptado pela rodovia, constituída pelo plantio de espécies arbustivas, que devido à sua robustez e densidade obstrui a passagens de animais, podendo a vir funcionar como redutor na propagação de ruídos, quebra vento, sinalização verde ou simples melhoria cênica, entre outras funções.

Figura 24 – Cerca viva



Fonte: Globorural, 2022.

Cerca de tela para a proteção da fauna é o tratamento ambiental necessário em corredores ecológicos atravessados por rodovia, visando-se evitar a travessia dos animais sobre a plataforma estradal, com riscos de atropelamento e de acidente rodoviário.

Figura 25 – Cerca de tela



Fonte: SANTOS, C. R.; SILVA, R. V., 2015.

A cerca de tela é feita com arame galvanizado, com as dimensões da malha definida em projeto, em função do tamanho das espécies de animais silvestres do corredor ecológico, associando-se ainda no sopé da cerca placas pré-moldadas de concreto, ou fibra de vidro, com 0,30 m de altura, que ficarão enterradas para impedir a passagem de animais escavadores. A altura total da cerca é de 2,00 m (1,70 m de tela + 0,30 m de placa).

A cerca de tela é sustentada por estacas de concreto armado com as dimensões definidas em projeto, inclusive o comprimento a ser enterrado. A amarração da tela nas estacas é feita com fios de arame também galvanizados. O espaçamento entre estacas é definido pelo projeto, em função do comprimento das placas pré-moldadas.

Nos corredores ecológicos com cerca de tela, a transposição dos animais se fará através de obras de arte correntes (bueiros), obras de arte especiais (pontes) ou por passagens subterrâneas construídas exclusivamente com essa finalidade.

6.2 Aspectos Relacionados com a Concepção

Os materiais constituintes das telas de arame galvanizado, as estacas de concreto armado e as próprias placas pré-moldadas de concreto ou de fibras de vidro são de fácil obtenção no comércio, devendo vir acompanhadas dos seus catálogos técnicos do fabricante, contendo as características especificadas para os materiais.

6.3 Aspectos Executivos

- a) limpeza da faixa de implantação da cerca de tela Antes da implantação da cerca de tela, deverá ser feita a limpeza de uma faixa com 2,00 m de largura que consistirá do desmatamento e destocamento dos vegetais e remoção dos obstáculos à implantação da cerca.
- b) na implantação da cerca de tela, as estacas serão cravadas na profundidade estabelecida pelo projeto, mantendo-se o correto alinhamento e o reaterro da fundação muito bem compactado para não sofrer deslocamentos. A seguir escava-se o terreno para fixação das placas de concreto ou fibra entre as

estacas. Em seguida faz-se a fixação da tela às estacas e às placas, devendo a tela ficar esticada, sem folgas que permitam a passagem de animais. Nas curvas ou deflexões as estacas deverão ser escoradas por peças de concreto ou ancoradas em contrafortes por fios também galvanizados.

6.4 Recomendações Especiais

A vegetação arbustiva ou de capim ou de leguminosas no sopé da cerca de tela é benéfica porque favorece o bloqueio de animais. A vegetação nas margens laterais da pista de rolamento e taludes de aterro pode apresentar-se maléfica porque impede o motorista de ver um animal que possa invadir a rodovia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOUSTIC CONTROL – www.acousticcontrol.com.br

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Implantação Básica de Rodovia** (IPR Publ. 742). 3ª Edição. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Vegetação Rodoviária** (IPR Publ. 734). 2 volumes. Rio de Janeiro: IPR, 2009.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instrução de Serviço Ferroviário – ISF. **ISF-229: Projeto de Proteção Vegetal de Taludes**. Consórcio STE/SISCON – Contrato Nº 127/2008. Janeiro de 2012.

BRASVERDE – www.brasverdemg.com.br

BRIFORTE – www.briforte.com.br

CONCRELAJE – www.concrelaje.com.br

FARCIMAR – www.farcimar.pt

GLOBORURAL – www.globorural.globo.com

HEXXA METAL – www.hexxametal.com.br

HORIZONTE AMBIENTAL – www.horizonteambiental.com.br

KF ARTEFATOS – www.kfartefatos.com.br



MACCAFERRI – www.maccaferri.com

MACCAFERRI. Comics de instalação. 2015.

MACCAFERRI. Especificação Técnica. **Gabião Caixa em malha hexagonal de dupla torção com revestimento Galmac 4R e polímero**. 17 de junho de 2020.

MADERSILVA – www.lojamadersilva.com.br

PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná. **Manual de Execução de Serviços Rodoviários**, 2ª Edição, Curitiba: DER/PR, 1996.

PLANTVERD – www.plantverd.com.br

RASTRO – www.rastro.com

SANTOS, C. R; SILVA, R. V. Passagem inferior de fauna e cerca guia como forma de mitigação dos impactos ambientais. **Revista Internacional de Ciências**, V. 5, N. 2, p.74-95. jul./dez. 2015.

SINALISA – www.sinalisa.com.br

SÓGRAMAS – www.sogramas.com.br

TERRA VERDE – www.terraverdehidrosemeadura.com.br