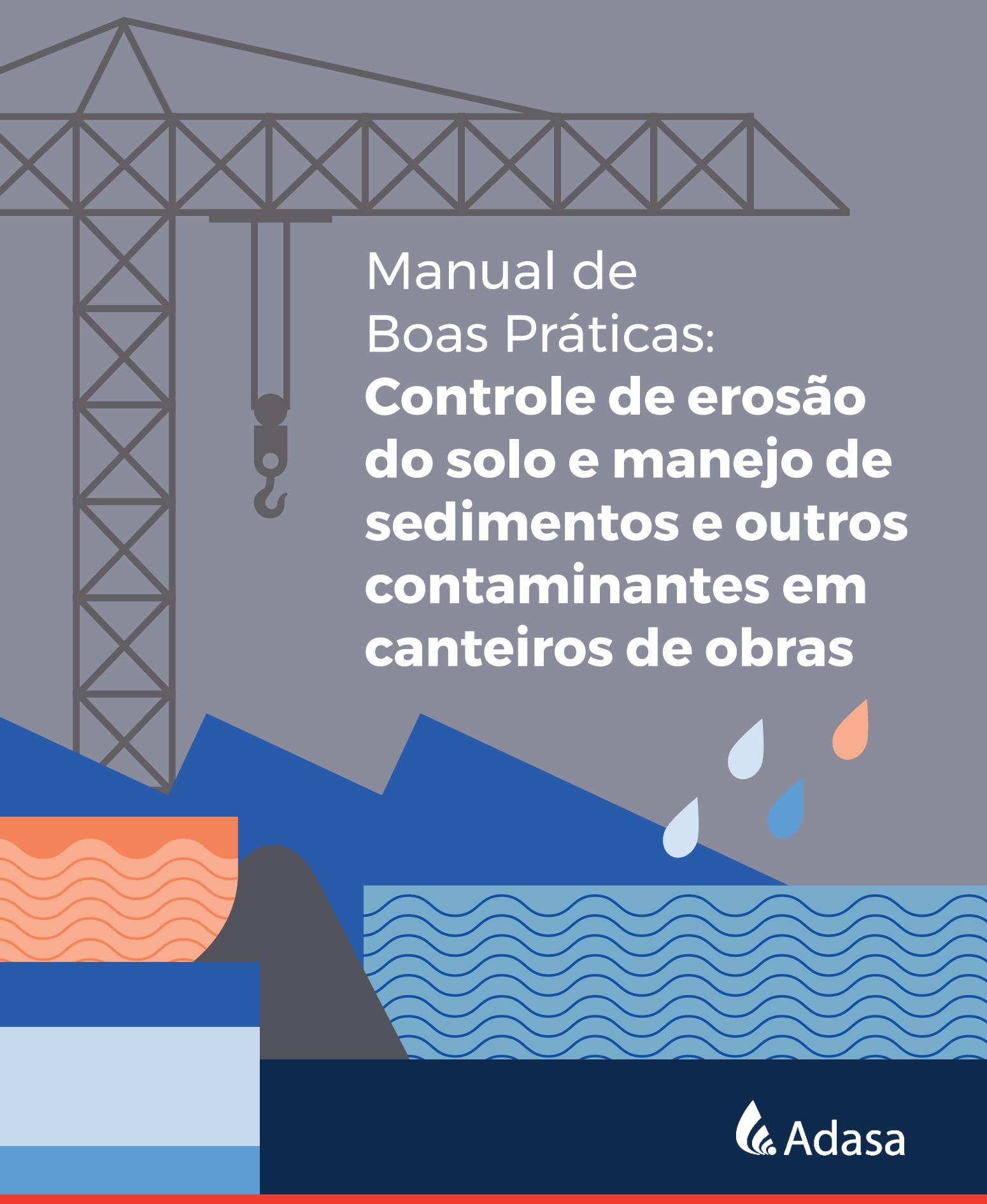


Manual de Boas Práticas: **Controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras**

Adasa

Manual de Boas Práticas: **Controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras**

Agência Reguladora de Águas,
Energia e Saneamento Básico
do Distrito Federal — **ADASA**

Brasília, 2022

Adasa
Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal

unesco

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA COLEGIADA

Raimundo da Silva Ribeiro Neto
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Vinicius Fuzeira de Sá e Benevides
Félix Angelo Palazzo
Antonio Apolinário Rebelo Figueirêdo

OUVIDOR
Robinson Ferreira Cardoso

SUPERINTENDÊNCIA DE DRENAGEM URBANA

Superintendente de Drenagem Urbana
Hudson Rocha de Oliveira

Coordenador de Regulação e Outorga
Jeferson da Costa

Coordenadora de Fiscalização
Débora Tolentino Luzzi Diniz

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
M274
Manual de Boas Práticas – Controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras. Editores: Fabio Pozzer Rosa, Jeferson da Costa, Marcos Helano Fernandes Montenegro. - Brasília, DF: Adasa. 2022.
140 p. : il.
ISBN 978-65-00-42689-2
1. Drenagem urbana. 2. Manejo de resíduos. 3. Alagamentos e inundações. 4. Assoreamento. 5. Qualidade da água. I. Rosa, Fabio Pozzer. II. Costa, Jeferson da. III. Montenegro, Marcos Helano Fernandes. IV. Título.
CDU 628

Índice para catálogo sistemático
1. Distrito Federal: Manual de Boas Práticas – Controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja em material para venda ou outro fim comercial. Direitos reservados e protegidos (Lei nº 9.610, de 10.02.1998)

Foi feito o depósito legal na Biblioteca Nacional (Lei nº 10.994, de 14.12.2004)

Impresso no Brasil 2022

Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal

SAIN Estação Rodoferroviária de Brasília S/N – Ala Norte
Brasília – DF – CEP 70631-900
Tel: 61 3961-5066
www.adasa.df.gov.br

Manual de Boas Práticas: **Controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras**

Editores
Fabio Pozzer Rosa
Jeferson da Costa
Marcos Helano Fernandes Montenegro

Revisores
Carolinne Isabella Dias Gomes
Débora Tolentino Luzzi Diniz
Dominiky Ferreira dos Santos
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Luciano Leonardo Tenório Leoi
Raphael de Moura Cintra
Rodrigo de Souza Couto

Estagiários
Ana Paula Brandao Costa e Souza
Marcos Túlio Câmara Cambraia
Sara Janice Duarte de Carvalho

Ilustração
Carla Marins

Projeto gráfico e diagramação
Bernardo Costa

Brasília, 2022

Esta publicação tem a cooperação da UNESCO no âmbito do Projeto 914BRZ2010 – Apoio à preparação Técnica e Institucional da ADASA na realização do 8.º Fórum Mundial da Água, Brasília, 2018, o qual possui o objetivo de estabelecer cooperação para dotar a ADASA de capacidades institucionais e técnicas, que a permitam atuar com agilidade e eficiência na realização das ações de sua competência.

As indicações de nomes e a apresentação do material ao longo deste livro não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte da UNESCO a respeito da condição jurídica de qualquer país, território, cidade, região ou de suas autoridades, tampouco da delimitação de suas fronteiras ou limites.

As ideias e opiniões expressas nesta publicação são as dos autores e não refletem obrigatoriamente as da UNESCO nem comprometem a Organização.

Adasa
Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal

unesco

Raimundo Ribeiro
Diretor-Presidente da Adasa

Apresentação

Estudo recente sobre o assoreamento do Lago Paranoá, realizado por meio de parceria entre a ADASA e a Universidade de Brasília-Unb, demonstrou que a maior parte dos sedimentos e outros resíduos que atingem este importante corpo hídrico do Distrito Federal são provenientes de obras e gerados, principalmente, durante o processo de urbanização.

Além de acelerar o assoreamento de reservatórios, os materiais que ultrapassam os limites das obras podem causar muitos outros prejuízos ao meio ambiente e à sociedade, como a redução da capacidade de escoamento dos sistemas de drenagem, potencializando o risco de inundações, a presença de lama e poeira nas vias públicas, a deterioração da qualidade da água, o aumento dos custos de tratamento da água para o abastecimento, a alteração nos ambientes aquáticos e em sua biodiversidade, entre outros.

Como órgão gestor de recursos hídricos e regulador dos serviços públicos de saneamento básico, que engloba os setores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, todos eles diretamente afetados pelos sedimentos, a ADASA apresenta este Manual de Boas Práticas – Controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras no Distrito Federal.

No âmbito deste trabalho, além de toda a revisão de literatura técnica e das normas legais, nacionais e internacionais sobre o tema, várias obras e organizações, públicas e privadas, foram visitadas para subsidiar a reflexão e a seleção das práticas a serem apresentadas neste Manual.

Espera-se que as boas práticas aqui registradas sejam adotadas por todos os atores que, no setor público ou privado, planejam, licenciam, contratam e executam obras civis e que possam constituir importante ferramenta de desenvolvimento técnico e institucional, contribuindo para a solução de problemas históricos que trazem prejuízo à sociedade.

Sumário

Apresentação 4
Sumário 6
Figuras 8
Esquemas 12
Detalhes 13
Acrônimos 14

1 Estrutura do Manual & Seus Objetivos 16

2 Introdução 20

2.1 Obstrução do sistema de drenagem, assoreamento e poluição dos corpos hídricos 21
2.2 O controle da erosão, do assoreamento e da poluição no PDSB 22
2.3 A prática internacional 23
2.4 A prática brasileira 23

3 Legislação Aplicável 26

3.1 Resoluções do CONAMA 27
3.2 Legislação Distrital 29
3.3 Resoluções do Conselho Distrital de Recursos Hídricos 31
3.4 Resolução da Adasa 31

4 Premissas para o Controle de Erosão do Solo e o Manejo de Sedimentos e Outros Contaminantes 34

4.1 Definições 35
4.2 Controle da erosão do solo e de sedimentos 36
4.3 Plano de controle da erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes 39
4.4 Etapas do controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes 40
4.5 Impactos ambientais significativos 42
4.6 Aspectos ambientais de interesse 42
4.7 Tratamento de impactos ambientais em canteiros de obras 44
4.8 Características relevantes dos empreendimentos 51
4.9 Condições ambientais do terreno 56

5 As Boas Práticas 60

5.1 Aspecto Ambiental 1 – Saída de sedimentos do canteiro de obras 62
5.1.1 Boa Prática — Proteção do perímetro do canteiro de obras 62
5.1.2 Boa Prática — Estabilização do acesso à obra e implantação de sistema de lava rodas 68
5.2 Aspecto Ambiental 2 – Erosão superficial do solo 73
5.2.1 Boa Prática — Estabilização de vias de circulação de veículos e pedestres 73
5.2.2 Boa Prática — Estabilização de solos expostos em superfícies, sejam planas ou em declives 75
5.2.3 Boa Prática — Estabilização de solos expostos na escavação de valas 77
5.3 Aspecto Ambiental 3 – Emissão de particulados no ar 79

5.3.1 Boa Prática — Controlar a geração de poeira nas atividades construtivas e vias de circulação de veículos 79
5.4 Aspecto Ambiental 4 – Manejo dos resíduos sólidos da construção civil 81
5.4.1 Boa Prática — Armazenar e transportar adequadamente resíduos de Classe A 81
5.4.2 Boa Prática — Estoque de solo 81
5.5 Aspecto Ambiental 5 – Controle de sedimentos no canteiro de obras 82
5.5.1 Boa Prática — Drenagem de obra com retenção de sedimentos e controle de qualidade da água 82
5.6 Aspecto Ambiental 6 – Manejo de produtos contaminantes 101
5.6.1 Boa Prática — Controle de estoque e manuseio de produtos químicos 101
5.6.2 Boa Prática — Controle de resíduos da lavagem de caminhão betoneira 104
5.6.3 Boa Prática — Controle de dejetos de banheiros químicos 105

6 Considerações Finais 108

Referências Bibliográficas 110

Anexos 115

Anexo A 116
Anexo B 128

Figuras

Figura 1 **24**
Obra de recomposição de gramado em talude na região central de Brasília (Avenida W3).

Figura 2 **25**
Boca de lobo tomada por sedimentos de obra de reforma de gramado na Avenida W3.

Figura 3 **45**
Sedimentos saindo da obra em decorrência da falta de controles implementados em sua via de acesso.

Figura 4 **46**
Evidências de sedimentos sendo carreados da obra para a via pública por portaria sem controle.

Figura 5 **47**
Via de circulação de veículos sem proteção e estabilização dos taludes.

Figura 6 **47**
Taludes com sulcos de erosão e solo revolvido.

Figura 7 **47**
Abertura de valas para assentamento de rede de distribuição de água em futuro setor urbano.

Figura 8 **47**
Abertura de vala, com disposição de solo lateralmente e necessidade de esgotamento de água proveniente do lençol freático.

Figura 9 **48**
Emissão de material particulado a partir do trânsito de veículos.

Figura 10 **49**
Estocagem inadequada de matérias primas em canteiro de obras.

Figura 11 **50**
Solo acumulado com potencial para ser carreado para sistema de drenagem da obra.

Figura 12 **50**
Água e sedimentos de drenagem de obra lançados em via pública.

Figura 13 **51**
Vazamento de óleo diesel no solo.

Figura 14 **51**
Derramamento de produtos químicos por acondicionamento inadequado.

Figura 15 **52**
Vista superior de construção de edifício residencial, exemplo de obra pontual sem manejo de sedimentos.

Figura 16 **54**
Exemplo de obras lineares na Ligação do Torto Colorado.

Figura 17 **54**
Obra na marginal Vicente Pires com solo exposto suscetível ao carreamento pluvial.

Figura 18 **55**
Exemplo de obra do tipo em rede ou malha para execução de rede coletora de esgotos sanitários.

Figura 19 **55**
Exemplo de canteiro de serviços em obras de rede coletora de esgotos sanitários.

Figura 20 **62**
Exemplo de obra com uma fiada de bloco assentado no perímetro.

Figura 21 **62**
Tapume metálico do canteiro de obras com duas fiadas de bloco de concreto vedando sua base, com a existência de calha perimetral instalada.

Figura 22 **64**
Cercas filtrantes de membrana de geotêxtil em áreas vegetadas e próximas à zona de movimentação de terra.

Figura 23 **64**
O cercamento utilizando membrana geotêxtil deve ser enterrado em sua base para fixação.

Figura 24 **66**
Diques de contenção com sacarias de ráfia preenchido por solo ou areia da obra, envolvidos em membrana geotêxtil.

Figura 25 **69**
Acesso da obra estabilizado com camada de brita.

Figura 26 **70**
Camada de brita em acesso provisório da obra.

Figura 27 **70**
Sistema de lava rodas com calha longitudinal.

Figura 28 **70**
Separador de água e óleo para tratamento de água de lavagem do sistema lava rodas.

Figura 29 **72**
Projeto lava rodas.

Figura 30 **72**
Croqui do sistema Separador Água-Óleo adotado (Caixa de inspeção interligada com sistema de drenagem.

Figura 31 **74**
Via de circulação estabilizada com brita graduada, cuja cota altimétrica do leito é superior à do entorno imediato.

Figura 32 **74**
Antecipação da base compactada da via para estabilização do solo.

Figura 33 **75**
Estoque de solo orgânico estabilizado.

Figura 34 **75**
Estabilização da superfície do talude.

Figura 35 **76**
Talude sendo protegido com cal jet aplicado por pulverizador mecânico.

Figura 36 **76**
Talude com teste de aplicação da técnica cal jet.

Figura 37 **79**
Aspersão de água para controle de poeira em via de circulação de veículos.

Figura 38 **79**
Controle de poeira na entrada da obra.

Figura 39 **80**
Sistema de umedecimento de via de circulação por aspersores fixos.

Figura 40 **80**
Umedecimento de material de demolição de piso durante sua remoção para controle de poeira.

Figura 41 **88**
Vista superior de poço de drenagem com sistema de retenção de sedimentos.

Figura 42 **88**
Caixa de passagem para aferição da qualidade da água de drenagem da obra antes do descarte.

Figura 43 **89**
Cone de *Imhoff*, equipamento usado para determinação do teor de sólidos sedimentáveis da água de drenagem da obra.

Figura 44 **89**
Ensaio de sólidos sedimentáveis.

Figura 45 **89**
Diferença entre amostras de qualidade de água pluvial após tratamento (antes e após sedimentação).

Figura 46 **89**
Turbidímetro digital portátil.

Figura 47 **91**
Calha pluvial provisória revestida, cuja lona é fixa na lateral pela massa das sacarias, as quais atuam restringindo a vazão de entrada do escoamento e retendo sedimentos.

Figura 48 **91**
Barreira de sedimentos de membrana de geotêxtil ao longo da calha provisória da obra.

Figura 49 **91**
Sacarias dispostas nas calhas para retenção de sedimentos.

Figura 50 **91**
Sistema de retenção de sedimentos em calha de drenagem.

Figura 51 **92**
Sistema de retenção de sedimentos em calha pluvial da drenagem urbana.

Figura 52 **92**
Sistema de retenção de sedimentos em calha pluvial da obra.

Figura 53 **94**
Exemplo de calha com leito permeável e reservatórios de qualidade, interceptando parte da água escoada no terreno.

Figura 54 **94**
Outro exemplo de calha com leito permeável e reservatórios de qualidade, interceptando parte da água escoada no terreno.

Figura 55 **96**
Dispositivos de retenção de sedimentos com barreiras de sacarias.

Figura 56 **96**
Barreiras de sedimentos com cercas de membrana geotêxtil em calha estabilizada com manta de fibra vegetal.

Figura 57 **96**
Lombada de solo na crista do talude provisório e descidas hidráulicas estabilizadas com sacarias.

Figura 58 **96**
Talude com calha de crista instalada imediatamente após conclusão da terraplenagem.

Figura 59 **97**
Solo compactado em área em terraplenagem e leira de galhada e restos vegetais no perímetro, conduzindo a água de drenagem de obra para reservatório de quantidade.

Figura 60 **100**
Proteção das entradas da rede de águas pluviais em execução contra o acesso de sedimentos da obra.

Figura 61 **100**
Exemplo de proteção de entrada da rede pluvial evidenciando a retenção de sedimentos.

Figura 62 **102**
Bandeja plástica sob compressor movido a diesel.

Figura 63 **102**
Gerador estacionário protegido contra intempéries e vazamentos.

Figura 64 **103**
Depósito de produtos químicos.

Figura 65 **103**
Kit mitigação de vazamentos disposto na frente de serviço.

Figura 66 **104**
Reservatório construído no canteiro de obras para coleta e armazenamento de água de lavagem de caminhão betoneira.

Esquemas

Esquema 1 **52**
Modelo hipotético de canteiro de obra.

Esquema 2 **53**
Canteiro de serviços em obras lineares com frentes de serviços separadas do canteiro principal.

Esquema 3 **56**
Exemplo de canteiros principal e de serviços em obra de tipologia em rede ou malha.

Esquema 4 **58**
Condição topográfica 1, terreno plano.

Esquema 5 **58**
Condição topográfica 2, terreno com caminho natural da água pré-existente.

Esquema 6 **58**
Condição topográfica 3, terreno com divergência de águas.

Esquema 7 **58**
Condição topográfica 4, terreno com convergência de águas.

Esquema 8 **83**
Identificação das áreas de contribuição em terrenos planos.

Esquema 9 **83**
Identificação das áreas de contribuição em terrenos com concentração de água formando fluxos internos.

Esquema 10 **84**
Identificação das áreas de contribuição em terrenos com divergência de águas.

Esquema 11 **84**
Identificação das áreas de contribuição em terrenos com convergência de águas.

Esquema 12 **86**
Alternativa 1 - Terreno plano hipotético com dois poços com sistema de retenção de sedimentos e calhas coletoras nas laterais do terreno.

Esquema 13 **87**
Alternativa 2 - Terreno plano com poço intermediário e poço com sistema de retenção de sedimentos antes do descarte.

Esquema 14 **90**
Alternativa 3 - Terreno hipotético com caminho de água preferencial no centro.

Esquema 15 **93**
Alternativa 4 - Terreno hipotético com divergência dos fluxos de água.

Esquema 16 **93**
Alternativa 4 - Terreno hipotético com convergência dos fluxos de água.

Esquema 17 **94**
Alternativa 5 - Terreno hipotético com convergência dos fluxos de água.

Esquema 18 **95**
Alternativa 6 - Drenagem em obras lineares.

Esquema 19 **98**
Alternativa 7 - Drenagem em canteiro de obras de serviços das obras em rede.

Esquema 20 **99**
Alternativa 8 - Detalhes de proteções das entradas de redes pluviais.

Detalhes

Detalhe 1 **63**
Exemplo de corte transversal do tapume em perímetro de obra sem declive ou com declive inferior a 5%. Demonstra o controle do escoamento superficial por meio de sua vedação, onde há rede pluvial urbana.

Detalhe 2 **63**
Exemplo de corte transversal de tapume em terreno com declividade superior a 5%. A concentração de água durante chuvas poderá exigir mais de uma fiada de bloco para conter o fluxo de água e a instalação de calha perimetral.

Detalhe 3 **64**
Aproveitamento do material da limpeza do terreno, como galhadas e restos vegetais.

Detalhe 4 **65**
Corte de rodovia hipotética demonstrando a localização das cercas de membrana geotêxtil.

Detalhe 5 **65**
Fixação da membrana geotêxtil na base da cerca filtrante.

Detalhe 6 **66**
Confecção da sacaria e montagem dos diques.

Detalhe 7 **67**
Desvio do escoamento superficial das frentes de serviço em obras em redes com canteiros nas vias públicas.

Detalhe 8 **71**
Desvio do escoamento superficial das frentes de serviço em obras em redes com canteiros nas vias públicas.

Detalhe 9 **77**
Exemplo de estoque de solo estabilizado e protegido contra carreamento de sedimentos.

Detalhe 10 **77**
Disposição das barreiras de sedimentos em função do escoamento pluvial.

Detalhe 11 **86**
Corte AA' do Esquema 12 do poço de drenagem com sistema de retenção de sedimentos, com dispositivo dimensionado para acondicionamento temporário do escoamento de toda a área de contribuição.

Detalhe 12 **88**
Corte AA' no Esquema 13 reservatório de qualidade.

Detalhe 13 **90**
Corte AA' da calha provisória do Esquema 14.

Detalhe 14 **92**
Exemplo de disposição de barreira de sedimentos no interior da calha provisória revestida de membrana geotêxtil.

Detalhe 15 **103**
Gerador protegido contra intempéries e contaminação do solo e água.

Acrônimos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia
e Saneamento Básico do Distrito Federal

BRT - *Bus Rapid Transit*

CAESB – Companhia de Saneamento
Ambiental do Distrito Federal

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente

CEB – Companhia Energética de Brasília

CODHAB – Companhia de Desenvolvimento
Habitacional do Distrito Federal

COE – Código de Obras e Edificações do Distrito Federal

CONAM – Conselho de Meio Ambiente do Distrito Federal

CONSAB – Conselho de Saneamento Básico do Distrito Federal

DER-DF – Departamento de Estradas de
Rodagem do Distrito Federal

DF – Distrito Federal

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EPA – *United States Environmental Protection Agency*

GBC – *Green Building Council*

GSWCC – *Georgia Soil and Water Conservation Commission*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
e dos Recursos Naturais Renováveis

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ISO – *International Organization for Standardization*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

METRÔ-DF – Companhia do Metropolitano do Distrito Federal

MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios

NRCS – *Natural Resources Conservation Service*

NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital

PCES – Plano de Controle de Erosão e Sedimentação

PDSB – Plano Distrital de Saneamento Básico

PUB – *Singapore's National Water Agency*

SAO – Sistema Separador Água e Óleo

SCAL – *Singapore Contractor Association*

SDU – Superintendência de Drenagem Urbana da ADASA

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices

TCU – Tribunal de Contas da União

TERRACAP – Companhia Imobiliária de Brasília

UNESCO - Organização das Nações Unidas
para Educação, Ciência e Cultura

USDA – *United States Department of Agriculture*

Estrutura do Manual & Seus Objetivos

Este Manual foi elaborado e sistematizado para se constituir em ferramenta de orientação à implementação de práticas de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras com base nas experiências verificadas no Distrito Federal.

O leitor será capaz de optar pelas boas práticas aplicáveis à sua realidade, considerando as distintas tipologias de canteiros de obra, bem como as condições ambientais do terreno e as atividades que deverão ser desenvolvidas no local em que este será implantado, de forma a evitar ou minimizar potenciais impactos negativos do empreendimento para a sociedade.

Aplica-se a este Manual o entendimento de que o canteiro de obras é a área de trabalho fixa ou temporária onde se desenvolvem todas as ações inerentes a construção, demolição, montagem, instalação, manutenção ou reforma, incluindo as frentes de serviço.

O presente documento possui natureza orientativa, uma vez que a legislação existente contempla eficientemente o tema, como a Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos; as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011, que estabelecem os padrões de lançamentos de efluentes de qualquer fonte poluidora em corpos hídricos; e as determinações da Lei Distrital nº 6.138/2018, que estabeleceu o Código de Obras e Edificações do Distrito Federal.

O Manual é dividido em capítulos, que são subdivididos em itens. Essa estrutura possui uma sequência didática, iniciando por temas introdutórios (Capítulos 2, 3 e 4) que tratam da caracterização do assunto, da legislação aplicável e das premissas relacionadas ao controle de erosão do solo e manejo nos canteiros de obras dos sedimentos e outros contaminantes.

Na sequência são apresentadas as propostas de boas práticas e seus detalhes técnicos (Capítulo 5) e as considerações finais (Capítulo 6).

Também integram o conteúdo deste Manual dois anexos.

O Anexo A apresenta, com caráter exemplificativo, a composição de insumos e serviços para facilitar a orçamentação das ações inerentes das boas práticas, embasada nas tabelas de insumos e composições analíticas do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) de abril de 2020 para o Distrito Federal (CEF, 2020).

A adoção das boas práticas propostas neste Manual demanda mudança de cultura e, portanto, ações de sensibilização dos atores relevantes neste processo. O Anexo B oferece sugestões de materiais para divulgação em formato de cartazes que podem ser utilizados em ambientes administrativos, nos canteiros de obras e na mídia eletrônica, incentivando as transformações necessárias.

Em resumo, o Manual aborda e contribui com informações e orientações para os profissionais nos seguintes assuntos:

- planejamento, projeto, execução e monitoramento de obras;
- controle de saída de sedimentos do canteiro de obras, dos acessos e perímetro interno;
- prevenção de processos erosivos do solo;
- melhoria da qualidade do ar;
- manejo de resíduos sólidos da construção civil;
- controle da sedimentação internamente ao canteiro de obras;
- prevenção de contaminação do solo e sistema de drenagem de águas pluviais do canteiro de obras por produtos contaminantes;
- material formativo, informativo e normativo.

2

Introdução

2.1 Obstrução do sistema de drenagem, assoreamento e poluição dos corpos hídricos

O manejo inadequado do solo e de agregados nos canteiros de obras civis é uma das causas de obstrução das tubulações e galerias do sistema de drenagem urbana, pelo assoreamento e poluição dos corpos d'água superficiais. Os problemas ocorrem em obras públicas e privadas, sem exceção de tipologia (edificações, redes e outras infraestruturas urbanas, vias e rodovias, obras de arte e outros). O solo carreado pela parcela da água de chuva que escoa sobre o terreno pode tanto se originar da erosão de solo natural que teve a proteção da camada superficial removida, quanto ser proveniente de material estocado no canteiro de obras, fornecido como insumo ou originado de desaterro local. Este fenômeno tem como principais consequências negativas:

A a piora do desempenho do sistema de drenagem de águas pluviais urbanas, o aumento de seu custo de manutenção e a elevação do risco de alagamentos e enchentes;

B a redução da capacidade de transporte dos cursos d'água, incrementando a possibilidade de enchentes;

C a diminuição acelerada da capacidade de armazenamento de reservatórios como os lagos Paranoá e Descoberto, com consequências para a capacidade de geração de energia e para a segurança do abastecimento público de água potável do Distrito Federal;

D o aumento da turbidez das águas desses reservatórios no período chuvoso, com a diminuição de sua tratabilidade e o incremento nos custos do processo de potabilização, o que já se observa no Lago Descoberto, principal manancial do Distrito Federal;

E a piora da qualidade da água dos cursos d'água e demais corpos receptores, com diminuição da balneabilidade das águas superficiais e consequente prejuízo para os esportes de contato e demais atividades de lazer e;

F redução das áreas do Lago Paranoá adequadas às atividades náuticas.

Estas consequências podem se agravar pelo efeito das mudanças climáticas no padrão de chuvas intensas nas cidades.

Como exemplo, Roig *et al*. (2019), em trabalho fruto de parceria entre a Adasa e a Universidade de Brasília, determinaram os efeitos de assoreamento no Lago Paranoá com uma perda aproximada de 6,5% de seu volume total, pois a estimativa inicial de volume de água total em 1960 era de 492,3 hm^3 e na data do estudo era de 460,0 hm^3. Considerando que a perda anual de capacidade de armazenamento dos reservatórios do Brasil é de aproximadamente 0,5% (Carvalho *et al.*, 2000), os valores observados no Lago Paranoá são baixos, com perda em torno de 0,1% ao ano. No entanto, demostra-se no estudo apresentado por Roig *et al.* (2019) a grande contribuição de materiais da construção civil no referido processo. Essa afirmação corrobora os resultados obtidos por Franz *et al.* (2013), de que cerca de 85% dos sedimentos que chegam ao

Lago Paranoá são provenientes de áreas urbanas de sua bacia de contribuição.

É de conhecimento público (G1, 2014; Metrópoles, 2020) que as principais causas do assoreamento do Lago Paranoá, em especial nos braços do Riacho Fundo (Menezes, 2010) e do Ribeirão Bananal, são obras civis viárias de porte (a exemplo do BRT e do Trevo de Triagem Norte) e as iniciativas de parcelamento do solo (Águas Claras e Noroeste, mais recentemente), tanto promovidas pelo Poder Público quanto pela iniciativa privada.

Esse panorama no Lago Paranoá também foi avaliado pelo Ministério Público do DF e Territórios, o qual elaborou um relatório pericial indicando que 76 empreendimentos do DF, na maioria públicos, causavam impactos ambientais negativos ao Lago Paranoá (MPDFT, 2019). Estes impactos estavam associados à poluição ocasionada pelo lançamento de efluentes não tratados e ao carreamento de sedimentos das obras para o Lago, prejudicando a qualidade de suas águas. Dessa forma, o MPDFT demonstra que o manejo de sedimentos nas obras requer atenção e não deve ser negligenciado.

No que pese todo o conhecimento e a base legal para o tratamento do problema, o que se constata na observação direta e cotidiana é que o *"modus operandi"* adotado em obras de edificação, instalação e manutenção dos mais diversos tipos de redes de serviços, de implantação e ampliação de infraestrutura viária urbana e rodoviária, e das respectivas obras de arte, de paisagismo e de jardinagem não considera de maneira adequada o manejo de sedimentos e de outros poluentes presentes no canteiro de obras e passíveis de serem transportados pelas águas pluviais.

2.2 O controle da erosão, do assoreamento e da poluição no PDSB

O Plano Distrital de Saneamento Básico – PDSB reconhece a importância desta problemática quando define, entre outros, os seguintes objetivos específicos no que diz respeito à drenagem urbana:

A promover o controle de erosão em terraplenagens e em terrenos desprovidos de vegetação e em áreas susceptíveis à erosão urbana no meio urbano;

B promover o controle de assoreamento dos corpos d'água;

C coibir a deposição de materiais ao longo dos corpos d'água, em especial os resíduos da construção civil, resíduos orgânicos e o lixo doméstico.

O PDSB encaminhou providências para equacionar o problema em seu Subprograma 4.4: Prevenção da Poluição em Canteiros de Obras. Neste subprograma, sugere-se que, para obras de maior porte, a concessão do alvará de construção seja condicionada à apresentação de plano de controle da erosão e sedimentação (PCES), nos moldes em que é exigido o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, previsto na Lei n° 4.704/2011.

O PDSB elencou órgãos e entidades da administração pública do DF responsá-

veis pela execução de metas de forma imediata e no curto prazo, relacionadas à melhoria da prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Cabe à Secretaria de Obras e Infraestrutura dar publicidade e acompanhar a implementação deste Plano. O Conselho de Saneamento Básico do Distrito Federal (CONSAB) também possui a responsabilidade de acompanhar a execução do Plano, sendo instrumento de controle social.

A Adasa realiza o acompanhamento do cumprimento das metas do Plano sob o foco estratégico, pois é o órgão regulador dos serviços públicos de saneamento básico no DF, sendo também membro do CONSAB.

Exercendo seu compromisso, a Adasa realiza atividades de articulação com os demais órgãos ou entidades comprometidas com a efetivação do PDSB. De forma complementar, a Agência Reguladora desenvolve ações para institucionalizar a prestação do serviço de manejo de águas pluviais urbanas e fomentar e estruturar a regulação e a fiscalização de uma drenagem sustentável no Distrito Federal.

2.3 A prática internacional

A experiência internacional no tema está bastante consolidada em vários países. Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA, sigla em inglês) aborda o assunto no seu sítio na internet e em diversas publicações, entre as quais se destaca a "*Developing Your Stormwater Pollution Prevention Plan: A Guide for construction sites*", publicado em 2007. O referido "Plano de Prevenção da Poluição das Águas Pluviais" é necessário para obter licença (outorga) para lançamento das águas pluviais, atendendo o disposto no "*Clean Water Act*" (lei federal americana para controle de poluição de suas águas), de obras que envolvam mais de 1 acre (cerca de 4.000 m^2).

Singapura dispõe de um abrangente guia de práticas de controle de sedimentos editado por sua Agência Nacional de Águas (PUB, sigla em inglês), em parceria com a Associação dos Construtores de Singapura (SCAL, sigla em inglês), intitulado "*Erosion & Sediment Control At Construction Sites – for site implementation*" (Controle de erosão e sedimentos em obras – para implementação em campo), cuja 5ª edição foi publicada em 2018.
A Austrália conta com o "*Guidelines for Erosion & Sediment Control on Building Sites*" (Manual de controle de erosão em áreas de construção), cuja 2ª edição foi publicada em 2001 pelo *Department of Land and Water Conservation* (Departamento de conservação de solo e água).
Ainda na Austrália, pode-se encontrar o manual bastante didático "*Keeping Our Stormwater Clean - A Builder's Guide*" (Mantendo nossas águas pluviais limpas – um guia para construtores) com informações para auxiliar os responsáveis no controle de sedimentos e demais resíduos do canteiro de obras, cuja 4ª edição foi publicada em 2006 pela *Melbourne Water*.

2.4 A prática brasileira

No Brasil, as obras rodoviárias constituem uma exceção, pelo menos no papel. A preocupação com o controle da erosão do solo e o manejo de sedimentos está incor-

porada há tempos nas obras rodoviárias. O Manual de Implantação Básica de Rodovia do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Brasil, 2010) disponibiliza orientações de interesse para o tema em seu Anexo F - Procedimentos e ações ambientais na fase de obras.

Infelizmente, em diversas situações, tais diretrizes não são seguidas, como demonstrado nas Figuras 1 e 2. No caso, verifica-se que na realização do serviço de recomposição do gramado em talude não foram adotadas as medidas adequadas para evitar o carreamento da terra e consequente entupimento do sistema de drenagem viária.



Figura 1
Obra de recomposição de gramado em talude na região central de Brasília (Avenida W3). Fonte: SDU/ADASA (2018)



Figura 2
Boca de lobo tomada por sedimentos de obra de reforma de gramado na Avenida W3. Fonte: SDU/ADASA (2018)

O processo de concessão no Brasil de certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), desenvolvida pelo *Green Building Council* (GBC), incorpora exigências voltadas para a prevenção da poluição em canteiros de obras. Além de exigências já previstas na legislação do país, como a apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, o LEED exige que as obras certificadas apresentem Plano de Controle da Erosão e Sedimentação (PCES) causadas pelas chuvas intensas, que podem, por meio do escoamento superficial gerado, carregar sedimentos para fora do canteiro de obras, acumular solo nas rodas dos veículos, causar entupimento de galerias pluviais ou assoreamento de rios e lagos, entre outros. Para controlar os impactos do canteiro de obras urbanos no meio ambiente e nos sistemas de drenagem, o PCES estabelece medidas de controle que deverão ser aplicadas e monitoradas por profissional designado para tal.

O tema foi examinado por Sinovetz (2017) em sua dissertação de mestrado intitulada "Análise do impacto da certificação LEED nos canteiros de obra de uma empresa de grande porte na cidade de Porto Alegre e propostas de adequação". Rosa (2013), em sua dissertação de mestrado, fez a análise abrangente de práticas e recomendações relativas ao controle de erosão e sedimentação em sistemas de drenagem provisórias de obras na cidade de São Paulo.

3

Legislação Aplicável

O controle da erosão do solo e o manejo adequado dos sedimentos e outros contaminantes nos canteiros de obra pressupõe o conhecimento da legislação nacional e local aplicável, que é bastante abrangente como demonstra o conteúdo deste Capítulo. Por outro lado, é evidente a necessidade de um esforço por parte do Poder Público e de parceiros privados relevantes para "tirar do papel" a legislação, informando, capacitando e orientando os agentes que intervêm nos processos de planejar, projetar, contratar, construir e fiscalizar obras civis, sejam elas privadas ou públicas.

A Lei n° 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos – classifica os resíduos da construção civil como aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. A necessidade da adequada gestão dos resíduos gerados pelas empresas do setor da construção civil foi evidenciada nesta Política quando vinculou a essas empresas a elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

3.1 Resoluções do CONAMA

As principais resoluções de caráter nacional que englobam o controle da erosão do solo e o manejo de sedimentos e outros contaminantes foram elaboradas pelo CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente).

A Resolução n° 307/2002, com nova redação dada pela Resolução n° 448/2012, estabelece "*diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais*".

Em suas considerações iniciais, a Resolução assevera que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

Os sedimentos, nessa norma, são classificados como resíduos da construção civil, pois de acordo com o inciso I de seu art. 2°, os "*Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha*".

O art. 3° dessa resolução define os solos como resíduos Classe A:

> *"I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:*
>
> *a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;*
>
> *b) .....*
>
> *c) ....."*

Os solos, portanto, como os demais resíduos da construção civil Classe A, após triagem, devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos Classe A de armazenamento de material para usos futuros.

Outro importante conceito trazido pela CONAMA n° 307/2002 é a distinção entre geradores (pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos) e transportadores (pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação). O papel e as atividades de geradores e transportadores demandam estratégias e boas práticas adequadas para cada caso.

A Resolução n° 357/2005 também é relevante para a gestão de sedimentos e outros contaminantes por dispor sobre a classificação dos corpos de água superficiais e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Em seu art. 2°, inciso VII, esta Resolução define carga poluidora como a *"quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo"*. Já o controle de qualidade da água, segundo o inciso XIV, se refere ao *"conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água"*.

Essa resolução determina a qualidade mínima da água dos corpos hídricos em relação ao seu uso principal.

A Resolução n° 430/2011 dispõe sobre as condições e padrões exclusivos de lançamento de efluentes, complementando e alterando a Resolução n° 357/2005. Assim, em seu art. 2°, essa Resolução afirma que *"A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta Resolução, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas"*. Na sequência, o art. 3° expressa que *"Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis"*.

Em seu art. 16, a Resolução n° 430/2011 determina condições e padrões de lançamentos de efluentes de qualquer fonte poluidora em corpo receptor, nas quais se destacam as seguintes limitações:

> *"c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Inmhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;"*

> *"e) óleos e graxas:*
>
> *1. óleos minerais: até 20 mg/L;*
>
> *2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;"*

Por conseguinte, em seu art. 24, a Resolução n° 430/2011 alerta que *"Os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos"*.

A abordagem deste Manual se coaduna com a disposição existente no art. 27 da referida Resolução, quando dispõe que: *"para as fontes potencial ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos deverão ser buscadas práticas de gestão de efluentes com vistas ao uso eficiente da água, à aplicação de técnicas para redução da geração e melhoria da qualidade de efluentes gerados e, sempre que possível e adequado, proceder à reutilização"*.

3.2 Legislação Distrital

No DF, há mais de 20 anos, vários diplomas legais tratam do controle da erosão do solo e do manejo adequado dos sedimentos e outros contaminantes, preconizando a adoção de boas práticas e vedando procedimentos que facilitam o carreamento de sedimentos dos canteiros de obras. As normas distritais pertinentes ao tema são apresentadas a seguir.

A Lei n° 972/1995, que dispõe sobre os atos lesivos à limpeza pública, no seu art. 1°, incisos III e IV, tipifica como ato lesivo, entre outros:

> *"III - sujar logradouros ou vias públicas, em decorrência de obras ou desmatamento,*
>
> *IV – depositar, lançar ou atirar em riachos, córregos, lagos e rios ou às suas margens, resíduos de qualquer natureza que causem prejuízo à limpeza urbana ou ao meio ambiente."*

A Política Ambiental do Distrito Federal, estabelecida pela Lei n° 41/1989, fixa no seu art. 13:

> *"É vedado o lançamento no meio ambiente de qualquer forma de matéria, energia, substância ou mistura de substância, em qualquer estado físico, prejudiciais ao ar atmosférico, ao solo, ao subsolo, às águas, à fauna e à flora, ou que possam torná-lo:*
>
> *I – impróprio, nocivo ou incômodo ou ofensivo à saúde;*
>
> *II – inconveniente, inoportuno ou incômodo ao bem-estar público;*
>
> *III – danoso aos materiais, prejudicial ao uso, gozo e segurança da propriedade, bem como ao funcionamento normal das atividades da coletividade."*

A mesma Lei n° 41/1989 estabelece no art. 35 como finalidade prioritária de pesquisa e desenvolvimento, entre outras, técnicas adequadas para o desassoreamento de corpos d'água e prevenção e controle de erosão.

Publicada em 2011, a Lei n° 4.704, que dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos

volumosos, define como resíduos da construção civil, entre outros, os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, portanto a gestão dos materiais com esta proveniência está sujeita às disposições desta lei e, especialmente, à exigência de observar Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que estabeleça os procedimentos específicos de cada obra para redução da geração de resíduos e para manejo e destinação ambientalmente adequados de todos os resíduos gerados.

Esta mesma Lei traz ainda dois importantes dispositivos quanto aos deveres dos transportadores de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Os transportadores são obrigados a utilizar dispositivos de cobertura de carga em caçambas estacionárias ou outros equipamentos de coleta, durante o transporte de resíduos (inciso III, § 2°, artigo 24), e é vedado sujar vias e logradouros públicos durante a operação dos equipamentos de coleta de resíduos (inciso II, § 1°, artigo 24).

A Lei n° 4.285/2008 que reestrutura a Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal – ADASA e dispõe sobre recursos hídricos e serviços públicos de saneamento básico no Distrito Federal, também compõe o arcabouço legal de interesse para o controle de erosão e o manejo de sedimentos e demais poluentes presentes nos canteiros de obras e passíveis de causar poluição hídrica.

Mas, é a recente Lei n° 6.138/2018, que institui o Código de Obras e Edificações do Distrito Federal – COE, em vigor desde junho de 2018, que trata a temática deste Manual de modo mais específico e abrangente. Esta lei inclui como diretriz:

> *"incentivar o uso de novas tecnologias e técnicas construtivas que propiciem a economia de recursos naturais, o gerenciamento de resíduos, o manejo adequado das águas pluviais e a preservação do solo";(art. 5°, inciso II) e "atender à legislação que trata da gestão integrada dos resíduos da construção civil quanto ao despejo de resíduos de obras, inclusive de demolições; garantir a estabilidade do solo no canteiro de obras; providenciar condições de armazenamento adequadas para os materiais estocados na obra;" (art. 17, incisos VI, IX e X).*

O COE trata especificamente da drenagem dos canteiros de obras no § 2° do art. 79:

> *"O canteiro de obras deve contar com sistema de drenagem das águas pluviais, com o objetivo de prevenir o alagamento ou a erosão de quaisquer vias, logradouros públicos ou terrenos a jusante, bem como o transporte ou o carreamento de solo, outros resíduos ou materiais de construção."*

E o art. 82 do COE exige cuidados no movimento de terra nas obras nos seguintes termos:

"O movimento de terra deve ser executado mediante:

> *I - adoção de medidas técnicas de segurança que garantam a estabilidade e a integridade das edificações, das propriedades vizinhas, das áreas públicas e das redes de infraestrutura urbana;*
>
> *II - armazenamento e proteção para o material retirado, de modo a evitar*

sua dispersão e o comprometimento das redes de saneamento básico.

§ 1º O eventual afloramento do subsolo em relação ao perfil natural do terreno decorrente de movimento de terra é objeto do regulamento desta Lei.

§ "2º É vedado o espalhamento de terra para logradouros públicos e áreas internas ou externas desprotegidas."

Os seguintes dispositivos do COE são também de interesse específico:

"Art. 83. A gestão dos resíduos, assim também considerados os solos e as terras provenientes de escavações, desaterros e terraplanagens, deve obedecer ao Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art. 84. A poluição e o assoreamento de talvegues, cursos e espelhos d'água e sistemas de drenagem urbana e de drenagem de rodovias devem ser prevenidos com a utilização de:

I - estocagem de solos e agregados, de modo a prevenir o arraste por chuva e vento de materiais para vias e demais logradouros públicos ou diretamente para o sistema de drenagem de águas pluviais;

II - manejo e depósito adequados para a remoção de vegetação;

III - normas aplicáveis para o armazenamento de materiais tóxicos, resíduos perigosos e todo material potencialmente poluidor, de modo a prevenir carreamentos ou vazamentos."

No seu Capítulo V, essa lei trata da fiscalização, das infrações e das sanções, havendo previsão de regulamento pelo Poder Executivo no art. 160.

3.3 Resoluções do Conselho Distrital de Recursos Hídricos

As Resoluções do Conselho Distrital de Recursos Hídricos (CRH/DF) nº 01 e 02, de 2014, enquadram os corpos hídricos do DF em classes segundo seus usos preponderantes, obedecendo às disposições da Resolução CONAMA n° 357/2005.

3.4 Resolução da Adasa

As condições para o lançamento de águas pluviais nos corpos hídricos superficiais do Distrito Federal e os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga dos mesmos são objeto da Resolução nº 09/2011, editada pela Adasa.

Este normativo traz as seguintes definições de interesse para o escopo deste Manual:

"III – outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos: ato administrativo mediante o qual a ADASA faculta ao outorgado o direito de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato;

> *VIII – vazão de pré-desenvolvimento: vazão estimada de escoamento superficial calculada considerando-se a situação natural de cobertura do solo;*
>
> *IX – vazão outorgada: volume máximo que o outorgado poderá lançar no corpo hídrico receptor, por um determinado período de tempo, conforme estabelecido no ato de outorga."*

Esta Resolução da Adasa determina que o lançamento de águas pluviais em corpo hídrico superficial decorrente de impermeabilização do solo deverá manter a qualidade e a quantidade da água no corpo hídrico receptor. Para tal, aponta como alternativa a adoção de reservatórios de qualidade e quantidade ou medidas alternativas com comprovada eficácia.

Ainda, os critérios aplicados na implementação do reservatório de qualidade deverão considerar, no mínimo, a redução de 80% (oitenta por cento) dos sólidos totais gerados na área impermeabilizada.

Do ponto de vista da quantidade, a outorga de lançamento de águas pluviais em corpo hídrico superficial decorrente de impermeabilização do solo condiciona a vazão específica ao valor máximo de 24,4 L/(s.ha), correspondente a chuva de uma hora e tempo de recorrência de 10 anos.

As exigências de qualidade e quantidade de água pluvial lançada nos corpos hídricos devem ser atendidas não apenas durante a vida útil ou operação de um empreendimento, mas também durante o período de sua implantação, quando é relevante o manejo dos sedimentos e de outros contaminantes nos canteiros de obra. Portanto, a outorga deverá ser requerida tanto nos casos de lançamento provisório de águas pluviais, durante a fase de obras civis, quanto para o sistema definitivo de drenagem urbana.

4

Premissas para o Controle de Erosão do Solo e o Manejo de Sedimentos e Outros Contaminantes

4.1 Definições

Para maior clareza, apresentam-se as definições adotadas neste Manual para os seguintes termos:

Área de contribuição
Superfície ou superfícies convergentes cuja precipitação incidente escoa para um mesmo ponto;

Área de intervenção
Área onde ocorrem atividades utilizadoras de recursos ambientais e/ou ações de construção, instalação, ampliação, modificação e operação de sistemas de infraestrutura e empreendimentos;

Aspectos ambientais
Elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente, causando ou podendo causar impactos ambientais, positivos ou negativos (ISO 14001, 2015). Os aspectos ambientais são elementos do sistema de gestão ambiental de uma empresa;

Boa prática
Técnica identificada e experimentada como eficiente e eficaz em seu contexto de implantação para a realização de determinada tarefa, atividade ou procedimento (ECOBRASIL, 2019);

Canteiro de obras
Área de trabalho fixa e temporária onde se desenvolvem operações de apoio e de execução de construção, demolição, montagem, instalação, manutenção ou reforma, incluindo as frentes de serviço;

Canteiro principal
Área delimitada internamente no canteiro de obras dotado de infraestruturas de apoio às frentes de serviços internas ou externas ao seu perímetro e com administração central.

Canteiro de serviços
Área delimitada internamente no canteiro de obras e separado fisicamente do canteiro principal, o qual geralmente não possui infraestruturas provisórias administrativas e de vivências, mas sim de serviços, como estacionamento de máquinas e ponto de abastecimento de combustíveis;

Corpo receptor
Corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente líquido;

Erosão ou processo erosivo
Termo geral relacionado com o processo de degradação ou remoção de partículas de rochas e solos, promovido por agentes naturais ou antrópicos;

Erosão laminar
Desagregação e arraste das partículas superficiais do solo em camadas uniformes, sem formar sulcos, por meio do escoamento superficial difuso;

Erosão em sulcos
Pequenos canais ou depressões no solo formados pelo fluxo preferencial do escoamento superficial, com desprendimento e arraste das partículas de solo;

Impacto ambiental
Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que incida, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais naturais (ISO 14001, 2015);

Poço de drenagem
Depressão no terreno para armazenamento temporário de água e sedimentos, a fim de proporcionar a sedimentação do material em suspensão.

Sistema de Gestão Ambiental
Parte do sistema de gestão usado para gerenciar aspectos ambientais, cumprir requisitos legais e outros requisitos e abordar riscos e oportunidades (ISO 14001, 2015).

4.2 Controle da erosão do solo e de sedimentos

A erosão ocorre quando o solo é exposto a chuva ou escoamento superficial. As partículas desprotegidas do solo são inicialmente desagregadas pelo impacto das gotas de chuva ou do escoamento superficial. Essas partículas livres podem então ser transportadas pela água da chuva e depositadas como sedimento em algum local a jusante (USDA, 2003).

Naturalmente, a erosão do solo tem ocorrido com taxa relativamente lenta desde a formação do planeta e representa um importante fator na formação de sua superfície como conhecemos hoje.

Excetuando alguns casos em encostas íngremes e canais de cursos d'água com declividade acentuada, a erosão natural do solo ocorre muito lentamente e com taxa uniforme (GSWCC, 2014). Por outro lado, a ação do homem pode acelerar esse processo natural, intervindo no meio ambiente para satisfazer a demanda por novas moradias, áreas comerciais e industriais, rodovias e outros.

Nas áreas urbanas, a erosão do solo pode ocorrer com maior intensidade, notadamente quando o terreno é nivelado e a cobertura superficial é removida para as ações de obras civis.

A incidência dos processos erosivos do solo e da sedimentação em áreas urbanas proporciona sérios danos ao meio ambiente, especialmente o assoreamento e a poluição de corpos d'água, mas também a obstrução do sistema de drenagem urbana com a consequente elevação dos riscos de alagamentos, e a presença de lama e pó nos logradouros públicos com prejuízos estéticos e a redução da segurança do trânsito.

A reparação desses tipos de danos, quando viável, exige uma série de ações complexas com custos financeiros significativos, tornando óbvia a necessidade de prevenir ao invés de remediar.

As orientações reunidas neste Manual apontam para a necessidade da aplicação de medidas de prevenção e controle dos processos de erosão do solo e de manejo de sedimentos em obras urbanas,

adotando abordagem planejada e tecnicamente consistente.

Portanto, os empreendimentos de construção civil, desde o planejamento do uso e ocupação da gleba ou do terreno até a consolidação de todo o solo superficial após a conclusão e entrega da obra, devem buscar: minimizar a vazão do escoamento superficial no canteiro de obras e adequá-lo aos padrões e capacidades da drenagem natural da região ou do sistema de drenagem existente; reduzir a perturbação do solo superficial e recompor a sua cobertura o mais rápido possível; manejar adequadamente o armazenamento e o transporte de solo removido; e evitar a perda de sedimentos do canteiro de obras para áreas vizinhas ou corpos hídricos.

Compreender como a erosão do solo ocorre é fundamental para a concepção e execução de um plano e projeto de controle de processos erosivos do solo. O plano e o projeto de controle de erosão do solo devem ser implementados antes do manejo de sedimentos, pois controlar a erosão é mais fácil e menos dispendioso que manejar os sedimentos. Assim, ao evitar que as partículas do solo no canteiro de obras se desprendam e sejam transportadas, menos sedimentos precisarão ser controlados (USDA, 2008).

A definição clara da área do canteiro de obras é fundamental para a elaboração e implementação do plano e do projeto de controle de erosão do solo e de manejo de sedimentos. Áreas menores exigem controles mais simples e pontuais, devido a menor escala das obras civis, mas as áreas maiores requerem distintos controles de processos erosivos e demandam a assistência de profissionais específicos para acompanhamento das ações preventivas e corretivas. (USDA, 2003).

Este Manual assume 2.000 m^2 como área máxima do canteiro de empreendimento onde a aplicação das boas práticas pelo projetista e pelo engenheiro da obra pode ser suficiente para controlar os processos erosivos e promover o adequado manejo dos sedimentos, permitindo dispensar a orientação e o acompanhamento de profissional especializado em controle de erosão e manejo de sedimentos.

Por suas especificidades, alguns canteiros de obras com área inferior a 2.000 m2 podem também necessitar de plano e projeto de controle de erosão e manejo de sedimentos mais complexo, além do escopo das boas práticas sugeridas neste Manual, exigindo intervenção de profissional especializado tanto nas fases de planejamento e projeto quanto no acompanhamento da execução.

Estas exceções abrangem situações como: terrenos com declives superiores a 5%, proximidades de cursos d'água, problemas de drenagem natural, riscos pronunciados de alagamentos ou inundações e solos mais erodíveis ou instáveis (USDA, 2003).

O controle de erosão do solo e o manejo de sedimentos e de outros contaminantes nos canteiros de obras devem ser contemplados em todas as etapas desde o planejamento do empreendimento, detalhados no projeto e implementados e ajustados na execução das obras, havendo casos em que há necessidade de ações após a entrega e início da fase de uso, por pendências na consolidação ou estabilização de novas proteções do solo ou de configurações do terreno.

Assim, qualquer que seja o porte do empreendimento e do canteiro de obras, o controle da erosão do solo e manejo de sedimentos inicia-se com a preparação

de plano específico, articulado com o planejamento do empreendimento e a definição da ocupação da gleba ou lote e dos processos construtivos. Em seguida, o controle de erosão do solo e de manejo de sedimentos e outros contaminantes precisa ser detalhado em forma de projeto, com especificações das ações a serem desenvolvidas durante a execução das obras, incluído na fase de elaboração dos demais projetos do empreendimento.

O plano e o posterior projeto de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos devem considerar aspectos ambientais específicos, como a pluviometria local, a topografia do terreno e a situação de cobertura vegetal do terreno, bem como os contaminantes presentes nos canteiros de obras, de modo a identificar as diversas ações preventivas, identificando, prevenindo e minimizando riscos, o que contribui para evitar retrabalhos na fase de execução (tais como reconfiguração de taludes de terra ou escavações adicionais).

Exigem intervenção especializada os empreendimentos de loteamento de glebas com a consequente implantação de vias de circulação e demais logradouros públicos e de infraestrutura básica de drenagem e manejo das águas pluviais, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, iluminação pública, energia elétrica pública e domiciliar, recomendando-se:

- o planejamento cuidadoso do trabalho de terraplanagem envolvido na abertura e implantação das vias de modo a reduzir os possíveis impactos ambientais cujos riscos devem ser previamente identificados e avaliados;
- a não remoção das coberturas vegetais dos terrenos dos lotes, o que só deve ocorrer imediatamente antes da ocupação de cada um deles;
- a instalação de tubulações enterradas com abertura de trincheiras deve observar as boas práticas aplicáveis constantes deste Manual, da mesma forma que as escavações para assentamentos de postes e de equipamentos enterrados;
- a não exposição às intempéries de taludes desprotegidos;
- a proteção das áreas de armazenamento temporário de solos provenientes de desaterro;
- o controle dos escoamentos superficiais, especialmente para evitar tanto erosão quanto o carreamento de sedimentos para fora do canteiro de obras.

De forma idêntica, obras de implantação, ampliação ou duplicação de rodovias merecem planejamento especializado da prevenção de erosão e do manejo de sedimentos em toda a área de intervenção. A movimentação de grandes quantidades de solo e sua estocagem, os taludes de cortes e aterros, a dimensão em geral elevada da área de intervenção, o transporte de solo por meio de caminhões para outras áreas, são atividades que exigem planejamento e a adoção de boas práticas para prevenir erosão e transporte de sedimentos para fora da área de intervenção com os consequentes impactos negativos. É absolutamente recomendável sequenciar a execução em trechos de modo a evitar a abertura de várias frentes de obra, dificultando o controle de erosões e o manejo dos sedimentos.

4.3 Plano de controle da erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes

O controle da erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes deve ser objeto de plano e abranger pelo menos:

- a caracterização do empreendimento e de seu processo construtivo;
- a identificação dos aspectos ambientais e seus impactos ambientais negativos relacionados;
- a proposta de Boas Práticas de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes aplicáveis nas diversas fases da execução do empreendimento;
- a sistemática de monitoramento e manutenção da implementação das Boas Práticas;
- a composição da equipe de implementação e monitoramento com organograma de responsabilidades e fluxo de comunicação;
- o orçamento de materiais e serviços;
- o cronograma físico-financeiro;
- a identificação do responsável técnico com Anotação/Certificado de Responsabilidade Técnica – ART.

Por suas evidentes conexões, a proposta de plano de controle da erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes deve estar articulado e harmonizado com o plano de gerenciamento de resíduos da construção civil, o qual deverá incluir pelo menos:

- a previsão do volume e dos tipos de resíduos a serem gerados na execução de demolições e de obras civis;
- os procedimentos ambientalmente adequados para as diferentes etapas do gerenciamento de resíduos gerados: segregação, acondicionamento e armazenamento, coleta, transporte externo e destinação final;
- a indicação das áreas licenciadas e ambientalmente adequadas para cada tipo de resíduo a ser gerado no empreendimento;
- a identificação do responsável técnico com Anotação/Certificado de Responsabilidade Técnica – ART.

Os empreendimentos de construção civil com seus respectivos canteiros de obras, definidos pela legislação como atividades passíveis de licenciamento ambiental, devem respeitar os tipos de atos autorizativos do IBRAM (Instituto Brasília Ambiental), conforme as Resoluções CONAM (Conselho de Meio Ambiente do Distrito Federal) nos 09 de 20/12/2017, 10 de 20/12/2017, 11 de 20/12/2017 e 02 de 16/10/2018.

Dessa forma, o plano de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes articulado com o plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (referido na Lei Distrital n° 4.704/2011) poderão ser exigidos pelo IBRAM, no âmbito do processo de licenciamento ambiental.

4.4 Etapas do controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes

O controle de erosão do solo e o manejo de sedimentos e de outros contaminantes nos canteiros de obras devem ser contemplados em todas as etapas, desde o planejamento do empreendimento, detalhados no projeto e ainda implementados e ajustados na execução das obras, havendo casos em que há necessidade de ações após a entrega e início da fase de uso, por pendências na consolidação ou estabilização de novas proteções do solo ou de configurações do terreno.

A seguir se detalha como o controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes devem ser contemplados nas quatro principais etapas de um empreendimento.

A Etapa de planejamento

Esta fase inicial tem como principais atividades específicas:

- Concepção do empreendimento, estudo preliminar e anteprojeto;
- Estimativa de custos para as fases de licenciamento ambiental, projeto, execução e operação;
- Planejamento de riscos e monitoramento e controle das atividades e ações de implantação e operação;
- Cronograma físico-financeiro.

Dependendo do tipo e complexidade do empreendimento, será necessário requerer **Licença Prévia ambiental**, junto ao órgão ambiental competente (no DF, o IBRAM ou IBAMA/DF). A emissão da licença prévia do empreendimento poderá exigir, dentre outros:

- Estudos ambientais;
- Consideração de condicionantes e medidas mitigadoras fixadas pelo órgão ambiental a serem contempladas no projeto do empreendimento;
- Outorga prévia de lançamento de águas pluviais, caso exista previsão de lançamentos de águas pluviais em corpo hídrico superficial;
- Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil;
- Plano de controle da erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes;

B Etapa de projeto

O projeto básico do sistema ou do empreendimento, principal elemento desta fase, deverá contemplar todos os elementos necessários e suficientes para caracterizar os serviços e a complexidade das obras necessárias, orçar o custo total das intervenções, definindo os métodos construtivos e o prazo de execução (TCU, 2007). Especificamente o projeto básico deverá incluir:

- Atendimento a condicionantes e medidas mitigadoras existentes na Licença Prévia;

- Projeto de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes, considerando além dos requisitos do respectivo Plano de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos a definição e o detalhamento das Boas Práticas de controle de erosão do solo manejo de sedimentos em outros contaminantes aplicáveis, considerando as possíveis alterações no canteiro de obras e ao longo das etapas construtivas, abrangendo, no mínimo, desde as fases de escavação e movimentação de terra; até o paisagismo e finalização e entrega das obras.

- Planejamento operacional e projeto do canteiro de obras, incluindo o sistema provisório de drenagem pluvial;

- Quantitativo e orçamento para todos os insumos e serviços para a implantação do empreendimento;

- Cronograma físico-financeiro;

- Especificações de materiais e serviços;

- Solicitação de outorga prévia para lançamento de águas pluviais, tanto para sistema provisório da obra, quanto para o sistema definitivo, se necessário.

Dependendo do tipo e complexidade do sistema, empreendimento ou obra, pode ser necessário requerer **Licença de Instalação ambiental**, o que poderá incluir:

- Comprovação do cumprimento das condicionantes e medidas mitigadoras exigidas na licença prévia;

- Apresentação de estudos, planos, projetos e cronogramas que tenham relação com aspectos ambientais;

- Outorga de direito de lançamento de águas pluviais, caso exista previsão de lançamentos de águas pluviais em corpo hídrico superficial.

C Etapa de execução ou implantação

A etapa de execução é desenvolvida no espaço físico do canteiro de obras. Essa fase do empreendimento deve incluir:

- Monitoramento e controle dos processos construtivos;

- Execução e acompanhamento das boas práticas de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos;

- Entrega do empreendimento conforme especificações e encerramento das atividades construtivas repassando ao usuário ou proprietário todas as informações relacionadas à adequada operação e uso.

Quando exigida, esta fase se conclui com a **Licença de Operação,** com a qual ficam comprovadas que foram atendidas as condicionantes e medidas mitigadoras estabelecidas.

D Etapa de operação ou uso (vida útil)

São relevantes nesta etapa a própria operação, o acompanhamento do desempenho, as atividades de manutenção preventiva e corretiva e as eventuais reformas necessárias às alterações do uso.

No que diz respeito ao controle de erosão do solo e ao manejo de sedimentos, é preciso prever as atividades relacionadas ao monitoramento, prevenção e correção de erosão e de danos no sistema de drenagem e em taludes e ao adequado manejo paisagístico. Quando o empreendimento for entregue sem que todas

as ações de estabilização do solo e da cobertura vegetal estejam concluídas, o responsável pelo uso ou operação de empreendimento deve assegurar a realização das ações cabíveis.

4.5 Impactos ambientais significativos

O solo, outros resíduos sólidos e demais contaminantes ao serem carreados das obras pela água ou ar podem ser responsáveis ou contribuírem para ocorrência de danos ambientais que, por seu turno, podem justificar atrasos nas atividades construtivas, custos adicionais e conflito com órgãos de meio ambiente.

Há diversos impactos ambientais negativos causados por sedimentos originários de canteiros de obras, podendo citar os mais significativos:

- Degradação ambiental de terrenos, devido a disposição de sedimentos sobre a cobertura vegetal e solo natural;
- Alteração do uso das vias públicas, devido a disposição de sedimentos nas ruas, que está relacionada desde ao aspecto visual degradante até acidentes com veículos, principalmente motocicletas;
- Redução da qualidade do ar, devido a geração de material particulado e transtornos à vizinhança em razão da poeira;
- Inundações e alagamentos, devido à obstrução de condutos e galerias pluviais;
- Assoreamento de corpo receptor, devido ao carreamento de sedimentos das obras;
- Eutrofização do corpo hídrico receptor, pelo carreamento, junto com os sedimentos, de nutrientes, principalmente fósforo (Bertol *et al.*, 2004), e pela elevação da turbidez dos ambientes aquáticos, com a consequente redução da fotossíntese e das taxas de oxigênio do meio (Rocha *et al.*, 2009).

Os demais contaminantes presentes em canteiros de obras, como derivados de petróleo e diversos produtos químicos como óleos vegetais, desmoldantes, impermeabilizantes, tintas e outros produtos de acabamento, caso não sejam tratados adequadamente, podem promover:

- Contaminação do solo e do lençol freático (infiltração);
- Poluição das águas pluviais e do corpo hídrico receptor.

4.6 Aspectos ambientais de interesse[1]

A identificação dos aspectos ambientais relevantes nas diversas atividades que integram o ciclo completo do empreendimento permite determinar previamente os impactos ambientais negativos mais significativos, que necessitam ser evitados ou mitigados.

Pode-se admitir que as ações construtivas desenvolvidas nas diferentes tipologias de obras variam apenas na intensidade, pois, em menor ou maior proporção, todas os empreendimentos possuem operações

1 Adota-se o conceito de aspecto ambiental dos Sistemas de Gestão Ambiental (ISO 14001, 2005).

construtivas semelhantes. Por exemplo, uma edificação e uma rodovia possuem tanto pavimentação quanto estruturas, mas em proporções opostas. Na edificação, os custos mais relevantes estão na estrutura e vedações, independente do sistema construtivo. Por outro lado, a rodovia é praticamente uma obra de pavimentação, apesar de possuir edifícios de apoio e obras de arte em estruturas de concreto.

Considerando que as ações construtivas em distintas tipologias de obras variam apenas na intensidade, são listados a seguir os aspectos ambientais mais relevantes e as respectivas ações mais usuais na dinâmica das atividades construtivas.

A **Aspecto Ambiental 1 –** Saída de sedimentos do canteiro de obras

São de interesse para este aspecto ambiental as seguintes atividades ocorrentes nos canteiros de obras:

- Delimitação da área de interferência de obras civis;
- Tráfego de entrada e saída de veículos na obra.

B **Aspecto Ambiental 2 –** Erosão superficial do solo

São de interesse as seguintes atividades ocorrentes nos canteiros de obras que propiciam a erosão superficial do solo:

- Supressão de espécies vegetais e retirada de cobertura vegetal superficial;
- Raspagem e estoque de solo orgânico;
- Exposição de solo durante atividade de terraplenagem;
- Exposição de solo superficial;
- Tráfego interno de veículos;
- Escavação e reaterro de valas para assentamento de tubulações.

C **Aspecto Ambiental 3 –** Emissão de particulados no ar

São de interesse as seguintes atividades ocorrentes nos canteiros de obras que lançam particulados no ar:

- Tráfego de veículos em vias de terra não compactada;
- Manuseio e transporte de solo, areia e outros agregados;
- Escavação e reaterro de valas para assentamento de tubulações;
- Exposição de solo estocado.

D **Aspecto Ambiental 4 –** Manejo de resíduos sólidos da construção civil

São de interesse para este aspecto ambiental as seguintes atividades ocorrentes nos canteiros de obras:

- Armazenamento e transporte de resíduos de solo, cimento e agregados Classe A;
- Seleção e destino adequado para resíduos da construção civil.

E **Aspecto Ambiental 5 –** Controle de sedimentos no canteiro de obras

São de interesse as seguintes atividades ocorrentes nos canteiros de obras que favorecem a geração de sedimentos suscetíveis ao carreamento por água:

- Demolição de pavimentos asfálticos, pisos, vedações e estruturas cerâmicas ou de concreto etc.;
- Intervenções em vias públicas: demolições, escavações, pavimentação, concretagem etc.;
- Demais serviços presentes no canteiro de obras com produção de sedimentos.

F Aspecto Ambiental 6 – Manejo de produtos contaminantes

As atividades que lidam com produtos contaminantes que podem poluir o solo e as águas pluviais são:

- Uso de tintas, selantes, impermeabilizantes e outros produtos químicos para acabamentos;
- Geração de resíduos perigosos;
- Uso de máquinas, geradores, compressores e outros equipamentos movidos a diesel;
- Uso de lubrificantes para peças de escoramento, corpos de prova de concreto etc.;
- Lavagem e lubrificação de caminhões betoneira e demais equipamentos e ferramentas de manuseio do concreto;
- Uso de banheiros provisórios ou químicos;
- Pavimentação por asfalto.

4.7 Tratamento de impactos ambientais em canteiros de obras

Considerando os aspectos ambientais relevantes para o controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e de outros contaminantes em canteiro de obras, neste item são apresentadas orientações para o tratamento dos possíveis impactos ambientais negativos causados pela execução de um empreendimento.

As orientações apresentadas levam em consideração o aprendizado obtido em visitas técnicas a diversas obras públicas no Distrito Federal que permitiram identificar e classificar as principais atividades, com possíveis impactos ambientais negativos relacionados ao controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes. Entrevistas com projetistas, fiscais de obras e agentes públicos confirmaram a necessidade de considerar a problemática desde a contratação, elaboração e fiscalização dos projetos de engenharia, bem como na contratação, fiscalização e recebimento das obras e demais empreendimentos.

A legislação existente facilitou compreender a responsabilidade dos agentes, meios de evitar ou minimizar danos ao meio ambiente e ações necessárias para o perfeito controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em obras.

F Aspecto Ambiental 1 – Saída de sedimentos da obra

Ao ocupar o terreno para iniciar a obra, as ações de construção degradarão a condição natural do local, seja ele uma área

vegetada, natural ou não, ou previamente construída, o que ocasionará a geração de sedimentos e a exposição do solo aos processos erosivos.

Em geral, estabelecem-se condições propícias ao carreamento de sedimentos da obra por ventos e ao escoamento superficial para terrenos vizinhos e para vias públicas.

Uma vez fora da obra, conforme exemplo nas Figuras 3 e 4, a seguir, os sedimentos poderão acessar o sistema de drenagem urbana e, quando dentro dos condutos, dificilmente poderão ser recolhidos, se encaminhando para os corpos hídricos receptores.

Portanto, controlar a saída de sedimentos do canteiro de obra é fundamental para o manejo dos sedimentos, exigindo que o perímetro da obra seja conformado para conter o escoamento de água e dos ventos rasteiros, antes mesmo do início das demais atividades a serem desenvolvidas no local.

Em casos em que há previsão de atividades em áreas externas aos limites da obra, tais atividades também devem ter seu limite de intervenção definido e protegido contra a saída de sedimentos.

A portaria de acesso à obra também é parte do seu perímetro, o que faz com que também seja necessário garantir o controle dos fluxos de água e dos sedimentos carreados. Por estes locais entram e saem veículos e equipamentos que, após trafegarem pela obra, podem ter sedimentos aderidos aos seus pneus, sendo necessárias medidas para impedir a saída desses sedimentos do perímetro do empreendimento.

Observa-se que pelo seu caráter corretivo e por ter apenas relativa efetividade, a atividade de varrição das vias públicas não é considerada estratégia de controle do manejo de sedimentos em canteiro de obras, mas sim medida de mitigação de impacto ambiental negativo gerado.



Figura 3
Sedimentos saindo da obra em decorrência da falta de controles implementados em sua via de acesso.
Fonte: Rosa (2013)



Figura 4
Evidências de sedimentos sendo carreados da obra para a via pública por portaria sem controle. Fonte: Rosa (2013)

B **Aspecto Ambiental 2 –** Erosão superficial do solo

A limpeza do terreno e os ajustes de sua superfície por meio de cortes e aterros expõem o solo, deixando-o vulnerável aos processos erosivos por sua desagregação em partículas suscetíveis ao arrastamento, podendo provocar erosão laminar e em sulco. Existem diversos agentes erosivos presentes no canteiro de obras, tais como a água, o vento ou os pneus de veículos e máquinas ou até mesmo os pedestres trafegando, com potencial para desagregar o solo e arrastá-lo para fora da obra.

O potencial de erosão eleva-se nos locais onde ocorre tráfego intenso de veículos e com solo revolvido, devido a remoção da proteção natural do solo. O processo erosivo pode ser agravado em situações com declividades acentuadas, pois o escoamento superficial pode atingir velocidades maiores, como apresentado nas Figuras 5 e 6. Nesses casos, as vias de circulação de veículos, os taludes e os estoques de solo são pontos críticos a serem protegidos contra os processos erosivos, mas também os locais quase planos ou planos e as vias de circulação de pedestres devem ser estabilizados.

A abertura de valas e as escavações para assentar tubulações no sentido do gradiente topográfico trazem risco de surgimento de processos erosivos, em especial quando a execução da obra ocorre durante o período chuvoso (Figuras 7 e 8).



Figura 5
Via de circulação de veículos sem proteção e estabilização dos taludes. Fonte: SDU/Adasa (2019)



Figura 6
Taludes com sulcos de erosão e solo revolvido. Fonte: Rosa (2019)



Figura 7
Abertura de valas para assentamento de rede de distribuição de água em futuro setor urbano. Fonte: SDU/Adasa (2019)



Figura 8
Abertura de vala, com disposição de solo lateralmente e necessidade de esgotamento de água proveniente do lençol freático. Fonte: SDU /Adasa (2019)

Em todos os casos, eventos de precipitação mais intensos intensificam os processos erosivos e os riscos de surgimento de sulcos, que podem evoluir para ravinas e até mesmo voçorocas.

C **Aspecto Ambiental 3 –** Emissão de particulados no ar

As ações construtivas podem promover o lançamento de material particulado na atmosfera, principalmente em razão de movimento de terra e do trânsito de equipamentos e veículos (Figura 9).



Figura 9
Emissão de material particulado a partir do trânsito de veículos. Fonte: Rosa (2013)

A emissão de material particulado poderá gerar desconforto e prejuízos para a saúde de trabalhadores e de pessoas nas vizinhanças do empreendimento. Por isso, é importante impedir ou minimizar que material particulado entre em suspensão e saia da obra carreado pelo vento. Destaca-se que ao se depositar em áreas lavadas pelo escoamento superficial estes sedimentos podem atingir o sistema de drenagem do canteiro de obra, potencializando a ocorrência dos problemas já relatados neste Manual.

D **Aspecto Ambiental 4 –** Manejo de resíduos sólidos da construção civil

As ações construtivas geram resíduos sólidos, que necessitam ser identificados e classificados de acordo com a legislação pertinente. O projeto do canteiro principal deve necessariamente prever e detalhar a localização de depósitos temporários para resíduos, incluindo o armazenamento com segregação, a coleta e o transporte até destinação final devidamente regularizada e licenciada.

As matérias-primas (como areia, brita, pedrisco e pó de pedra) são estocadas no canteiro principal e transportadas e, quando viável, suas sobras devem ser reaproveitadas ao invés de serem destinadas como resíduos.

A estocagem adequada de matérias-primas previne desperdícios e minimiza a geração de resíduos, reduzindo o espalhamento e, por conseguinte, o carreamento para as vias de circulação e para o sistema de drenagem.

Na Figura 10 é apresentado um exemplo de canteiro de obra em que não foram adotadas práticas de controle de erosão, deixando os materiais de construção em condição de serem carreados em caso de chuvas que gerem escoamento superficial.



Figura 10
Estocagem inadequada de matérias primas em canteiro de obras.
Fonte: SDU /Adasa (2019)

E Aspecto Ambiental 5 – Controle de sedimentos no canteiro de obras

O solo desagregado pela erosão encontra-se solto e propício a ser arrastado pelo escoamento superficial da água de chuva ou da água oriunda de fontes internas da obra. O transporte suspenso na água é a principal forma do solo sair do perímetro da obra, desencadeando os impactos ambientais negativos que o manejo de sedimentos objetiva impedir.

Não deve ser admitida a passagem do escoamento superficial da água além dos limites da obra e, para tanto, o sistema de drenagem deve coletar esse material (água mais sedimentos) e transportá-lo para o local de armazenamento temporário, tratamento e análise de qualidade, antes de seu lançamento no sistema drenagem urbana ou no meio ambiente.

Na Figura 11 é apresentada uma obra em que o solo acumulado está disposto de maneira inadequada e totalmente disponível para ser carreado para o sistema de drenagem, enquanto na Figura 12 é mostrado um lançamento irregular de água mais sedimentos do sistema de drenagem da obra para via pública.



Figura 11
Solo acumulado com potencial para ser carreado para sistema de drenagem da obra. Fonte: SDU /Adasa (2019)



Figura 12
Água e sedimentos de drenagem de obra lançados em via pública. Fonte: Rosa (2013)

A proteção dos solos expostos no canteiro de obras é determinante para reduzir a carga de sedimentos na água de drenagem. Para tanto, deve-se impedir a erosão, estabilizando o solo e reduzindo a velocidade de escoamento superficial da água, para propiciar a sedimentação dos solos em suspensão no interior do próprio canteiro de obras.

A depender da extensão, da topografia e do tipo de solo, o sistema de drenagem da obra deve incluir barreiras e locais para acumular sedimentos presentes na água coletada, que podem estar dispostos em um único ponto ou distribuídos na área drenada.

Os reservatórios de qualidade, os poços de drenagem e as estações de tratamento de água com uso de coagulantes são alguns exemplos de alternativas de redução do fluxo de sedimentos nas águas pluviais coletadas pelo sistema de drenagem da obra. A seleção de tais unidades varia em função da área de contribuição ao sistema de drenagem, da vazão de tratamento, da disponibilidade de área e dos custos de implantação e manutenção envolvidos.

F **Aspecto Ambiental 6 –** Manejo de produtos contaminantes

As ações construtivas exigem o emprego de diversos produtos líquidos, como óleos lubrificantes e combustíveis para máquinas e equipamentos; aditivos para argamassas e concretos, tintas, selantes e impermeabilizantes para acabamentos de edificações.

Todos esses produtos possuem alto potencial poluidor, motivo pelo qual devem ser evitados quaisquer contatos deles com o solo do canteiro de obras e com as águas que nele escoam superficialmente.

Os produtos químicos devem ter acondicionamento, manuseio e consumo normatizado e controlado, impedindo vazamentos e mitigando os danos ao

meio ambiente deles decorrentes, bem como os causados pelo seu mau uso.

As Figuras 13 e 14 ilustram, respectivamente, o vazamento de óleo diesel de trator e o derramamento de diversos produtos químicos devido ao acondicionamento inadequado.



Figura 13
Vazamento de óleo diesel no solo.
Fonte: SDU /Adasa (2019)



Figura 14
Derramamento de produtos químicos por acondicionamento inadequado.
Fonte: SDU /Adasa (2019)

4.8 Características relevantes dos empreendimentos

Para subsidiar a elaboração deste Manual foram realizadas 14 (quatorze) visitas técnicas a canteiros de obras de diferentes órgãos e empresas públicas no Distrito Federal.

Verificou-se que os empreendimentos visitados se diferenciavam pela tipologia e porte, pelo tipo de solo e existência prévia de vegetação, pela localização e vizinhança, pela forma e declividade do terreno ou da área de intervenção. No entanto, foi a configuração espacial do canteiro de obras que apareceu como preponderante nas ações de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos. Por esta razão, a fim de facilitar a organização das propostas de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes, o presente Manual classifica as obras nos seguintes tipos: pontuais, lineares e em rede ou malha.

A Obras pontuais

As obras pontuais variam em suas proporções, sendo reduzidas como uma residência ou um edifício unifamiliar

(exemplo no Esquema 1 e Figura 15), outras amplas como uma unidade de triagem de resíduos sólidos ou uma projeção habitacional. O aspecto essencial de tais obras é que podem ser cercadas, ou seja, todas as suas atividades ocorrem internamente a um espaço determinado e o perímetro é contínuo.

Esquema 1
Modelo hipotético de canteiro de obra. Fonte: Rosa (2013)

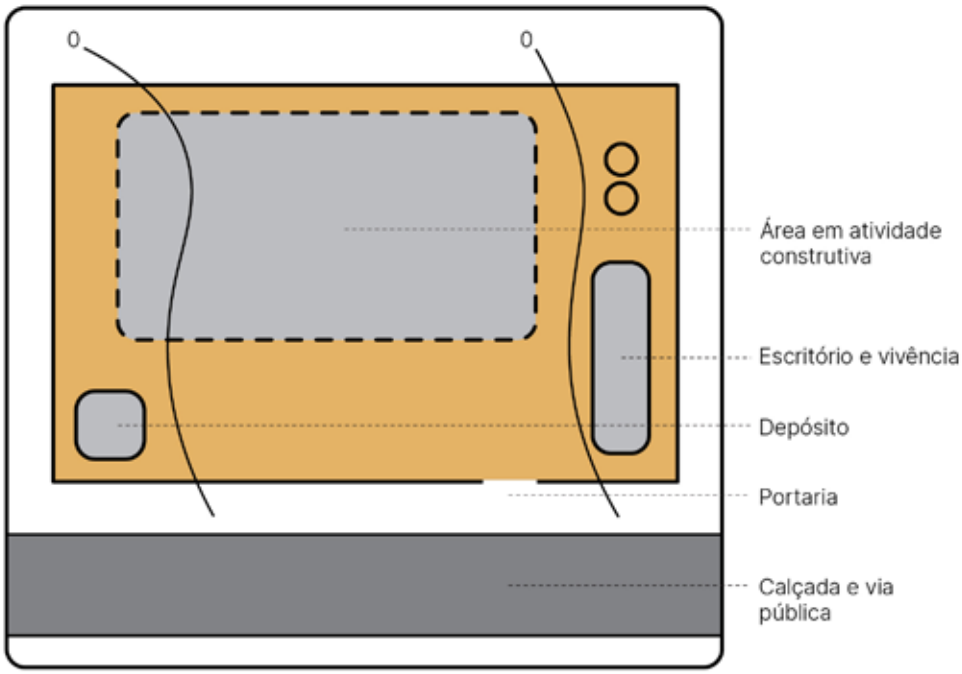


Figura 15
Vista superior de construção de edifício residencial, exemplo de obra pontual sem manejo de sedimentos. Fonte: Rosa (2013)



Nesta configuração, há perfeita clareza e continuidade das entradas e saídas do canteiro de obras, assim como é possível definir as áreas de circulação de veículos.

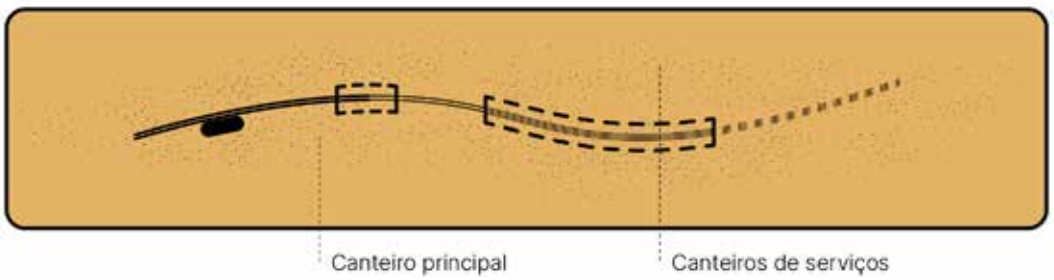
As principais características ambientais associadas à tipologia de obras pontuais e que são de interesse para o controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes, são:

- Perímetro delimitado;
- Canteiro de obras com entrada e saída únicas;
- Terreno com pouca supressão vegetal, muitas vezes já previamente ocupado e/ou terraplanado, normalmente, devido a situar-se em área urbana ou de expansão urbana;
- Área geralmente com relevo pouco acidentado, favorecendo o controle do escoamento pluvial;
- Existência de recuos obrigatórios sem construções previstos no projeto, o que permite maior permanência de infraestruturas provisórias;
- Existência de sistema de drenagem nas proximidades que possa ser aproveitado para receber a drenagem provisória da obra.

B Obras lineares

As obras lineares se caracterizam por possuir uma de suas dimensões muito maior do que as demais. Em geral, são obras de infraestrutura como rodovias, ferrovias, adutoras, interceptores e redes de serviço público etc.

Outra característica importante para classificação da tipologia de obras lineares e que tem influência direta no controle de erosão do solo e manejo de sedimentos é a possibilidade de haver um canteiro principal e outros de serviços. Isso é frequente quando frentes de serviços estão distantes do canteiro principal, onde estão áreas de vivência, escritório e outras infraestruturas de apoio (Esquema 2). Nessas situações, é necessário o deslocamento de pessoas e insumos, por meio do uso de vias públicas ou provisórias, demandando controles adicionais de estabilidade nos acessos e controle da poluição do ar (Figuras 16 e 17).



Esquema 2
Canteiro de serviços em obras lineares com frentes de serviços separadas do canteiro principal. Fonte: Rosa (2019)



Figura 16
Exemplo de obras lineares na Ligação do Torto Colorado. Fonte: Rosa (2019)



Figura 17
Obra na marginal Vicente Pires com solo exposto suscetível ao carreamento pluvial. Fonte: Agência Brasília (2019)

Essa tipologia de obras geralmente exige atenção adicional para evitar a utilização ou degradação de áreas que estejam fora da área de intervenção estabelecida no licenciamento ambiental (Brasil, 1997).

Sobre este tipo de obra, o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT) alerta:

> *"Há sempre tendência à geração/ocorrência, em maior ou menor escala, de impactos ambientais negativos, suscetíveis de ocorrer em toda a sua abrangência, afetando, segundo as particularidades inerentes de cada caso, cada um dos componentes do ecossistema."* (Brasil, 2010)

As principais características ambientais relacionadas ao controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes que caracterizam as obras do tipo linear, estão ilustradas nas Figuras 16 e 17, e são:

- Perímetros extensos e/ou segmentados;
- Diversas entradas e saídas da obra, muitas vezes indefinidas ou mal definidas, sendo usadas aberturas improvisadas no perímetro da obra;
- Transporte e manuseio constantes de materiais pesados e pulverulentos, como solo e agregados minerais;
- Exploração de agregados em jazidas próximas ao trecho;
- Grande exposição do solo do terreno em função das atividades de escavação e movimentação de terra;
- Possibilidade de grandes planos em declive e taludes longos, causando escoamento superficial com velocidades maiores e, portanto, com maior potencial erosivo.

O DNIT possui material técnico tratando do controle de erosão do solo e manejo de sedimentos em obras de rodovias como o Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais (Brasil, 2005) e o Manual de Implantação Básica de Rodovia (Brasil, 2010).

c Obras em rede ou malha

A tipologia de obras em rede ou malha pode ser considerada uma mistura entre as tipologias de obras pontuais e lineares, apresentando características tanto de intervenção pontual, como identidade com obras lineares. As frentes de serviço são móveis e muitas vezes se localizam distantes do canteiro principal.

São exemplos típicos de obras em rede ou malha: as implantações de redes de abastecimento de água potável, coleta de esgoto e drenagem pluvial e as obras de pavimentação e urbanização em geral (como implantação ou revitalização de loteamentos urbanos), como mostram as Figuras 18 e 19.

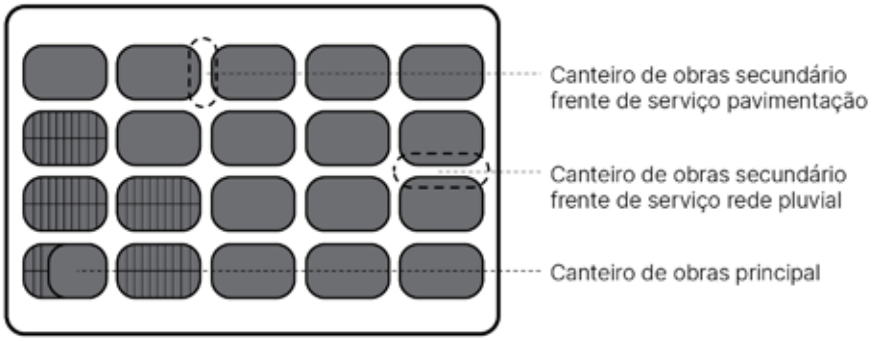


Figura 18
Exemplo de obra do tipo em rede ou malha para execução de rede coletora de esgotos sanitários. Fonte: Rosa (2019)



Figura 19
Exemplo de canteiro de serviços em obras de rede coletora de esgotos sanitários. Fonte: Rosa (2019)

Como se verifica no Esquema 3, tais obras apresentam características de descentralização dos controles ambientais e espaços limitados, que são determinantes para a escolha das boas práticas de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos a serem adotadas.



Esquema 3
Exemplo de canteiros principal e de serviços em obra de tipologia em rede ou malha. Fonte: Rosa (2019)

As características ambientais das obras em rede ou malha relacionadas ao controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes mais frequentemente encontradas são:

- Perímetros segmentados e itinerantes;
- Movimentações de solo próximas às entradas da rede pluvial e eventualmente nas proximidades de corpo hídrico receptor;
- Frentes de serviços móveis e tráfego de veículos externo à obra entre canteiros de serviços, o que eleva o risco de sedimentos da obra serem lançados em vias públicas.

4.9 Condições ambientais do terreno

A pluviometria, a topografia e a situação da cobertura da superfície do terreno (natural ou alterada) são as principais condições ambientais que devem ser analisadas no momento do planejamento e execução das boas práticas de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes.

A Pluviometria

O comportamento das precipitações é fator determinante para a ocorrência de processos erosivos e, consequentemente, para o manejo de sedimentos e outros contaminantes no canteiro de obras. Como já relatado, o escoamento superficial das águas pluviais promove o carreamento de sedimentos e outros contaminantes, favorece os processos erosivos e gera a desestabilização de taludes. Determinados casos demandam o projeto, a execução e a operação de sistemas provisórios de drenagem pluvial.

Em virtude do impacto da precipitação no canteiro de obras, algumas práticas de controle de erosão do solo e manejo

de sedimentos podem ser relativizadas quando as obras ocorrem na estiagem. No caso do Distrito Federal, o período de estiagem ocorre entre junho e agosto e o período de chuvas se inicia geralmente em setembro indo até maio, conforme pode-se observar das médias pluviométricas mensais apresentada pelo INMET, Instituto Nacional de Meteorologia de 1961 até 1990 (Gráfico 1).

Em muitos casos, não é possível estabelecer exatamente o período de início e operação das atividades das obras. Na elaboração do plano e respectivo projeto de controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes, deve-se considerar a obra ocorrendo durante o período de chuvas intensas (situação mais desfavorável).

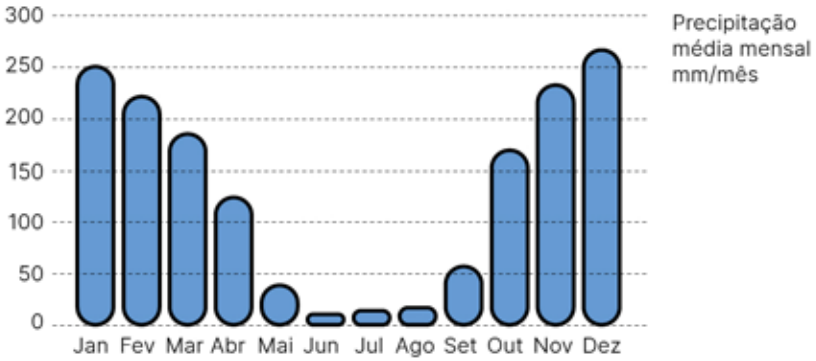
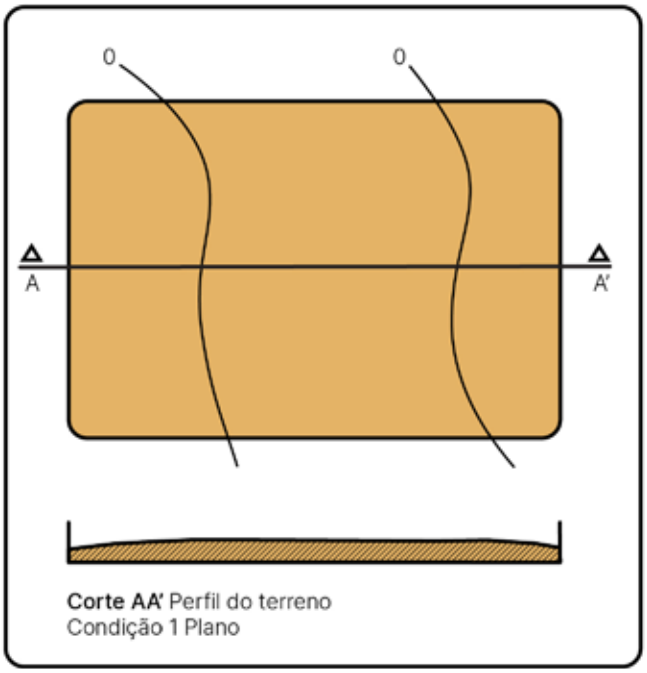


Gráfico 1
Precipitação média mensal (1961-1990) em Brasília, destacando períodos de chuva e de estiagem. Fonte: INMET (2019)

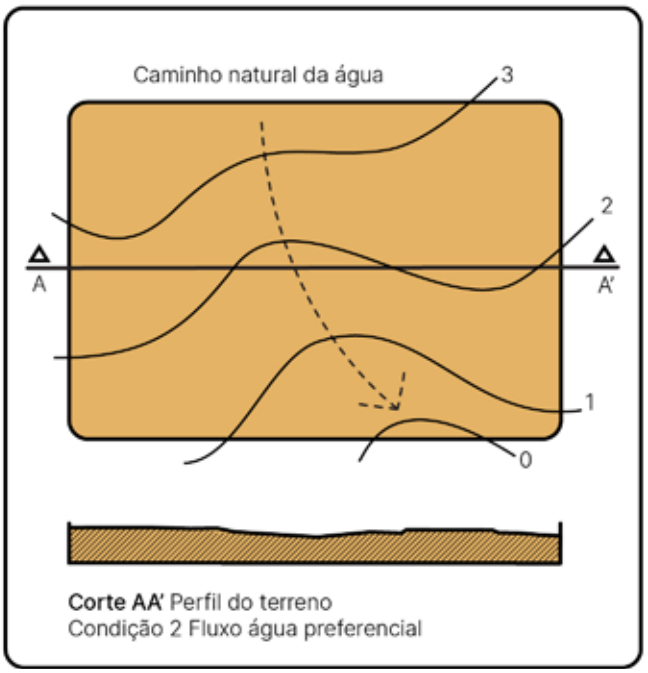
B Topografia

A topografia influencia diretamente nos escoamentos superficiais. Sobre terrenos acidentados a água escoa mais rápido e tem maior potencial para promover processos erosivos. Em terrenos planos ou com pouco declive, há tendência de a água acumular e até mesmo alagar trechos mais desfavoráveis. Nesses casos, o favorecimento da infiltração é a primeira opção, mas pode ser necessário o emprego de bomba para esgotamento da água acumulada.

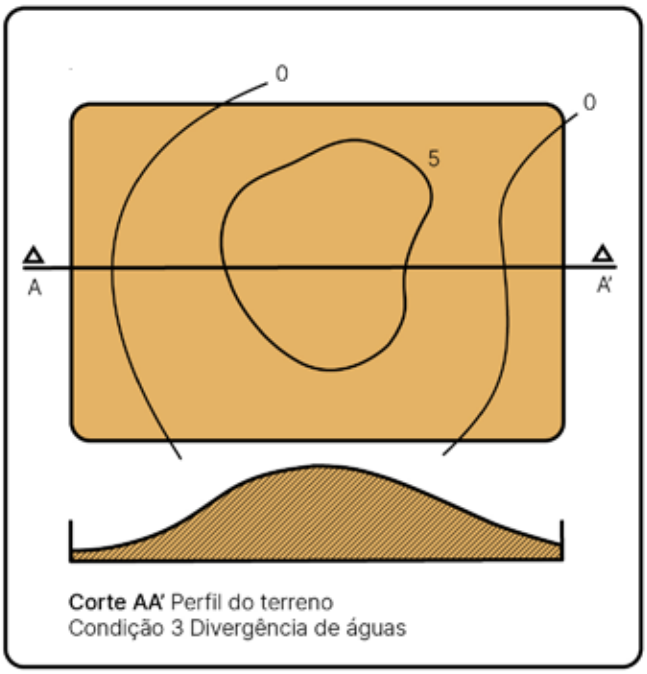
Os Esquemas 4, 5, 6 e 7 apresentam condições topográficas típicas, de interesse na seleção de estratégias para a drenagem da obra.



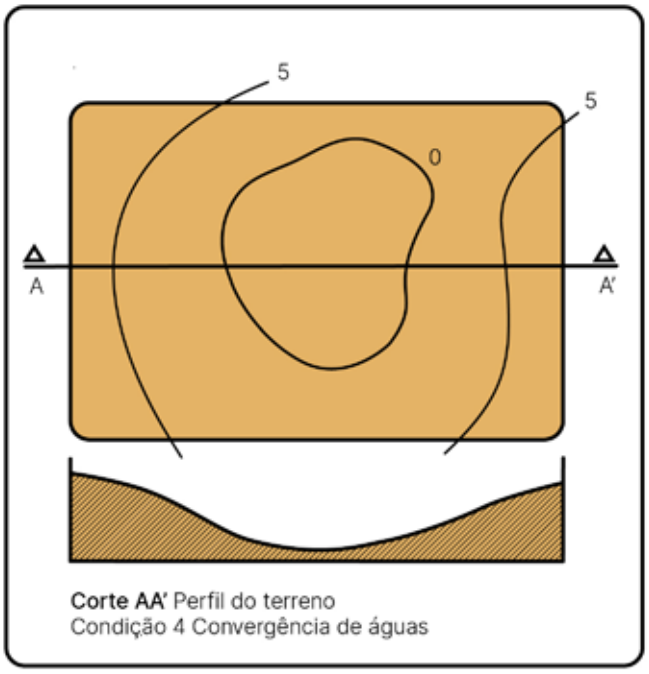
Esquema 4
Condição topográfica 1, terreno plano. Fonte: Rosa (2013)



Esquema 5
Condição topográfica 2, terreno com caminho natural da água pré-existente. Fonte: Rosa (2013)



Esquema 6
Condição topográfica 3, terreno com divergência de águas. Fonte: Rosa (2013)



Esquema 7
Condição topográfica 4, terreno com convergência de águas. Fonte: Rosa (2013)

As principais características de cada condição topográfica considerada são:

Condição 1 – terrenos planos

- As declividades reduzidas limitam o escoamento superficial de água, com a eventualidade de trechos sem condições de drenagem por gravidade, exigindo sistemas segmentados de drenagem do canteiro de obras que podem exigir bombeamento da água para se conectarem;
- O escoamento da água ocorre lentamente, reduzindo o potencial erosivo e favorecendo a sedimentação ao longo das calhas e áreas de escoamento;
- Há baixo potencial para concentração e acúmulo de grandes volumes de água no perímetro, com risco relativamente pequeno de extravasamento da vedação constituída por tapume ou outra proteção nas divisas.

Condição 2 – terrenos com concentração de águas, formando um fluxo preferencial

- Verifica-se a tendência de reunião de volumes significativos de água de diferentes áreas de contribuição e de escoamento para um mesmo ponto no perímetro da obra. Neste caso, existe risco elevado de extravasamento da vedação constituída por tapume ou outra proteção nas divisas.

Condição 3 – terrenos com divergência de águas

- Ocorre a tendência de todo volume da precipitação incidente no terreno se concentrar rapidamente no perímetro do canteiro de obras, possivelmente nos seus cantos.

Condição 4 – terrenos com convergência de águas

- Os volumes precipitados não saem da obra naturalmente, reduzindo a demanda da proteção do perímetro;
- Pode haver a tendência de entrada de água externa proveniente de escoamento pluvial no entorno do terreno;
- A concentração de água pode atrapalhar as frentes de serviços, sendo interessante descentralizar os locais de armazenamento temporário por meio da drenagem provisória do canteiro de obras.

c Cobertura superficial do terreno

- Sempre que possível deve ser evitada ou pelo menos minimizada a remoção da cobertura vegetal existente e da camada de solo superficial. O planejamento da obra deve buscar a preservação das proteções superficiais do solo pelo maior tempo possível, buscando removê-las apenas na medida do avanço físico da obra.
- A vegetação e o solo superficial do terreno devem ser verificados para determinar se a cobertura é natural ou restaurada. Essa verificação poderá indicar se existe disponibilidade do solo orgânico, viabilizando o aproveitamento deste material.

5

As Boas Práticas

No capítulo anterior foram expostos os fundamentos para o entendimento da presente matéria, cerne deste Manual.

Neste Capítulo são apresentadas as boas práticas, divididas em prioritárias e complementares, detalhando-se os aspectos técnicos de maior importância para a elaboração de planos e projetos, bem como para sua adequada execução nas obras.

As boas práticas são ações que devem ser previstas, quantificadas, orçadas e executadas em obras civis, em conjunto com as demais atividades desenvolvidas nos canteiros de obras, objetivando evitar ou minimizar os impactos ambientais negativos provenientes do inadequado controle de erosão e manejo de sedimentos e outros contaminantes.

Para auxiliar na quantificação e orçamento das boas práticas, o Anexo A apresenta referências de composição de insumos e serviços para cada ação proposta, com base no catálogo de composições analíticas do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices).

5.1 Aspecto Ambiental 1 – Saída de sedimentos do canteiro de obras

5.1.1 **Boa Prática –** Proteção do perímetro do canteiro de obras

A proteção adequada do perímetro do canteiro de obras objetiva tanto impedir a saída de água pluvial que contenha ou possa conter sedimentos em suspensão quanto a entrada de escoamento superficial proveniente do exterior para dentro do canteiro de obras.

A tipologia da obra e a declividade nas áreas perimetrais do terreno são variáveis importantes na definição das boas práticas a serem adotadas neste caso. Por outro lado, a cobertura superficial do terreno não influencia diretamente na variação desta prática.

Ação prioritária

Alternativa 1

Esta alternativa é aplicável para todas as tipologias de obras, inclusive para os canteiros principal e de serviços, e é apropriada para qualquer condição ambiental do terreno.

Todo o perímetro do canteiro de obras deve ser vedado por meio do assentamento de uma ou duas fiadas de blocos de concreto, variando em função da declividade do perímetro, conforme apresentado nas Figuras 20 e 21 e nos Detalhes 1 e 2.

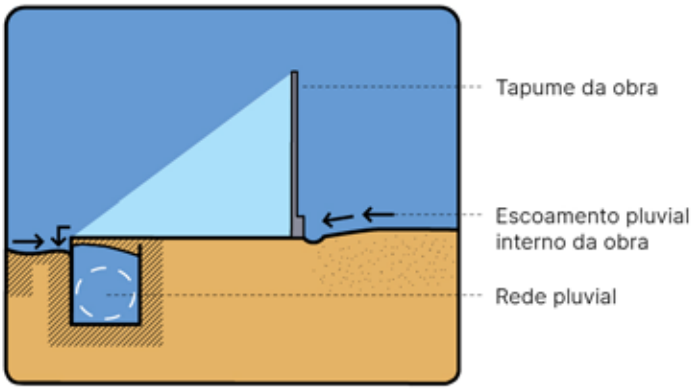
Se houver a previsão ou constatação de acúmulo de águas pluviais ao longo do perímetro, deve ser instalada uma calha perimetral ou outro sistema coletor.



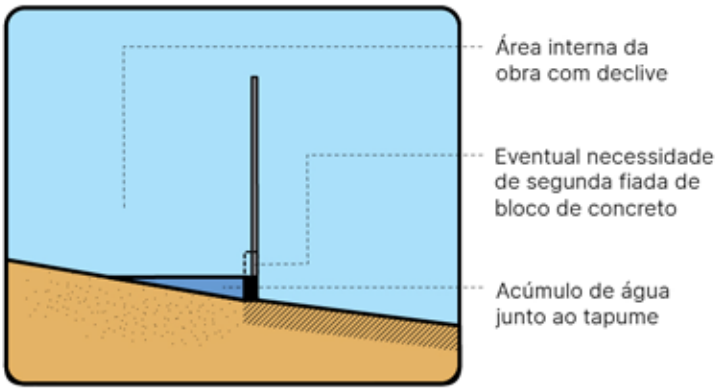
Figura 20
Exemplo de obra com uma fiada de bloco assentado no perímetro. Fonte: Rosa (2013)



Figura 21
Tapume metálico do canteiro de obras com duas fiadas de bloco de concreto vedando sua base, com a existência de calha perimetral instalada. Fonte: Rosa (2013)



Detalhe 1
Exemplo de corte transversal do tapume em perímetro de obra sem declive ou com declive inferior a 5%. Demonstra o controle do escoamento superficial por meio de sua vedação, onde há rede pluvial urbana. Fonte: Rosa (2019)

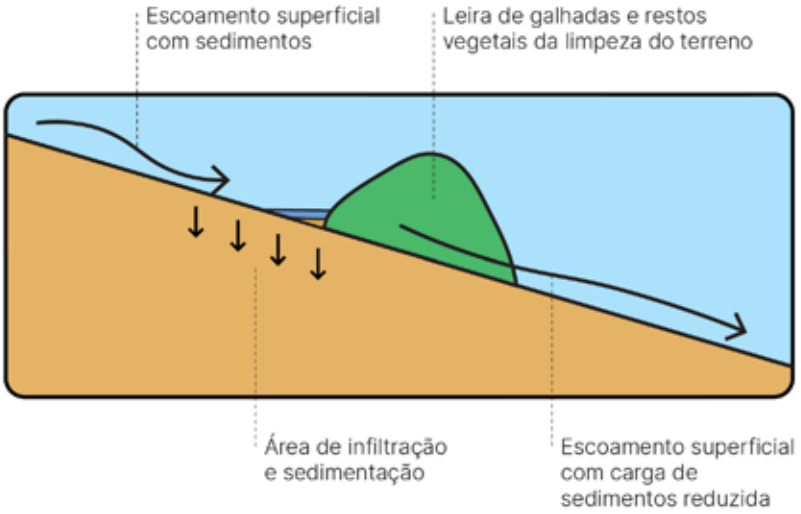


Detalhe 2
Exemplo de corte transversal de tapume em terreno com declividade superior a 5%. A concentração de água durante chuvas poderá exigir mais de uma fiada de bloco para conter o fluxo de água e a instalação de calha perimetral. Fonte: Rosa (2019)

Ação prioritária

Alternativa 2

Esta alternativa é mais apropriada para obras lineares e canteiros de serviços. No início da terraplenagem, os restos vegetais e galhadas da limpeza do terreno devem ser dispostos no perímetro de cota altimétrica inferior, a fim de evitar a saída de sedimentos, conforme apresentado no Detalhe 3. O material deve ser disposto em formato de leira, preferencialmente sobre as curvas de nível do terreno e nas cotas altimétricas inferiores às margens da área de intervenção.



Detalhe 3
Aproveitamento do material da limpeza do terreno, como galhadas e restos vegetais. Fonte: Rosa (2019)

Ação prioritária

Alternativa 3

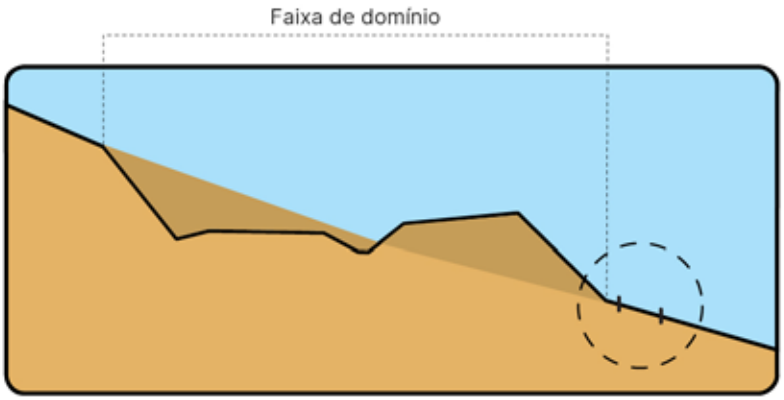
Esta alternativa também é aplicável em obras lineares e canteiros de obras de serviços. E consiste na instalação de cercas de membrana geotêxtil como barreiras de sedimentos no perímetro das atividades de construção, conforme mostrado nas Figuras 22 e 23 e nos Detalhes 4 e 5.



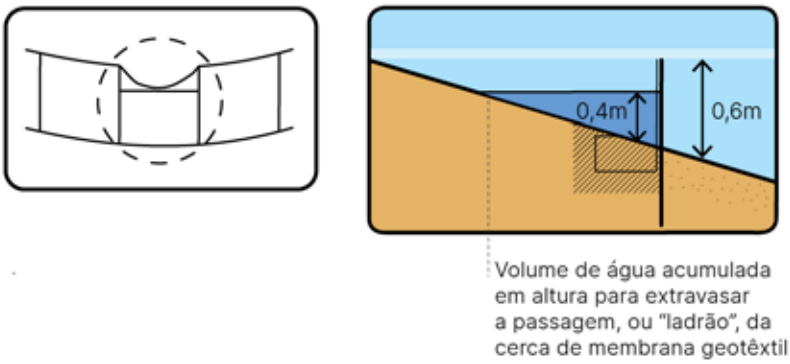
Figura 22
Cercas filtrantes de membrana de geotêxtil em áreas vegetadas e próximas à zona de movimentação de terra. Fonte: Rosa (2013)

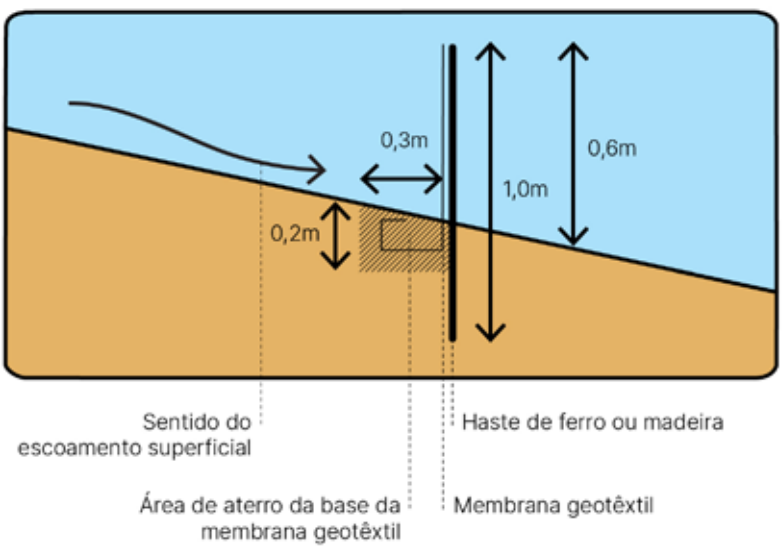


Figura 23
O cercamento utilizando membrana geotêxtil deve ser enterrado em sua base para fixação. Fonte: Rosa (2013)



Detalhe 4
Corte de rodovia hipotética demonstrando a localização das cercas de membrana geotêxtil.
Fonte: Rosa (2019)



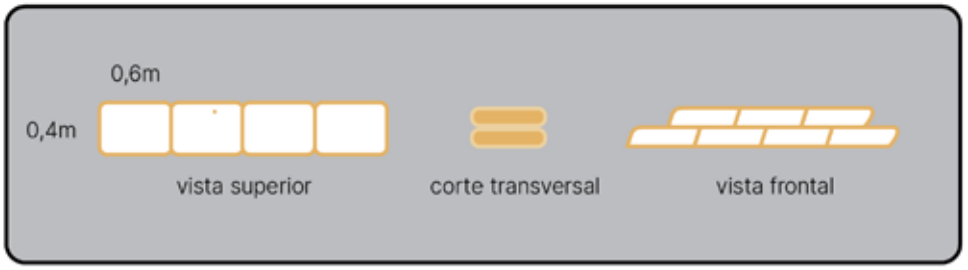


Detalhe 5
Fixação da membrana geotêxtil na base da cerca filtrante.
Fonte: Rosa (2019)

Nos locais onde a superfície do terreno não permitir escavação para a instalação da cerca de geotêxtil, deve-se executar dique de contenção com sacarias preenchidas por solo ou agregados e re-vestido por geotêxtil, conforme mostram a Figura 24 e o Detalhe 6.



Figura 24
Diques de contenção com sacarias de ráfia preenchido por solo ou areia da obra, envolvidos em membrana geotêxtil. Fonte: Rosa (2013)



As sacarias de rafia ou de membrana geotêxtil, tamanho médio, quando vazios de 65 x 85 centímetros, devem ser preenchidas por solo ou agregados, mas não devem ser rígidas, muito cheias, pois possibilitariam passagem de água. Elas devem ser frouxas para que se acomodem umas às outras preenchendo possíveis vazios.

Detalhe 6
Confecção da sacaria e montagem dos diques. Fonte: Rosa (2019)

Ação prioritária

Alternativa 4

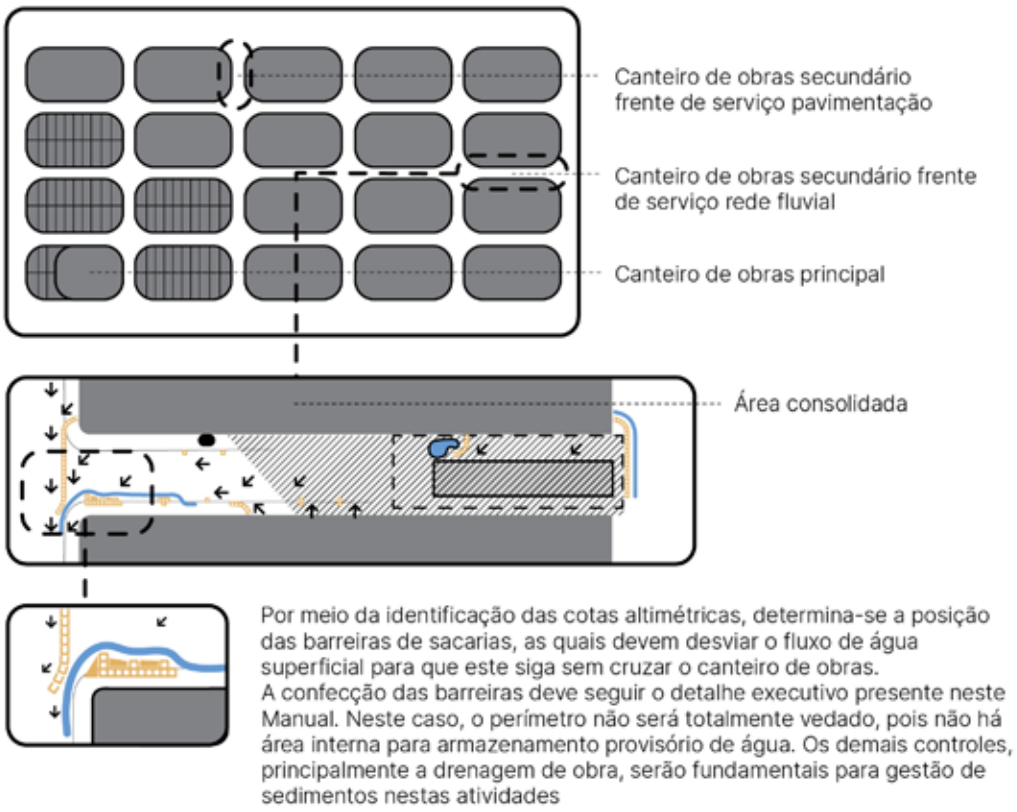
Esta alternativa é adequada para obras em rede ou malha, para diferentes frentes de serviços e para qualquer tipologia de obra em vias públicas em terrenos provisórios, itinerantes, em áreas ocupadas, consolidadas ou em consolidação urbanística.

A área de intervenção deve ser delimitada (com cavaletes e fitas zebradas, por exemplo) e o fluxo do escoamento superficial deve ser desviado por meio de diques de sacarias de ráfia ou membrana geotêxtil com solo ou agregados, conforme apresentado no Detalhe 7.

Ação complementar

A base do tapume ou elemento de divisa da obra deve ser vedada, de modo que o tapume, além do escoamento de água superficial, controle também os ventos rasteiros, não sendo recomendável portanto a utilização de elementos vazados.

Outros detalhes construtivos são apresentados no Anexo A (Composições de Insumos e Serviços).



Detalhe 7
Desvio do escoamento superficial das frentes de serviço em obras em redes com canteiros nas vias públicas. Fonte: Rosa (2019)

Observações

A água do escoamento superficial que não sair do canteiro de obras pelo perímetro ficará retida até seu descarte. A proteção do perímetro deve atuar em conjunto com a drenagem da obra para conter escoamento de água superficial, servindo como calha para conduzir a água até o sistema de drenagem da obra.

A proteção do perímetro não deve atuar como barreira de contenção de maiores volumes de água. Nesse caso, é mais indicado um muro de arrimo.

Monitoramento e manutenção

O perímetro da obra vedado deve ser monitorado durante os eventos de chuvas intensas ou logo após tais fenômenos, pois são nessas ocasiões que poderão sofrer alterações e evidenciar a necessidade de ajustes localizados.

Nas inspeções, do lado interno ao canteiro, deve ser verificada a ocorrência de alagamento junto à vedação do perímetro ou seus vestígios, como alterações de coloração do solo e acúmulo de sedimentos finos. Confirmada ocorrência desta natureza, deve-se providenciar a integração do local alagado ao sistema de drenagem da obra, por meio de execução de calha ou regularização do caimento da superfície. Se necessário, deve ser executado poço de drenagem para armazenamento da água ou sistema de recalque por bombeamento.

Externamente, nas calçadas ou em terrenos circunvizinhos, as inspeções devem verificar evidências de passagem de água com sedimentos da área interna da obra para a externa pela base do tapume, identificadas por fluxos de água ou pontos de sedimentação. Quando verificada a passagem de água pelo tapume, deve-se corrigir a vedação do perímetro no local e, havendo sedimentação em áreas externas ao tapume, o material sedimentado deve ser recolhido para a área interna da obra.

5.1.2 **Boa Prática –** Estabilização do acesso à obra e implantação de sistema de lava rodas

A proteção do solo nas áreas de tráfego de veículos junto às portarias da obra objetiva criar um trecho estável em que as rodas dos veículos possam realizar no mínimo três voltas completas, viabilizando que os resíduos aderidos aos pneus se soltem e não sejam carreados para as vias públicas pelos veículos ao saírem do canteiro de obras. (Figura 25).

Em períodos de chuvas ou em obras cujo interior esteja com solo molhado, a aderência do solo aos pneus dos veículos aumenta, sendo necessário implantar sistema de lava rodas nas saídas da obra.

As características dos veículos (principalmente porte e tipos de pneus) e o respectivo tráfego nas portarias do canteiro de obras, o regime de chuvas e a possibilidade de transporte de sedimentos para fora dos limites do canteiro de obras são as variáveis mais importantes que devem ser avaliadas para a escolha da Boa Prática.

Figura 25
Acesso da obra estabilizado com camada de brita. Fonte: Rosa (2013)



Ação prioritária

Alternativa 1

Essa alternativa é aplicável somente para acessos com permanência máxima de um mês e consiste na distribuição de uma camada de brita graduada em toda a área da portaria, criando um leito de rodagem de, no mínimo, 6 metros de comprimento (medido na extensão da passagem dos veículos), conforme a Figura 26.

Alternativa 2

No período de chuvas, quando houver solo molhado no interior da obra e no caso de acessos com tempo de utilização superior a um mês, deve ser instalado um sistema de lava rodas, composto de superfície em concreto armado, com declividade mínima de 5% no sentido do eixo transversal, e separador de água e óleo (SAO), antes do descarte da água de lavagem (Figuras 27 e 28, respectivamente, e Detalhe 8). Abreu e Souza (2012) apresentam uma outra proposta para sistema de lava rodas e CAESB (2020), sistema separador de água e óleo com caixa de coleta de óleo (Figuras 29 e 30, respectivamente).

Figura 26
Camada de brita em acesso provisório da obra.
Fonte: Rosa (2013)

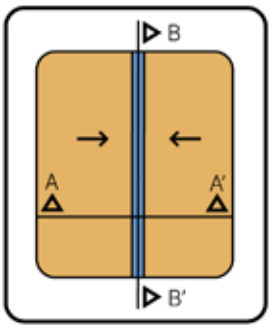




Figura 27
Sistema de lava rodas com calha longitudinal.
Fonte: Rosa (2013)

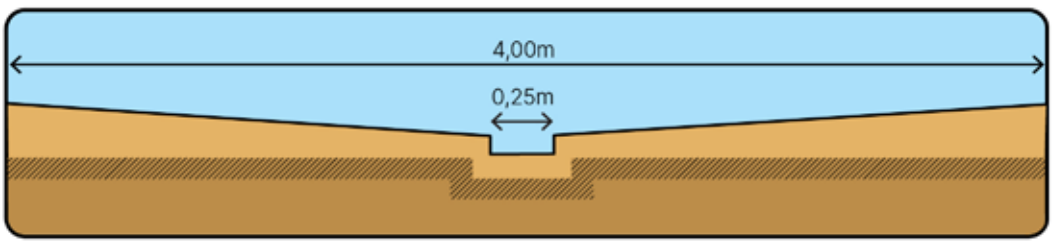


Figura 28
Separador de água e óleo para tratamento de água de lavagem do sistema lava rodas.
Fonte: Rosa (2013)

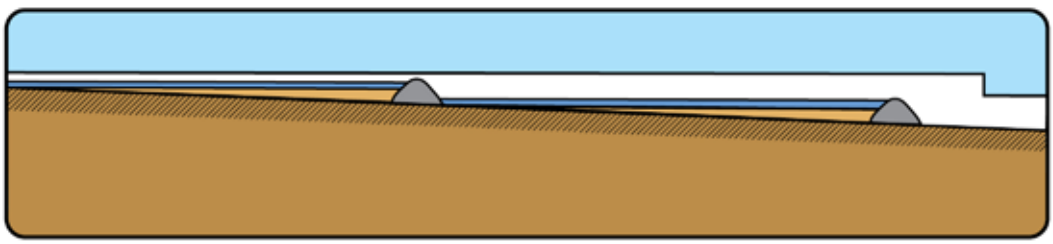


Planta Baixa
Lava rodas
Sentido de tráfego dos veículos

O escoamento da água de lavagem em direção a calha longitudinal ocorre lavando a superfície e impedindo que, ao sair do sistema lava rodas, o veículo trafegue sobre sedimentos da lavagem. A água de lavagem deve ser destinada para sistema de separação de água e óleo e caixas de decantação para seu tratamento, sendo o ideal que haja o reúso desta água no sistema lava rodas.



Corte AA' Transversal
Caimento da superfície sentido centro longitudinal



Corte BB' Longitudinal
Barreiras de sedimentos com sacarias de rafia ou membrana geotêxtil preenchidas com agregados dispostas no interior da calha do sistema lava rodas auxiliam no tratamento da água de lavagem.

Detalhe 8
Desvio do escoamento superficial das frentes de serviço em obras em redes com canteiros nas vias públicas. Fonte: Rosa (2019)

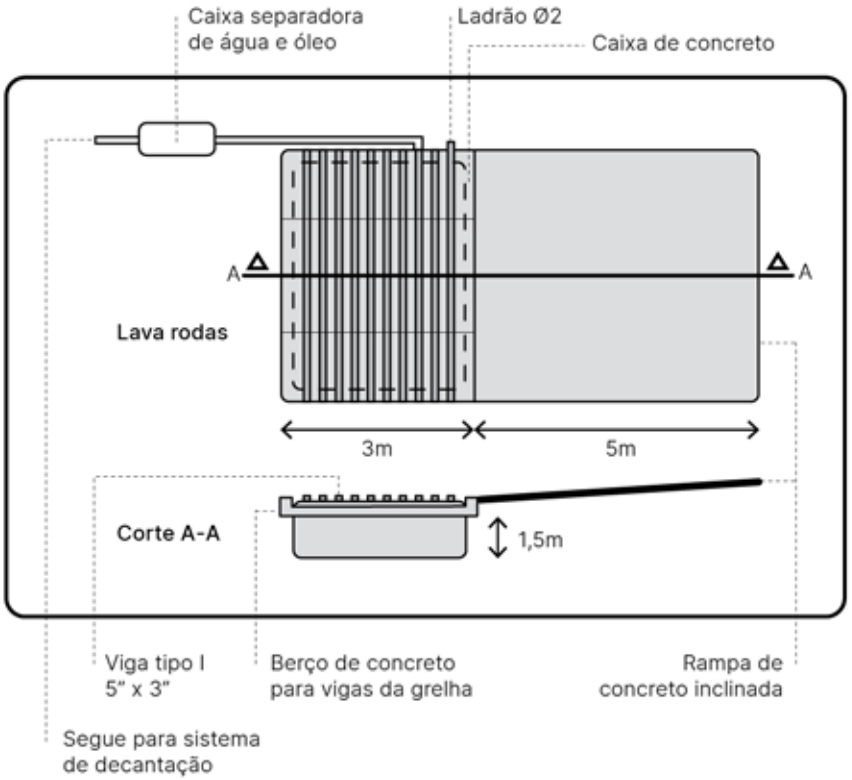


Figura 29
Projeto lava rodas. Fonte: Abreu e Souza (2012)

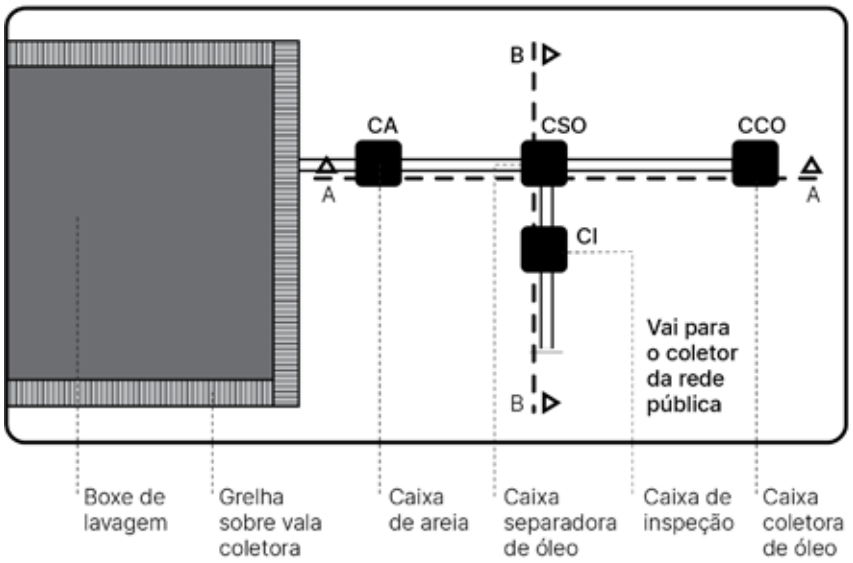


Figura 30
Croqui do sistema Separador Água-Óleo adotado (Caixa de inspeção interligada com sistema de drenagem.
Fonte: CAESB (2020)

Observações
O uso de brita de mesma granulometria no acesso da obra irá comprometer a durabilidade da estratégia, pois a resistência à pressão exercida pelos veículos é menor do que quando utilizados agregados de granulometria variada, por isso, deve ser utilizada brita graduada simples.

A camada de brita para estabilização do solo em períodos de chuva ou quando exista solo molhado na obra provoca a ineficiência da estratégia, devido ao rápido acúmulo de sedimentos que ocorrerá sobre o trecho de rodagem.

No sistema de lava rodas, a água de lavagem coletada pela calha transversal deverá passar por sistema separador de água e óleo e ser destinada a sistema público de drenagem ou lançada em corpo hídrico, sempre com aferição do atendimento de sua qualidade à legislação.

O ideal é que exista um sistema de reúso da água de lavagem acoplado ao sistema separador de água e óleo.

O óleo retirado da caixa separadora do sistema água e óleo deve ser acondicionado em recipiente próprio e encaminhado para reciclagem.

Monitoramento e manutenção
A camada de brita graduada deve ser inspecionada pelo menos semanalmente ou mais frequentemente quando a intensidade do tráfego no local recomendar. Na inspeção, deve ser observado o avanço de sedimentos depositados sobre a área estável, sendo eventualmente necessária sua raspagem, conforme os resíduos se aproximarem do limite da portaria. Quando o solo não estiver depositado apenas superficialmente, pode ser necessária a reposição de uma camada de brita.

A via pública também precisa ser verificada e, quando apresentar sedimentos provenientes do canteiro, deve-se prolongar o leito de rodagem antes da portaria ou instalar o sistema de lava rodas, caso o leito se mostre inefetivo.

O sistema de lava rodas deve ser inspecionado constantemente pelo funcionário que estiver no serviço de lavagem, principalmente em relação à sedimentação nas calhas coletoras, identificando a necessidade de desassoreamento e destinação do material coletado para área estável do canteiro de obras.

Também deve-se inspecionar o sistema separador água e óleo em relação ao acúmulo de óleo, período de coleta do produto e acondicionamento em recipiente adequado na baia de resíduos perigosos da obra (Resolução CONAMA n° 307/2002).

5.2 Aspecto Ambiental 2 – Erosão superficial do solo

5.2.1 **Boa Prática –** Estabilização de vias de circulação de veículos e pedestres

As vias de circulação de veículos devem ser protegidas contra processos erosivos provocados pelas chuvas e contra a abrasão dos pneus dos veículos ao trafegarem, visando impedir a desagregação do solo no local (Figuras 31 e 32).

O controle de erosão do solo nas vias de circulação internas do canteiro de obras é fortemente influenciado pelo regime de chuvas, e depende do tipo de solo, da existência ou não de sistema de drenagem de águas pluviais e da manutenção das mesmas.

Ação prioritária

A camada de brita graduada deve ser aplicada em toda extensão das vias de circulação de veículos.



Figura 31
Via de circulação estabilizada com brita graduada, cuja cota altimétrica do leito é superior à do entorno imediato. Fonte: Rosa (2013)



Figura 32
Antecipação da base compactada da via para estabilização do solo. Fonte: Rosa (2013)

Ação complementar

O solo das vias deve ser compactado antes de sua proteção com a camada de brita ou uma membrana geotêxtil deve ser aplicada entre o solo e essa camada, visando reduzir a necessidade das manutenções.

Outros detalhes construtivos são apresentados no Anexo A (Composições de Insumos e Serviços).

Observações

A camada de brita deve sempre estar em cota superior ao entorno, para em eventos de chuvas evitar que a água escoada pela obra acesse o leito de rodagem das vias, aumentando a necessidade de manutenção no local.

Para tanto, as vias devem possuir caimento transversal para suas laterais, onde devem ser executadas calhas revestidas, por exemplo, por membrana geotêxtil, para coletar e escoar a água incidente nas vias ou proveniente da obra, sem ocasionar erosão.

Monitoramento e manutenção

A inspeção da via deve ocorrer sempre após os eventos de chuvas, em busca de locais onde o solo possa ter acessado o leito devido ao rebaixamento do trecho em relação ao entorno. Os pontos em que se identificar a presença de sedimentos devem ser raspados e a camada de brita graduada recomposta.

5.2.2 **Boa Prática –** Estabilização de solos expostos em superfícies, sejam planas ou em declives

O solo exposto deve ser sempre protegido contra processos erosivos, visando impedir sua desagregação e, consequentemente, seu carreamento.

O regime de chuvas, o tipo de solo, a quantidade e a forma de estoque do solo e a proteção de talude são variáveis fundamentais no presente tema.

Ação prioritária

Alternativa 1

O solo orgânico raspado deve ser estocado, com isolamento por barreira de sedimentos. É comum que no material estocado, em duas semanas ou mais, cresça naturalmente cobertura vegetal como mostra a Figura 33.

A cobertura vegetal das áreas abertas, prevista em projeto, deve ser executada imediatamente após a terraplenagem, em taludes ou superfícies planas situadas em áreas de futuro paisagismo, como apresentada na Figura 34.



Figura 33
Estoque de solo orgânico estabilizado.
Fonte: Rosa (2013)



Figura 34
Estabilização da superfície do talude.
Fonte: Rosa (2011)

Ação prioritária

Alternativa 2

O solo exposto nos taludes deve ser protegido com Cal Jet (Santos, 2009), conforme apresentado nas Figuras 35 e 36, nos locais onde a terraplenagem permanecer paralisada por mais de duas semanas. A proteção deve ser realizada desde o primeiro dia da paralisação da movimentação de terra.



Figura 35
Talude sendo protegido com cal jet aplicado por pulverizador mecânico. Fonte: Santos (2009)



Figura 36
Talude com teste de aplicação da técnica cal jet. Fonte: Santos (2009)

Ação complementar

Todo solo estocado por mais de duas semanas deve ser coberto por lona ou membrana geotêxtil, sendo imprescindível isolar os locais de estoque de solo para desviar o fluxo de água do local e conter possíveis sedimentos carreados, por meio da instalação de barreira de sedimentos ao seu redor, conforme os Detalhes 9 e 10.

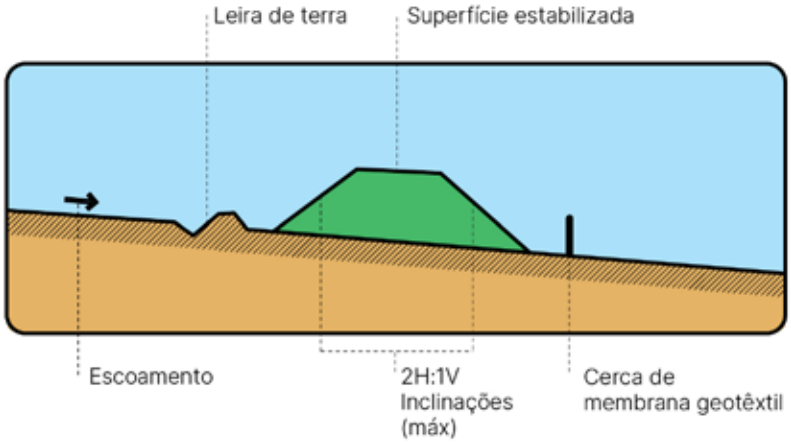
Observações

A prática ideal em um determinado caso, entre as diversas alternativas disponíveis para proteção de solos expostos, deve ser a mais acessível localmente e de menor custo, desde que considerado todo o período pela qual é necessária.

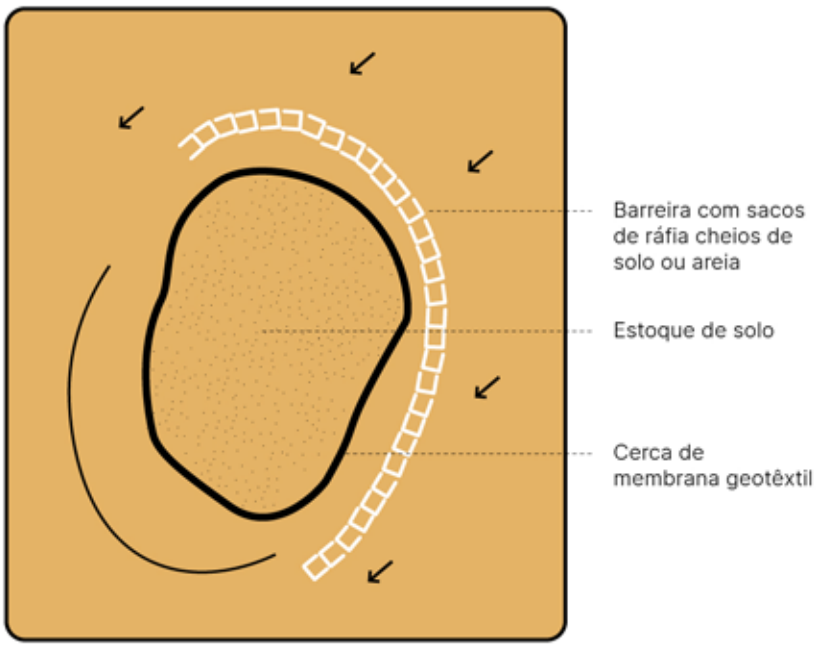
No caso de obras de pavimentação, sempre que a terraplenagem concluir o nivelamento da via, a base do pavimento deve ser executada buscando estabilizar o terreno, ainda que a pavimentação não seja concluída imediatamente.

Monitoramento e manutenção

As inspeções devem ocorrer antes e após os eventos de chuvas, em todo o canteiro de obras, localizando eventuais solos expostos. Devem ser identificados os casos que necessitam de novas proteções e os locais danificados pelas chuvas ou que estavam sem proteção adequada, situações em que deve ocorrer a reposição ou complementação da proteção.



Detalhe 9
Exemplo de estoque de solo estabilizado e protegido contra carreamento de sedimentos. Fonte: LANDCON (2004)



Detalhe 10
Disposição das barreiras de sedimentos em função do escoamento pluvial.
Fonte: Rosa (2019)

5.2.3 **Boa Prática** – Estabilização de solos expostos na escavação de valas

Durante a escavação de valas, os solos expostos e depositados nas proximidades devem ser preservados contra processos erosivos.

A ocorrência de chuvas ou escoamento superficial em direção ao solo exposto ou a infiltração de água subterrânea na vala são aspectos importantes neste tema.

Ação prioritária

Alternativa 1

Salvo orientação da fiscalização da obra, o material escavado deve ser depositado em ambos os lados da vala, se possível, igualmente distribuído e afastado a uma distância superior a 0,50 m. Todo material de granulometria graúda solta deve ser retirado da proximidade da vala.

O serviço de escavação deve ser evitado em períodos de chuvas. Se for imprescindível, deve-se compactar o solo depositado nas laterais da vala, o qual poderá ser comprimido com uso da própria caçamba ou carregador do trator ou compactador a percussão.

Deve-se prever e executar barreiras para evitar o contato do escoamento superficial proveniente das chuvas com o solo depositado temporariamente ao longo da vala.

As boas práticas de proteção do perímetro do canteiro de obras, apresentadas anteriormente, podem igualmente ser aplicadas para proteção do solo depositado ao longo da vala, que deve ser reintegrado na vala, constituindo o reaterro ou fechamento da vala, o mais breve possível.

O excesso de solo acondicionado e não aproveitado no fechamento da vala deverá ser destinado a outro uso na obra ou descartado em área de bota fora.

Ação prioritária

Alternativa 2

A abertura de valas pode considerar a remoção do solo e seu transporte para outro local de acondicionamento temporário na obra. Este solo estocado deve ser protegido contra intempéries, notadamente, chuva e ventos.

A boa prática de armazenamento e transporte adequado de resíduos de Classe A, a ser apresentada a seguir, pode ser aplicada também para o solo estocado de vala.

Observações

O acondicionamento do solo lateralmente ao longo da escavação da vala possui o menor custo quando comparado com transporte e armazenamento temporário. Contudo, se houver risco iminente de chuva ou o solo estocado não puder ser reaproveitado no período de 24 horas, as medidas preventivas citadas na Alternativa 1 ou Alternativa 2 devem ser implementadas.

Monitoramento e manutenção

As inspeções devem ocorrer sempre antes e após os eventos de chuvas, em todos os locais com solos acondicionados. Devem ser identificados os casos que necessitam de novas proteções e locais danificados pelas chuvas ou que estavam sem proteção adequada.

5.3 Aspecto Ambiental 3 – Emissão de particulados no ar

5.3.1 **Boa Prática** – Controlar a geração de poeira nas atividades construtivas e vias de circulação de veículos

As vias de circulação de veículos e atividades geradoras de poeira devem ser umedecidas para evitar a suspensão de partículas do solo.

O período de estiagem de chuvas, o tráfego de veículos em vias sem pavimentação e escavações e movimentos de terra são as variáveis importantes para o controle de poluição do ar no canteiro de obras.

Ação prioritária

Alternativa 1

Água deve ser aspergida nas vias de circulação de veículos utilizando caminhão-pipa, conforme ilustrado nas Figuras 37 e 38.



Figura 37
Aspersão de água para controle de poeira em via de circulação de veículos.
Fonte: Rosa (2013)



Figura 38
Controle de poeira na entrada da obra.
Fonte: Rosa (2013)

Ação prioritária

Alternativa 2

O solo das vias de circulação de veículos deve ser compactado previamente nos casos em que está prevista a implantação de vias definitivas.

Ação complementar

Um sistema fixo de aspersores pode ser utilizado ao longo das vias de circulação, como mostrado na Figura 39.

Utilizando mangueira de água os locais de corte de asfalto ou de concreto devem ser molhados durante a atividade de demolição, principalmente em vias públicas ou locais próximos ao perímetro da obra, conforme a Figura 40.



Figura 39
Sistema de umedecimento de via de circulação por aspersores fixos.
Fonte: Rosa (2013)



Figura 40
Umedecimento de material de demolição de piso durante sua remoção para controle de poeira. Fonte: Rosa (2013)

Observações

O controle de poeira, deve ser feito prioritariamente com água de reúso, especialmente nos períodos de estiagem e, consequentemente, de maior demanda. O uso de água em excesso deve ser evitado porque pode promover escoamento superficial e carreamento de sedimentos.

Monitoramento e manutenção

A aspersão de água em vias de circulação de veículos deve ocorrer de forma rotineira nos períodos de estiagem e sempre que houver tráfego regular por elas. A opção por aspergir apenas sobre demanda de um responsável propicia falhas. Portanto, a inspeção deve verificar o procedimento interno de aspersão e, quando for o caso, monitorar o contrato da empresa de caminhão-pipa.

5.4 Aspecto Ambiental 4 – Manejo dos resíduos sólidos da construção civil

5.4.1 **Boa Prática –** Armazenar e transportar adequadamente resíduos de Classe A

O local de acondicionamento temporário na obra do resíduo Classe A (que inclui solo, agregados, cimentos ou cerâmicas) deve ser protegido contra intempéries, bem como as caçambas estacionárias ou caçambas dos veículos de transporte do material. Isso impede que chuvas e ventos possam carrear os sedimentos presentes nos resíduos para locais com acesso à drenagem da obra ou ao sistema de drenagem urbana.

O regime de chuvas, a adequada gestão de insumos para as obras e o manejo dos respectivos resíduos são importantes variáveis a serem considerados neste panorama.

Ação prioritária

Os resíduos Classe A devem ser armazenados em baias com cobertura ou acondicionados em caçambas cobertas.

Ação Complementar

É importante isolar com sacaria de brita ou areia os locais de acondicionamento de resíduos Classe A, quando eventualmente não estiverem estocados em baias cobertas ou caçambas.

Observações

É comum que as caçambas estacionárias possuam passagens de água em sua base para drenagem durante chuvas, o que demanda proteção e controle do escoamento superficial.

Monitoramento e manutenção

As inspeções aos locais de acondicionamento de resíduos Classe A devem ocorrer mensalmente para garantir que não houve alteração nos procedimentos ou na estanqueidade das baias, casos em que se devem verificar ajustes ou adequações.

5.4.2 **Boa Prática –** Estoque de solo

Solos (terra removida ou sedimentos) que possam ser reaproveitados na obra devem ser protegidos contra intempéries, impedindo que chuvas e ventos possam carreá-los para locais com acesso à drenagem da obra ou para o sistema de drenagem urbana.

O adequado manejo desse material estocado deve considerar o regime de chuvas, a quantidade de solo estocado e o prazo de armazenamento do solo.

Ação prioritária

O estoque de solo deve ser coberto com lona plástica ou geotêxtil.

Ação Complementar
É importante isolar com sacaria de brita ou areia os locais de estoques de solo.

Observações
A cobertura do solo é mais relevante quando este material permanecer estocado por mais de 15 dias na obra, prazo que pode ser menor no período de chuvas.

Monitoramento e manutenção
As inspeções aos locais de acondicionamento de solos devem ocorrer mensalmente para garantir que não houve alteração nos procedimentos ou perda de estanqueidade no estoque de solo.

5.5 Aspecto Ambiental 5 – Controle de sedimentos no canteiro de obras

5.5.1 **Boa Prática –** Drenagem de obra com retenção de sedimentos e controle de qualidade da água

O escoamento superficial interno à área de influência da obra deve ser captado e retidos os sedimentos transportados. A água pluvial coletada deverá ser acondicionada, analisada e, só quando atender os padrões regulamentares, lançada para fora da obra e direcionada ao sistema drenagem urbana ou a corpo hídrico receptor.

O lançamento da água pluvial em corpo hídrico pode exigir outorga emitida pelo órgão gestor de recursos hídricos que, no caso do Distrito Federal, é a Adasa. O lançamento em sistema de drenagem urbana existente pode requerer permissão do responsável pela estrutura.

O funcionamento adequado da drenagem de obra evita interrupções das frentes de serviços por alagamentos e, ao mesmo tempo, controla a contribuição de sedimentos da obra para o sistema de drenagem ou para o corpo hídrico receptor, conforme os padrões regulamentados.

A concepção do sistema de drenagem da obra deve considerar: a área de contribuição, a captação da água pluvial, o transporte, o armazenamento, o tratamento (se for o caso) e, por último, o descarte, obedecendo as orientações específicas que seguem.

Quando a escavação atinge o nível do lençol freático, a água proveniente do esgotamento de valas deve ter seu manejo adequado, com ações de transporte, armazenamento e tratamento (se for o caso), além do seu descarte atendendo à legislação para lançamento de efluentes líquidos no sistema de drenagem existente ou diretamente para corpos hídricos.

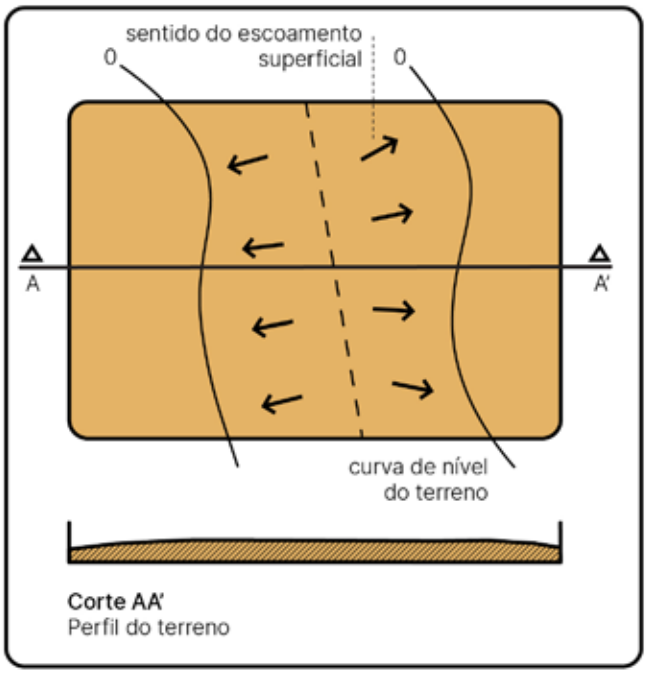
A Captar toda a água incidente no canteiro de obras

Para cada uma das diferentes etapas da obra, em planta com a topografia do terreno, devem ser identificadas as áreas de contribuição, ou seja, planos ou planos convergentes, cujas precipitações incidentes escoam para um mesmo local e analisada a localização das atividades de construção com relação a essas áreas.

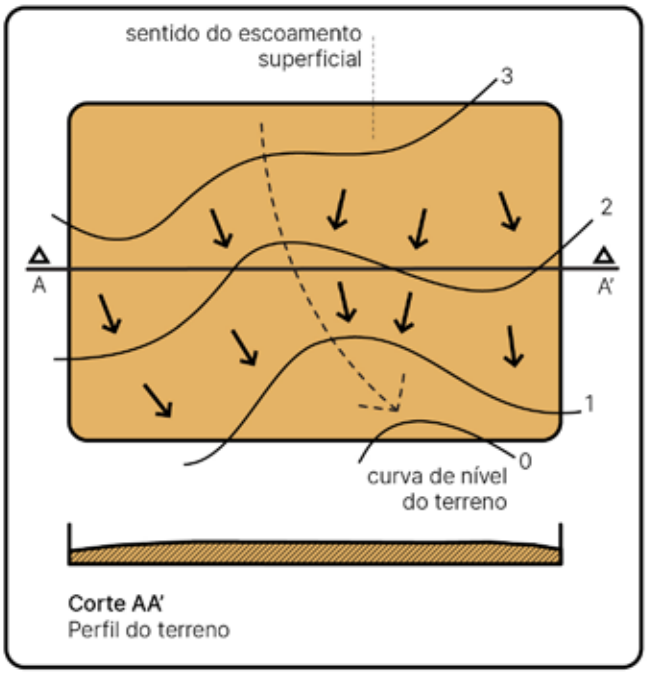
Com esta finalidade, interessa definir como etapas diferentes, as situações de configuração topográfica da área de influência que importem em alterações do escoamento das águas superficiais.

Usando estas informações, devem ser definidos, para cada etapa, os ajustes necessários nas declividades e as localizações e dimensões das calhas de escoamento das águas pluviais, considerando que o transporte, sempre que possível, deve ocorrer por gravidade até o local de descarte. Nesse cenário, também são incluídas as águas provenientes do esgotamento das valas.

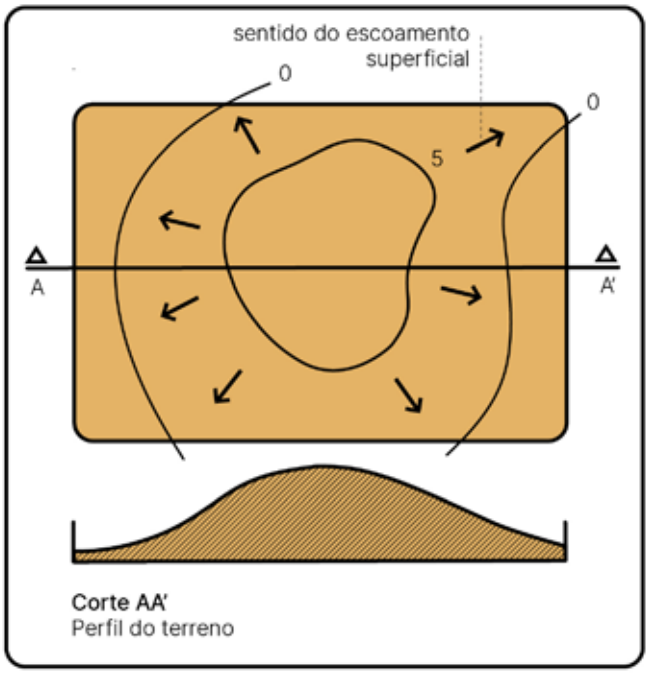
Os exemplos a seguir, ilustrados nos Esquemas 8 a 11, são em terrenos hipotéticos e simples, mas a lógica pode ser replicada em terrenos reais e complexos, em que cada trecho possui uma condição topográfica diferente.



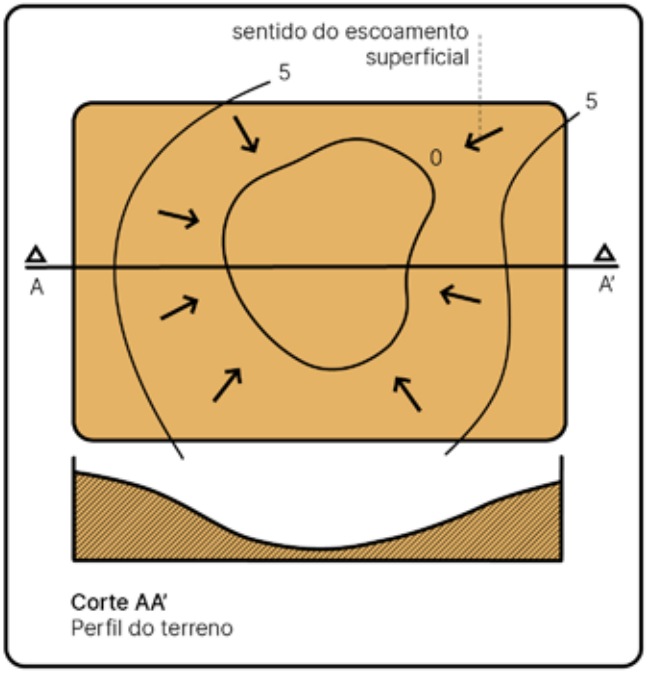
Esquema 8
Identificação das áreas de contribuição em terrenos planos. Fonte: Rosa (2019)



Esquema 9
Identificação das áreas de contribuição em terrenos com concentração de água formando fluxos internos. Fonte: Rosa (2019)



Esquema 10
Identificação das áreas de contribuição em terrenos com divergência de águas.
Fonte: Rosa (2019)



Esquema 11
Identificação das áreas de contribuição em terrenos com convergência de águas.
Fonte: Rosa (2019)

B Transportar a água para o armazenamento temporário em obra

O transporte da água de drenagem ao longo de calhas deve favorecer a retenção dos sedimentos. Para isso, devem ser construídas barreiras transversais ao sentido do fluxo, que não devem preencher mais da metade da seção da calha, com espaçamentos variando principalmente em função da declividade da calha e da concentração de sedimentos na água coletada.

C Armazenar temporariamente a água até seu descarte

O armazenamento temporário da água proveniente da drenagem, do esgotamento de valas ou de qualquer outra origem no canteiro de obras é necessário para garantir que seu descarte ocorrerá somente após o controle de qualidade. É durante este período que deve acontecer o tratamento do efluente, caso necessário.

A localização do armazenamento temporário da água de drenagem ou de outra origem pode variar de acordo com a etapa da obra e ser realizado em um único local ou em vários locais dispersos pelo canteiro de obras em função da topografia, das áreas disponíveis e da localização do ponto de descarte, dentre outros fatores. Havendo mais de um ponto de armazenamento, estes devem se comunicar por gravidade por intermédio de calhas ou por meio de bombeamento mecânico.

D Descartar a água após aferição de sua qualidade

O descarte de água de drenagem, do esgotamento de valas ou de outra fonte na obra deve ser sempre precedido da coleta

de amostras para realização de ensaios de determinação do teor de sólidos sedimentáveis e da turbidez, conforme determinam as Resoluções CONAMA n° 357/2005 e 430/2011 e observando a metodologia para ensaio de sólidos sedimentáveis por meio do cone de *Imhoff* estabelecida pela norma ABNT NBR 10561/1988.

Apenas o profissional capacitado para aferição da qualidade da água de drenagem deve autorizar o seu descarte, após controle.

A amostra deve ser coletada na água corrente que está sendo descartada. A coleta de água parada na superfície do reservatório não é adequada, pois o resultado do ensaio não irá condizer com a qualidade da água descartada, já que a água superficial tende a conter menos sedimentos devido a decantação.

O ideal é que exista uma caixa de passagem ou poço de visita à jusante da obra e à montante da entrada no sistema público de drenagem ou do corpo receptor, que funcione como local de reunião das águas pluviais da obra, onde facilmente pode ser coletada uma amostra da água corrente. Caso seja identificada visualmente a presença de sedimentos ou turbidez na água corrente, o bombeamento deve ser desligado, após a coleta da amostra, e retomado apenas quando haja confirmação de que água atende à regulamentação.

Caso a qualidade da água amostrada não atenda à regulamentação, deve-se adotar alguma das medidas listadas abaixo, conforme viabilidade ou conveniência:

- Aguardar até que a decantação dos sedimentos ocorra e a água tenha qualidade para descarte, o que deve ocorrer no mínimo após 24 horas;
- Bombear a água para outro ponto no canteiro de obras onde possa ocorrer a infiltração;
- Bombear a água para o início das calhas de drenagem providas de barreiras de sedimentos promovendo uma nova rodada de tratamento. Repetir o procedimento até que água atenda ao padrão de qualidade;

Ação complementar

Podem ser utilizados coagulantes para tratar a água no ponto de acondicionamento temporário ou em reservatório específico para este tratamento.

As alternativas apresentadas a seguir foram organizadas juntamente com detalhes técnicos, a fim de auxiliar na escolha nos planos, projetos e execuções em canteiros de obras. Os desenhos e os exemplos se referenciam a uma obra pontual em um terreno hipotético de 50m x 30m.

Ação prioritária

Alternativa 1

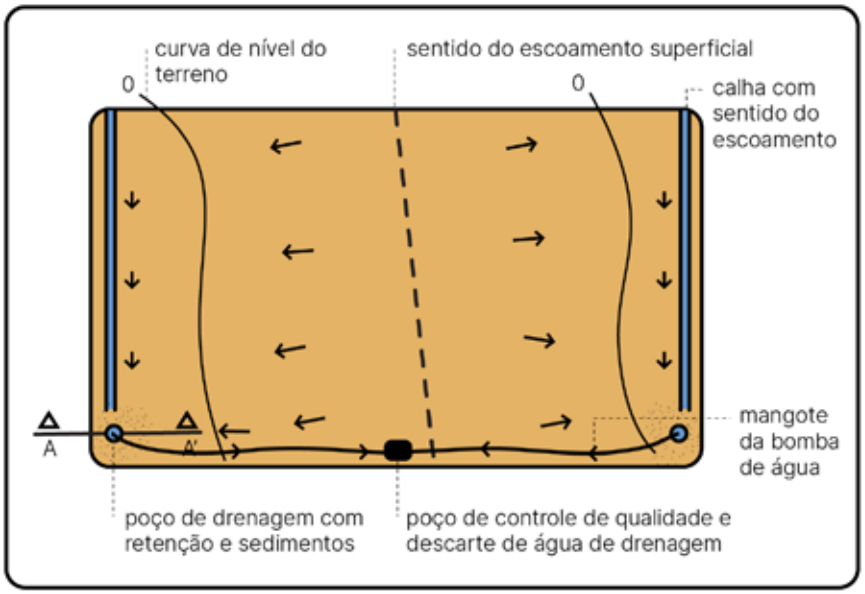
As águas superficiais são coletadas em calhas nas laterais mais baixas do terreno e conduzidas para poço com sistema de retenção de sedimentos, a partir do qual a água é bombeada para a caixa de passagem, local de coleta de amostra para monitoramento da qualidade, e encaminhada para o ponto de descarte.

No exemplo que ilustra esta alternativa, foram planejadas duas calhas nas laterais do terreno na parte baixa das áreas de contribuição pluvial, ambas conduzindo o escoamento superficial de drenagem de obra para poço com sistema de retenção de sedimentos, conforme Esquema 12 e Detalhe 11. A partir desse local, a água é bombeada para a caixa de passagem.

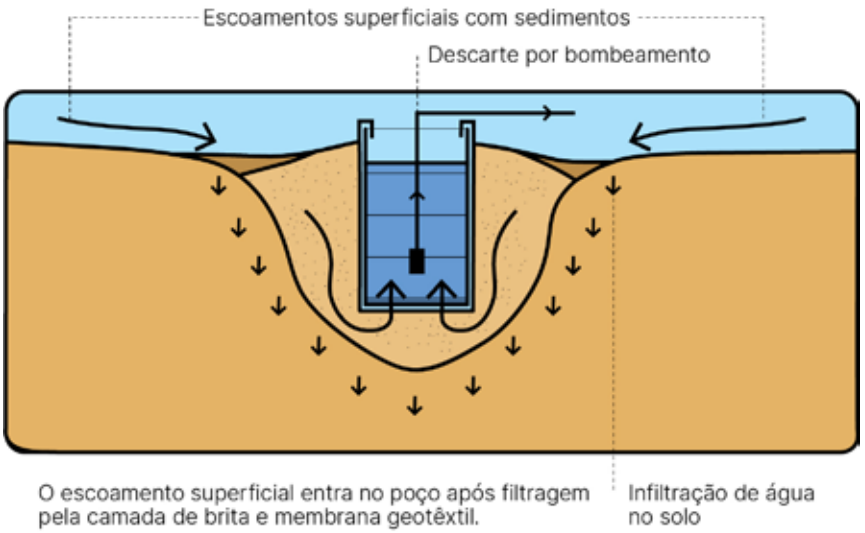
Em terrenos planos ou com pequenas declividades, é possível executar calhas com caimentos longitudinais contrários ao caimento natural.

Para o bom funcionamento do poço de drenagem desta alternativa deve ser lançada brita nº1 no fundo da vala e após inserir os anéis revestidos, concluir o preenchimento da vala até que a brita supere a cota altimétrica do terreno no entorno imediato. Em seguida, deve ser lançada brita no interior do poço para formar camada de 10 a 15 cm sobre a membrana geotêxtil do fundo.

O volume do poço e tempo de enchimento ou vazão dependerão do diâmetro dos anéis e camada de brita em seu entorno. Já as manilhas ou anéis de concreto, perfurados ou não, devem ser revestidos de membrana geotêxtil, principalmente na parte de baixo.



Esquema 12
Alternativa 1 - Terreno plano hipotético com dois poços com sistema de retenção de sedimentos e calhas coletoras nas laterais do terreno.
Fonte: Rosa (2019)



Detalhe 11
Corte AA' do Esquema 12 do poço de drenagem com sistema de retenção de sedimentos, com dispositivo dimensionado para acondicionamento temporário do escoamento de toda a área de contribuição.
Fonte: Rosa (2019)

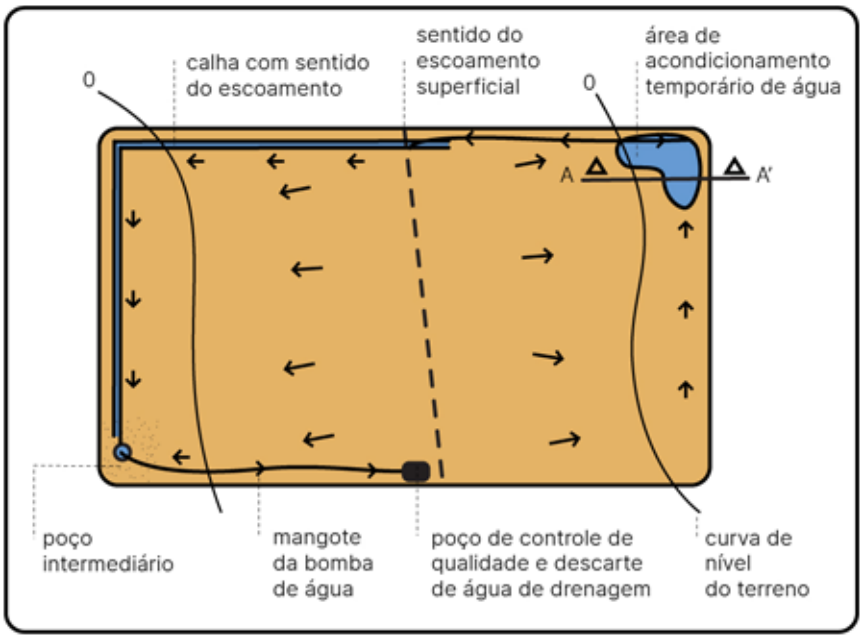
Ação prioritária

Alternativa 2

Esta alternativa de projeto de drenagem, ilustrado no Esquema 13 e no Detalhe 12, adota um único poço com retenção de sedimentos e um poço intermediário, localizado onde naturalmente a água se acumula no terreno, do qual o efluente de drenagem é bombeado para a calha coletora após as chuvas, no momento que for conveniente.

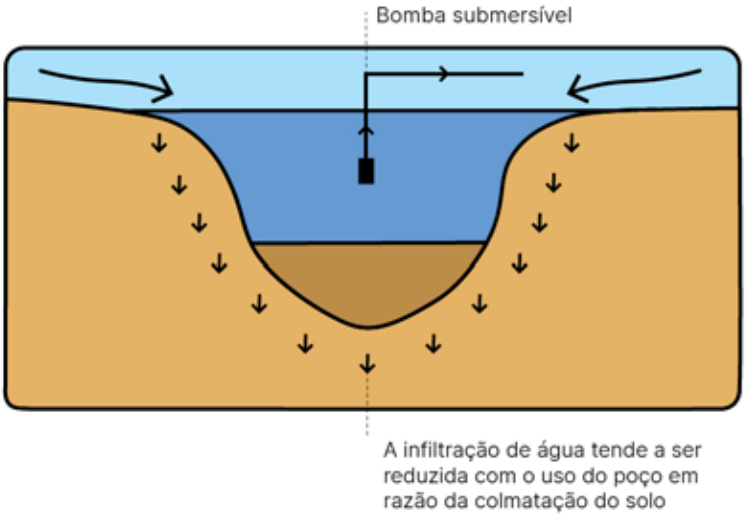
Nesta calha, provida de barreiras para a retenção de sedimentos, a água escoa por gravidade, com velocidade reduzida, sendo assim, a quantidade de material particulado já vai sendo reduzida antes mesmo de chegar ao poço com sistema de tratamento, do qual é bombeada para descarte após o ponto de controle da qualidade.

Em terrenos com caimentos pequenos junto ao perímetro vedado, nem sempre é necessário executar calha, pois a vazão é reduzida e a água escoa naturalmente, conforme considerado na lateral direita deste terreno.



Esquema 13
Alternativa 2 - Terreno plano com poço intermediário e poço com sistema de retenção de sedimentos antes do descarte.
Fonte: Rosa (2019)

Detalhe 12
Corte AA' no Esquema 13 reservatório de qualidade. Fonte: Rosa (2019)



Na solução ilustrada no Detalhe 12 a água acumulada no poço intermediário da drenagem de obra, caso permaneça em decantação por mais de 24 horas, pode atingir níveis de qualidade satisfatórios para descarte.

A bomba submersível deve ser posicionada para coleta da camada de água superficial, onde está a água mais limpa devido ao processo de decantação. O ideal é que a bomba utilize sistema de desligamento automático por boia, ou esteja fixada em suporte flutuante, constituído, por exemplo, de tambores ou bombonas, conforme o porte da bomba.

As Figuras 41, 42, 43, 44, 45 e 46 apresentam situações reais para retenção de sedimentos e aferição da qualidade da água pluvial no canteiro de obras.



Figura 41
Vista superior de poço de drenagem com sistema de retenção de sedimentos.Fonte: Rosa (2013)



Figura 42
Caixa de passagem para aferição da qualidade da água de drenagem da obra antes do descarte. Fonte: Rosa (2013)



Figura 43
Cone de *Imhoff*, equipamento usado para determinação do teor de sólidos sedimentáveis da água de drenagem da obra. Fonte: Rosa (2013)



Figura 44
Ensaio de sólidos sedimentáveis. Fonte: Rosa (2013)



Figura 45
Diferença entre amostras de qualidade de água pluvial após tratamento (antes e após sedimentação). Fonte: Rosa (2019)



Figura 46
Turbidímetro digital portátil. Fonte: Cardoso (2011)

Ação prioritária

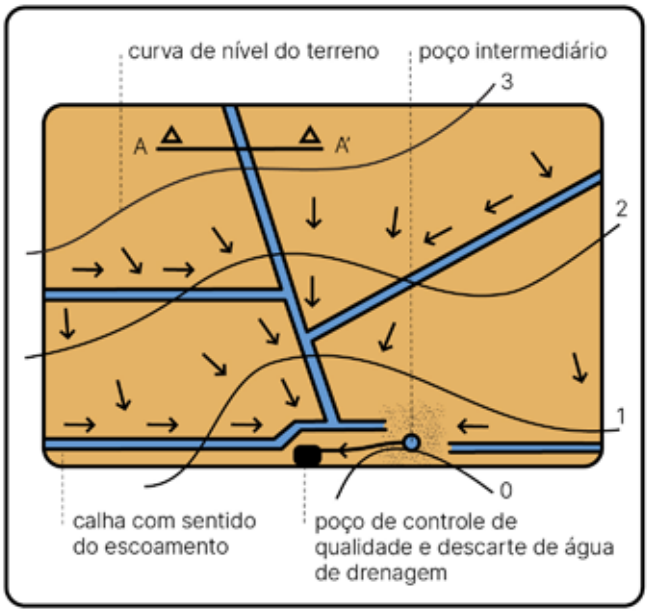
Alternativa 3

Esta alternativa, ilustrada pelo Esquema 14 e pelo Detalhe 13, utiliza uma calha coletora principal sobre o caminho natural preferencial da água, na qual desaguam outras calhas localizadas estrategicamente para reduzir a extensão dos escoamentos, controlar velocidades, e desviar fluxos de água das frentes de serviços, estoques e outros. A calha principal conduz a água para um poço de drenagem com retenção de sedimentos de onde, após aferição de sua qualidade, é descartada da obra.

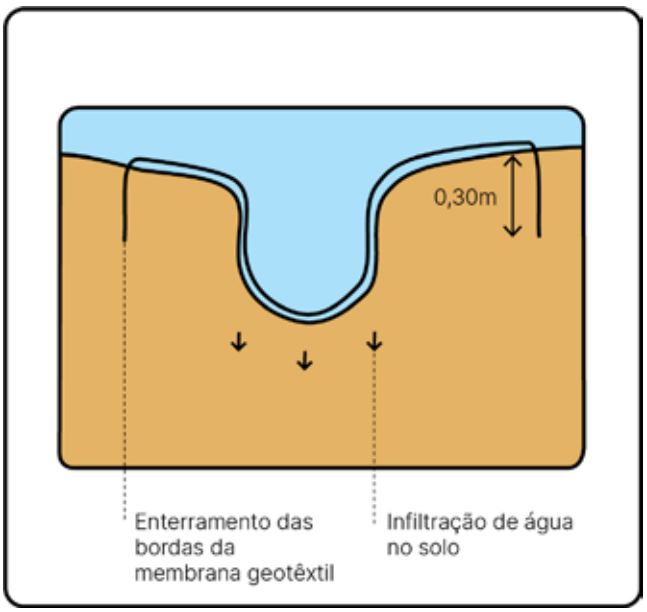
A disposição de sacarias de rafia ou geotêxtil, preenchidas de solo ou agregados, reduz a velocidade do escoamento no leito da calha, retém sedimentos e favorece a infiltração da água no solo. Devido a sua mobilidade, as barreiras de sedimentos com sacarias facilitam a manutenção e, caso a membrana geotêxtil de revestimento da calha seja colmatada, sua retirada permite a continuidade do fluxo de água retida.

A distância mínima entre as barreiras deve considerar a extensão das áreas de alagamento à montante e a distância máxima deve ser definida por testes em campo, considerando a necessidade de retardo do escoamento e de retenção de sedimentos.

O Detalhe 13 mostra uma calha provisória revestida no leito e laterais com membrana geotêxtil, cujas bordas estão aterradas para fixação. Esse revestimento protege a calha de processos erosivos, reduz a velocidade do escoamento, retém sedimentos e permite a infiltração da água no solo.



Esquema 14
Alternativa 3 - Terreno hipotético com caminho de água preferencial no centro. Fonte: Rosa (2019)



Detalhe 13
Corte AA' da calha provisória do Esquema 14. Fonte: Rosa (2019)

As Figuras 47 a 52 e o Detalhe 14 apresentam exemplos de barreiras para retenção de sedimentos em calhas de drenagem pluvial.



Figura 47
Calha pluvial provisória revestida, cuja lona é fixa na lateral pela massa das sacarias, as quais atuam restringindo a vazão de entrada do escoamento e retendo sedimentos. Fonte: Rosa (2013)



Figura 48
Barreira de sedimentos de membrana de geotêxtil ao longo da calha provisória da obra. Fonte: Rosa (2013)



Figura 49
Sacarias dispostas nas calhas para retenção de sedimentos. Fonte: Rosa (2013)



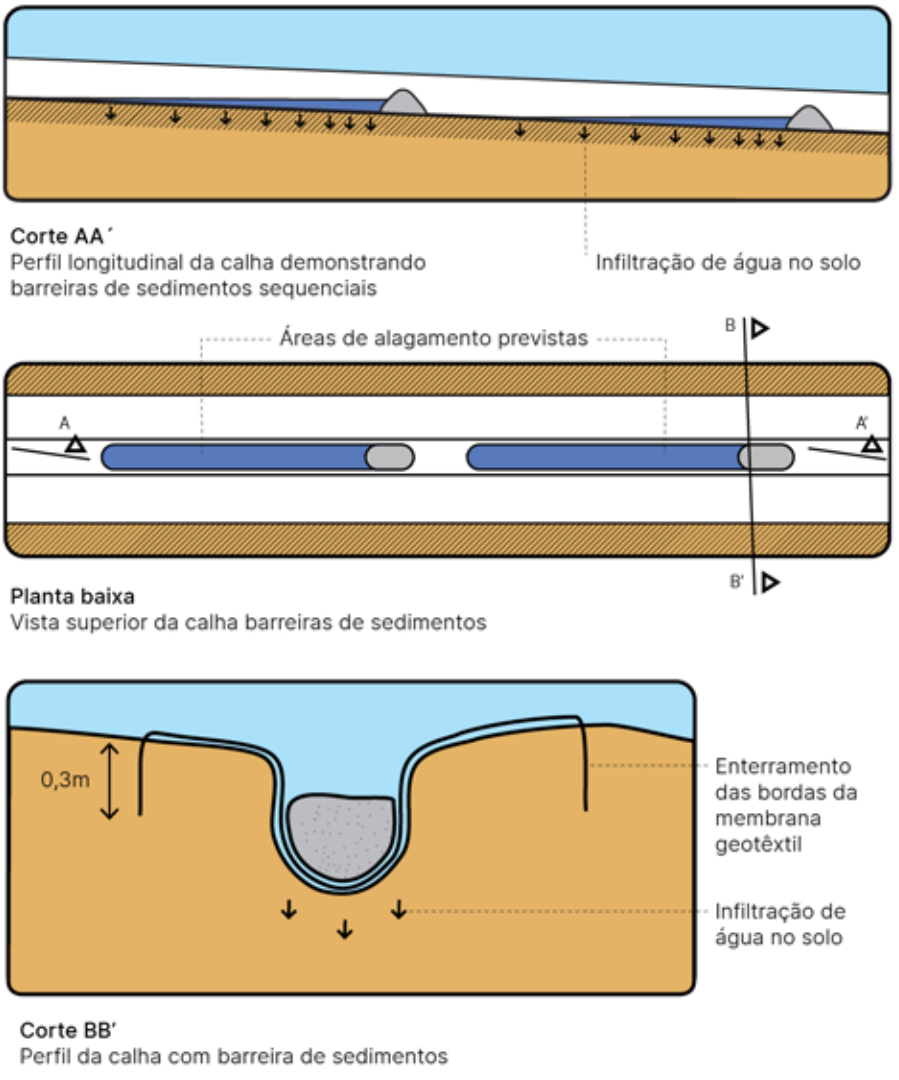
Figura 50
Sistema de retenção de sedimentos em calha de drenagem. Fonte: Rosa (2013)



Figura 51
Sistema de retenção de sedimentos em calha pluvial da drenagem urbana. Fonte: Rosa (2013)



Figura 52
Sistema de retenção de sedimentos em calha pluvial da obra. Fonte: Rosa (2013)



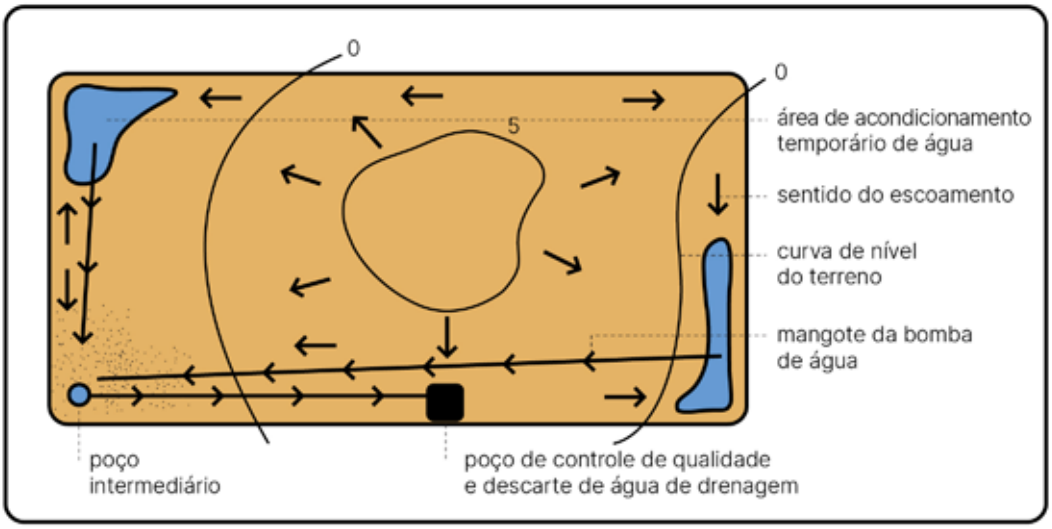
Detalhe 14
Exemplo de disposição de barreira de sedimentos no interior da calha provisória revestida de membrana geotêxtil. Fonte: Rosa (2019)

Ação prioritária

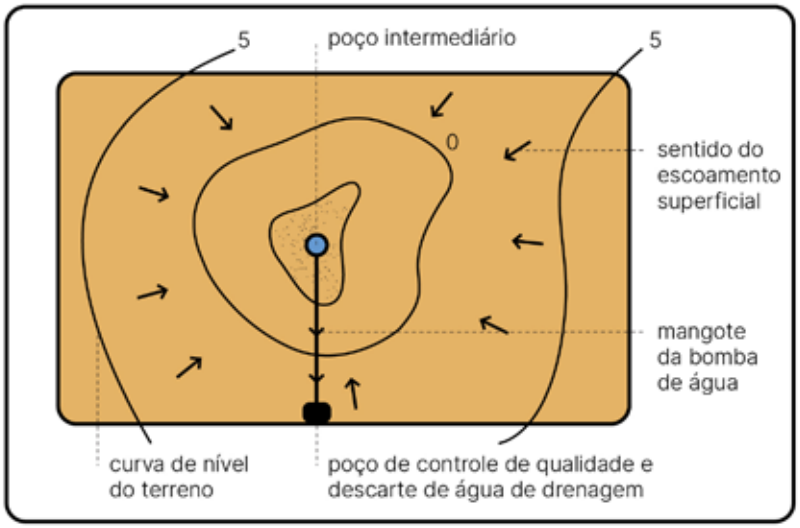
Alternativa 4

Esta alternativa é aplicável em situação onde não é possível estabelecer ligações entre os pontos de acúmulo de água no terreno por calhas, sendo necessária a comunicação destes pontos por bombeamento da água (Esquemas 15 e 16). Nos locais de acúmulo natural o terreno deve ser aprofundado para criar os poços intermediários, conforme anteriormente apresentado no Detalhe 12.

A água coletada nos poços intermediários é encaminhada para o poço de drenagem com retenção de sedimentos, do qual, depois de tratada, é bombeada para o ponto de controle de qualidade e descarte.



Esquema 15
Alternativa 4 - Terreno hipotético com divergência dos fluxos de água. Fonte: Rosa (2019)



Esquema 16
Alternativa 4 - Terreno hipotético com convergência dos fluxos de água. Fonte: Rosa (2019)

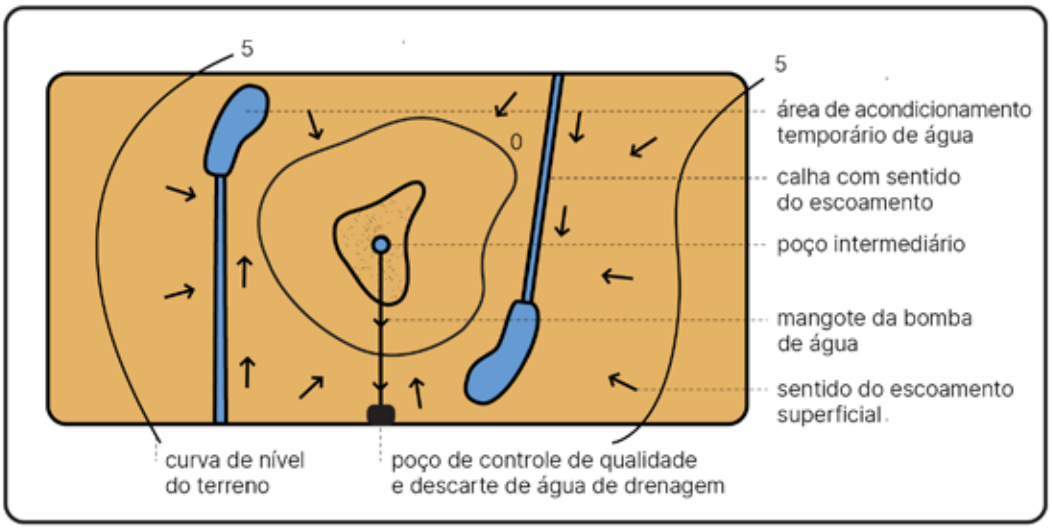
No Esquema 16 é previsto o poço de retenção de sedimentos no local natural de acúmulo de água. Tal poço deve ser dimensionado para o acondicionamento temporário de toda a água incidente no terreno para realizar o controle de qualidade da água antes do descarte.

Ação prioritária

Alternativa 5

Esta alternativa para terrenos que convergem o escoamento superficial para reduzir o volume concentrado em um único ponto, optou-se por interceptar trechos da área de contribuição por meio da disposição de calhas que conduzam para poços intermediários ou reservatórios de qualidade, descentralizando o armazenamento temporário das águas pluviais no terreno (Esquema 17).

As Figuras 53 e 54 apresentam exemplos de calhas permeáveis e reservatórios de qualidade, respectivamente.



Esquema 17
Alternativa 5 - Terreno hipotético com convergência dos fluxos de água. Fonte: Rosa (2019)



Figura 53
Exemplo de calha com leito permeável e reservatórios de qualidade, interceptando parte da água escoada no terreno.
Fonte: Rosa (2012)

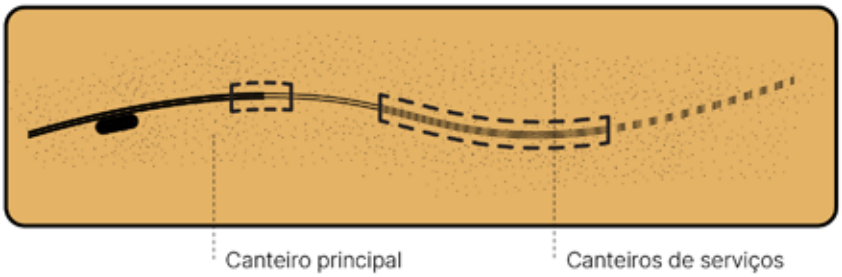


Figura 54
Outro exemplo de calha com leito permeável e reservatórios de qualidade, interceptando parte da água escoada no terreno.
Fonte: Rosa (2012)

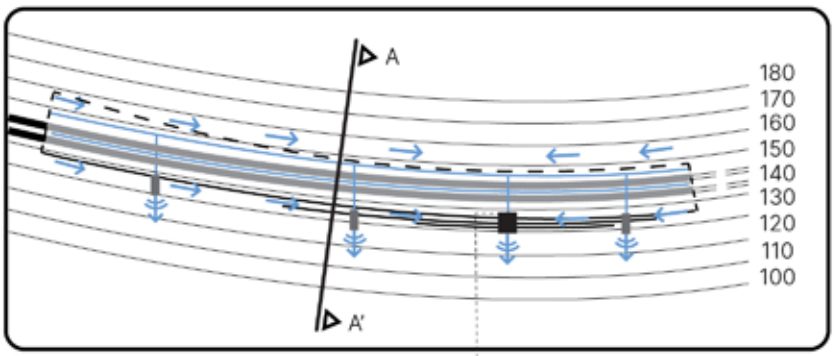
Ação prioritária

Alternativa 6

Esta alternativa de drenagem, ilustrada no Esquema 18, se aplica em obras lineares.

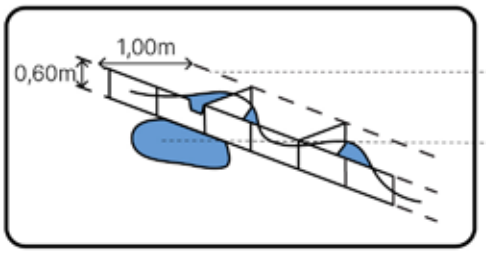


Planta baixa
Localização dos canteiros de obras no projeto em execução



Planta baixa
Projeto de drenagem do canteiro de obras de serviços

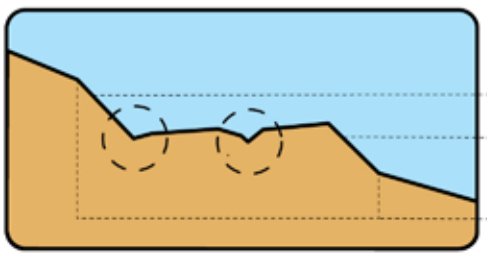
No ponto de cota altimétrica inferior do perímetro, deve-se dispor cercas de membrana geotêxtil sequenciais, sendo que a quantidade irá variar em função da área de contribuição e dispositivos com capacidade de retardo do escoamento a montante nas linhas de drenagem. Nas saídas de água da obra pelos pontos de extravasamento das cercas de geotêxtil devem ser instalados dissipadores de energia.



Isométrica

Limite de escoamento de água antes do extravasamento

Extravasamento com dissipador de energia para momentos de pico de vazão acima da média considerada no dimensionamento do projeto



Corte AA´
Perfil transversal do canteiro de obras

Talude escavado

Talude formado por aterro

Faixa de domínio

Esquema 18
Alternativa 6 - Drenagem em obras lineares. Fonte: Rosa (2019)

No perfil transversal do canteiro de obras, as regiões circuladas referem-se aos caimentos no sentido dos taludes escavados que devem ser mantidos durante a terraplanagem. Na base dos taludes, formam-se calhas onde devem ser dispostas barreiras de sedimentos com cercas de membrana geotêxtil, como apresenta a Figura 56. Outra opção é executar sacarias preenchidas com o próprio solo da obra. Onde isso não for possível pelo caimento insuficiente, deve-se dispor lombadas ou calhas de crista dos taludes, conforme ilustrado nas Figuras 57 e 58.



Figura 55
Dispositivos de retenção de sedimentos com barreiras de sacarias. Fonte: Rosa (2013)



Figura 56
Barreiras de sedimentos com cercas de membrana geotêxtil em calha estabilizada com manta de fibra vegetal. Fonte: LANDCON (2004)



Figura 57
Lombada de solo na crista do talude provisório e descidas hidráulicas estabilizadas com sacarias. Fonte: DERSA (2009 apud Almeida Junior, 2011)



Figura 58
Talude com calha de crista instalada imediatamente após conclusão da terraplenagem.
Fonte: Rosa (2013)



Figura 59
Solo compactado em área em terraplenagem e leira de galhada e restos vegetais no perímetro, conduzindo a água de drenagem de obra para reservatório de quantidade. Fonte: Rosa (2013)

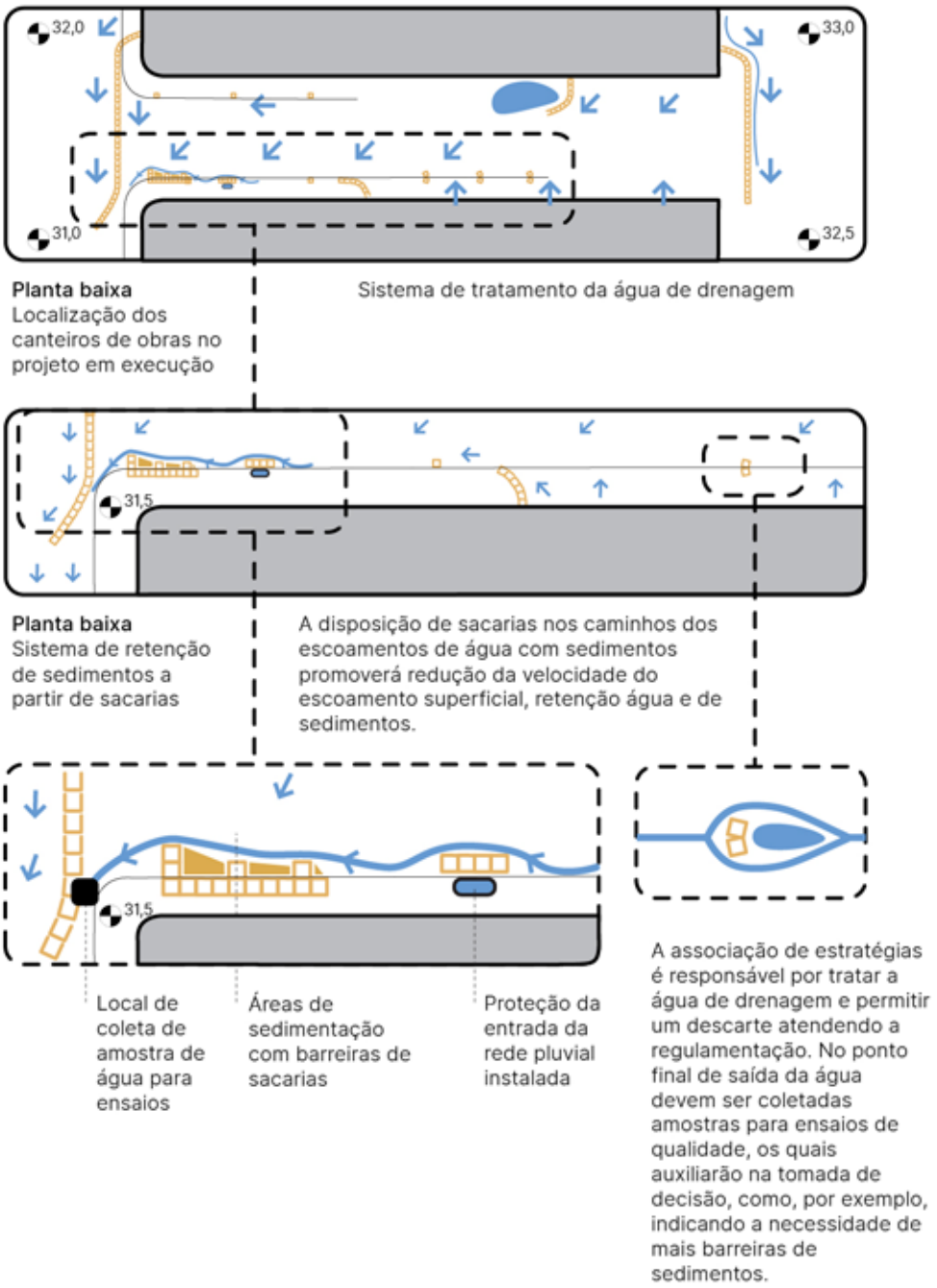
Nas obras de grandes perímetros, a drenagem se mescla com a proteção do perímetro das atividades de construção, associando dispositivos de retenção de sedimentos, similares ao apresentado para obras em rede ou malha (Esquema 18), porém, dimensionados para volumes maiores de água.

Ação prioritária

Alternativa 7

Nas obras em vias públicas, por exemplo no assentamento de galerias de águas pluviais ou na execução de pavimentação, o canteiro de obra de serviços é itinerante e não é viável o acondicionamento temporário de água no local. A solução de drenagem deve desviar os fluxos de águas externos aos limites das atividades e, dentro do canteiro, desviar de solos em estoques e das entradas das redes pluviais eventualmente existentes (Esquema 19).

Antes do descarte das águas das chuvas precipitadas sobre o canteiro de obras, os caminhos preferenciais da água, inclusive as canaletas junto aos meio fios quando já executadas, devem receber dispositivos de redução da velocidade do escoamento e retenção de sedimentos, executados com sacarias de rafia ou membrana geotêxtil, preenchidas com agregados.



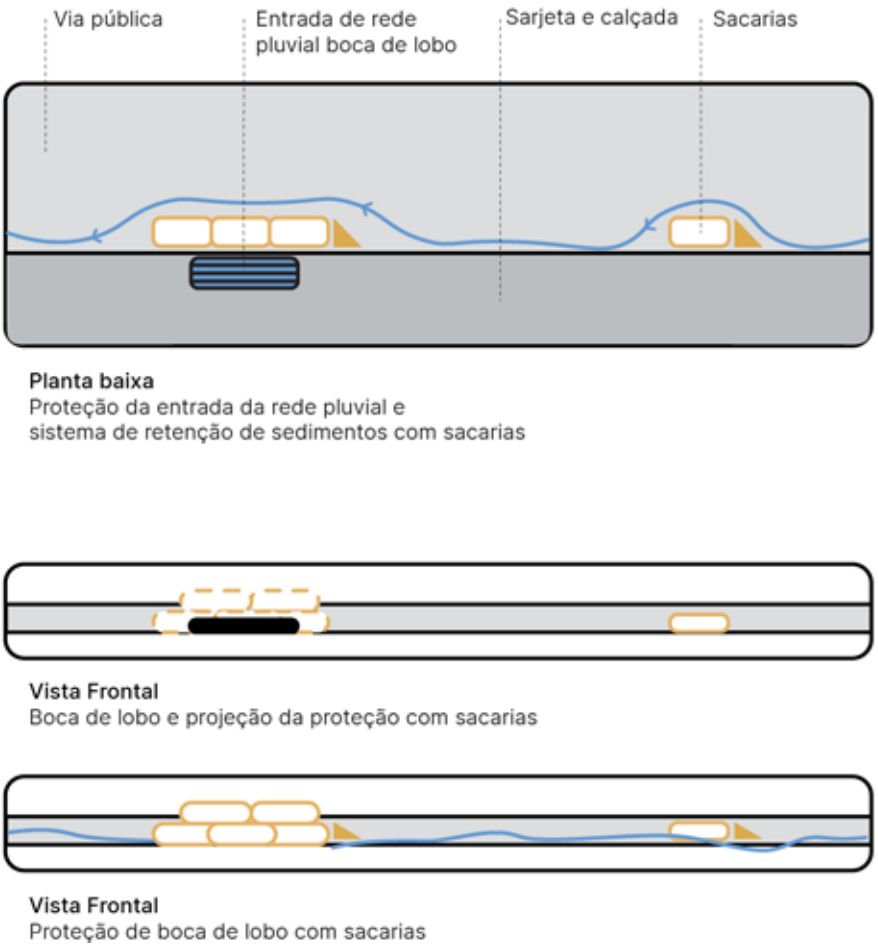
Esquema 19
Alternativa 7 - Drenagem em canteiro de obras de serviços das obras em rede. Fonte: Rosa (2019)

Ação prioritária

Alternativa 8

As bocas de lobo e outros dispositivos de acesso das redes pluviais em execução ou já concluídas devem ser protegidas de modo a evitar a entrada de sedimentos das obras. É necessário cobrir toda a extensão do acesso, as sacarias acomodadas possuem massa para suportar os escoamentos e flexibilidade para manutenção.

Deve-se considerar que a entrada protegida está vedada, pois rapidamente a membrana geotêxtil tende a colmatar e não permitir mais a passagem de água. O sistema de drenagem da obra deve ser o mecanismo para coleta e descarte de água da obra e não a rede definitiva em instalação (Esquema 20).



Esquema 20
Alternativa 8 - Detalhes de proteções das entradas de redes pluviais. Fonte: Rosa (2019)

As Figuras 60 e 61 apresentam exemplos de proteções nas entradas do sistema público de drenagem.



Figura 60
Proteção das entradas da rede de águas pluviais em execução contra o acesso de sedimentos da obra. Fonte: Rosa (2013)



Figura 61
Exemplo de proteção de entrada da rede pluvial evidenciando a retenção de sedimentos.
Fonte: Rosa (2012)

Observações

O manejo do escoamento superficial pluvial sem promover a erosão é fundamental para o bom desempenho da drenagem de obra. As alternativas apresentadas esquematicamente são exemplos de soluções de drenagem em terrenos de topografias variadas que podem ser adotadas para composição de projeto de drenagem de obra para terrenos semelhantes ou que contenham topografias mesclando duas ou mais das opções retratadas.

Os ensaios de sólidos sedimentáveis devem ser feitos com cone de *Imhoff*. A Resolução CONAMA n° 430/2011 fixa em 1mL/L o teor máximo de sólidos sedimentáveis.

Para os ensaios de turbidez é necessário turbidímetro com nefelômetro. A Resolução CONAMA n° 357/2005 fixa os limites aceitáveis de acordo com o enquadramento dos corpos hídricos receptores. Pode ser necessário obedecer a limites específicos estabelecidos para uso do sistema de drenagem que receberá as águas pluviais da obra.

Para dimensionamento da drenagem de obra, este Manual considera que a obra deve ser capaz de controlar o escoamento superficial proveniente de chuva de projeto com 10 anos de tempo de recorrência, como determina o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal (Adasa, 2018).

Os índices de infiltração para áreas em construção podem variar devido a constante colmatação do solo, sendo assim, devem ser usados com cuidado no dimensionamento da drenagem da obra.

É necessário instalar réguas nos reservatórios de armazenamento temporário da água de drenagem para monitorar o volu-

me de água nos eventos de chuva e após a infiltração ou descarte da água, monitorar o volume de sedimentos eventualmente retidos e a capacidade de retenção de água para o próximo evento de chuva.

O ponto de descarte da água de drenagem da obra por gravidade, conhecido como "ladrão", caso seja instalado, deve ser localizado em altura acima do nível d'água máximo de retenção do projeto no reservatório.

Monitoramento e manutenção

As calhas de drenagem devem ser inspecionadas durante as chuvas para avaliar seu dimensionamento. Caso sejam identificados pontos de extravasamentos, deve-se realizar o aprofundamento do seu leito ou a implantação de outras calhas na mesma área de contribuição para redução da vazão neste local.

Após as chuvas, as calhas devem ser inspecionadas nos locais de barreiras de sedimentos, que devem ser desassoreados para que tenham o desempenho esperado na próxima precipitação. O solo coletado deve ser destinado à área estável do canteiro de obras e receber manejo adequado.

O armazenamento temporário deve ser inspecionado após as chuvas quanto a sua capacidade de retenção de água, analisando, por meio de régua adequadamente instalada, se o volume de solo retido no reservatório compromete a sua capacidade de retenção de água prevista no projeto. Caso isso ocorra, o mesmo deve ser desassoreado para assegurar seu desempenho.

Reitera-se que o monitoramento da qualidade da água depende de local específico para coleta de amostras, como uma caixa de passagem da água, situada a montante de seu descarte. Este dispositivo deve ser inspecionado frequentemente e desassoreado após os eventos de chuvas.

Os equipamentos de medida de sólidos sedimentáveis e de turbidez devem ser limpos após cada uso.

A previsão de chuvas deve ser monitorada constantemente pela obra, para que antes da ocorrência de eventos extremos, exista inspeção em todas as unidades constituintes do sistema de drenagem, assegurando a perfeita capacidade de transporte ou retenção da água pluvial.

5.6 Aspecto Ambiental 6 – Manejo de produtos contaminantes

5.6.1 **Boa Prática –** Controle de estoque e manuseio de produtos químicos

A gestão adequada de produtos químicos como óleos lubrificantes e combustíveis para máquinas e equipamentos, aditivos para argamassas e concretos, tintas selantes e impermeabilizantes para acabamentos de edificações, assim como a contenção de possíveis vazamentos deles, visa impedir o contato de contaminantes com a água ou solo da obra.

O tipo e a quantidade de insumos utilizados nas obras civis e o regime de chuvas são importantes aspectos a serem considerados no manejo de produtos com potencial contaminação nos solos e água em canteiro de obras.

Ação prioritária

Tintas, selantes, impermeabilizantes e outros produtos químicos da obra devem ser acondicionados em depósito de produtos contaminantes com baias para resíduos perigosos.

Geradores, compressores e outros equipamentos movidos a diesel, quando estacionários, devem ser instalados sobre bandeja de contenção de vazamentos, plástica ou metálica, e preferencialmente em local coberto.

Peças de escoramento, corpos de prova de concreto e outras ferramentas lubrificadas, durante preparo e acondicionamento, devem ser dispostas sobre bandeja de contenção de vazamentos plástica ou metálica e sob local coberto.

A lubrificação da bica do caminhão betoneira deve ser controlada utilizando estopa umedecida pelo lubrificante para evitar escorrimento de excessos e dispondo sob a bica bandeja, plástica ou metálica, de contenção de vazamentos. Após a atividade, o produto e demais equipamentos utilizados devem ser recolhidos para o depósito de produtos químicos.

As instruções do fabricante e/ou instalador devem ser seguidas rigorosamente quando da utilização de tanques coletores de esgoto ou banheiros químicos.

A utilização de material betuminoso e concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) somente deve ocorrer em dias sem previsão de chuva, devido ao risco de contaminação do solo e das águas pluviais.

A obra deve dispor de um kit mitigação de contaminação do solo e capacitar um funcionário para seu uso adequado.

As Figuras 62 a 65 e o Detalhe 15 são exemplos de gestão adequada de produtos químicos no canteiro de obras.



Figura 62
Bandeja plástica sob compressor movido a diesel. Fonte: Rosa (2013)



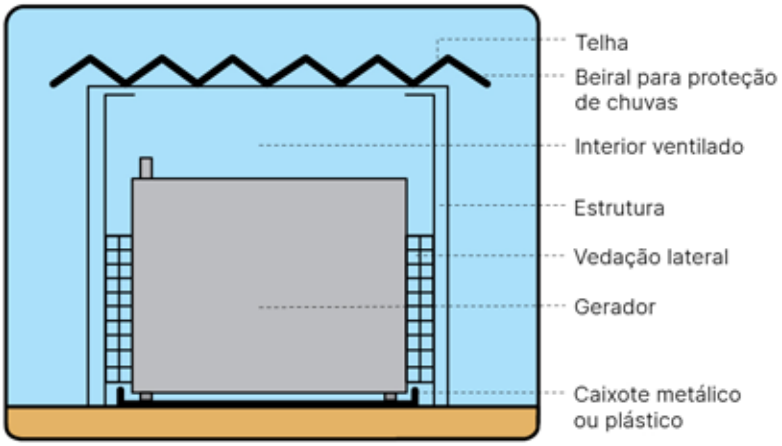
Figura 63
Gerador estacionário protegido contra intempéries e vazamentos. Fonte: Rosa (2013)



Figura 64
Depósito de produtos químicos.
Fonte: Rosa (2013)



Figura 65
Kit mitigação de vazamentos disposto na frente de serviço. Fonte: Rosa (2013)



Detalhe 15
Gerador protegido contra intempéries e contaminação do solo e água. Fonte: Rosa (2019)

Corte
Gerador protegido contra intempéries e contaminação do solo e água

Controle de contaminação de solo e água por meio de cobertura com beiral e vedações laterais para proteção contra intempéries e equipamento sobre bandeja de contenção de vazamentos.

Observações

Os resíduos perigosos, sejam materiais contaminados e descartados ou solo e água que receberam vazamentos e foram coletados, devem ser acondicionados em tambores com tampa até seu descarte por empresa especializada contratada para esta finalidade.

Outras sugestões construtivas são apresentadas no Anexo A (Composições de Insumos e Serviços).

Monitoramento e manutenção

As inspeções em todos os locais em que haja uso ou acondicionamento de produtos químicos devem ocorrer periodi-

camente, de preferência semanalmente, de modo a viabilizar a identificação de possíveis contaminações de solo e água.

Caso sejam identificados locais com vazamentos, o solo ou água contaminados devem ser removidos completamente e destinados para a baia de resíduos perigosos e a causa ou origem da contaminação deve ser analisada e corrigida. Equipamentos ou bandejas de contenção avariadas, dando causa a vazamento, devem receber manutenção ou serem substituídos.

5.6.2 **Boa Prática** – Controle de resíduos da lavagem de caminhão betoneira

A água de lavagem de caminhão betoneira e de qualquer outro equipamento ou instrumento em contato com concreto é uma lama que contém metais tóxicos, além de ser cáustica e corrosiva, tendo um pH próximo a 12. São considerados intervalos de pH seguros para habitats aquáticos de água doce valores entre 6,5 e 9 (EPA, 2012).

A coleta e o armazenamento de toda a água de lavagem de concreto no canteiro de obras e sua total reciclagem são os principais desafios no manejo deste tema.

Ação Prioritária

Toda a água de lavagem proveniente de caminhões betoneiras, misturadores manuais ou outros equipamentos em contato com concreto deve ser coletada e armazenada, sendo acumulada em contêiner (com retenção de líquidos) ou em reservatório construído internamente no canteiro de obras, como poço ou bacia escavado no solo e revestido com manta de vinil ou plástico impermeável (EPA, 2012). A Figura 66 apresenta reservatório revestido de plástico impermeável construído no canteiro de obras.



Figura 66
Reservatório construído no canteiro de obras para coleta e armazenamento de água de lavagem de caminhão betoneira.
Fonte: EPA (2010)

A água de lavagem presente no contêiner ou reservatório pode ser aspirada para reciclagem ou permanecer no local para ser evaporada. Após a secagem, o material sólido restante pode ser fragmentado, removido e transportado para aterro de resíduos sólidos da construção civil.

Ação Complementar

A água de lavagem proveniente de

caminhões betoneiras, misturadores manuais ou outros equipamentos em contato com concreto pode ser depurada por um sistema de filtros para remoção de sólidos e, em seguida, ser reutilizada para lavar outras calhas e equipamentos no canteiro de obras ou como um insumo para fazer concreto adicional. Pode ser empregado um filtro de lavagem de três câmaras, onde no primeiro estágio ocorre a remoção de agregados grosseiros. No estágio intermediário ocorre a filtração de pequenos grãos e areia. No terceiro e último estágio ocorre a filtragem dos finos e correção do pH (EPA, 2012).

Outra alternativa é bombear a água de lavagem de concreto para fora do contêiner ou reservatório de lavagem e tratar a água para remover metais e corrigir seu pH, a fim que possa ser depurada em uma estação de tratamento de esgotos.

Observações

A manta de vinil ou plástico de revestimento de reservatórios de armazenamento de água de lavagem de concreto não deve possuir rasgos ou orifícios que permitam a passagem da água para o solo ou o contato com escoamento superficial da chuva.

Os contêineres e demais reservatórios devem ser situados em locais de fácil acesso para a lavagem de equipamentos com manuseio de concreto e caminhões betoneiras.

Monitoramento e manutenção

Os contêineres e os reservatórios de armazenamento de água de lavagem de concreto devem ser inspecionados regularmente, de preferência diariamente, de modo a identificar possíveis contaminações de solo e água.

Caso sejam identificados locais com vazamentos, o solo ou água contaminados devem ser removidos completamente e destinados para a baia de resíduos perigosos e a causa ou origem da contaminação deve ser analisada e corrigida.

5.6.3 **Boa Prática** – Controle de dejetos de banheiros químicos

Os banheiros químicos são uma solução adotada em canteiros de obras, simplificando as rotinas de limpeza e manutenção de sanitários fixos.

Essas estruturas temporárias possuem reservatórios individuais para armazenamento de dejetos e necessitam da adição de substâncias desodorizantes para inibir a atividade microbiana (Lopes, 2017). Os dejetos e as substâncias desodorizantes são potenciais fontes de poluição do solo e das águas.

Ação prioritária

Ação Prioritária

Os dejetos dos banheiros químicos devem ser coletados, transportados e encaminhados para depuração em estação de tratamento de esgotos.

Em hipótese alguma, tais dejetos podem ser descartados de maneira inadequada em qualquer local ou em sistemas de drenagem urbana.

Ação Complementar

Pode ser instalada uma bandeja acoplada ao banheiro químico, como proteção adicional, situando-se abaixo do banheiro para coletar qualquer dejeto. Deve ter o cuidado para que esta bandeja não capture águas de chuva.

Observação

O descarte de dejetos de banheiros químicos em estações de tratamento com sistemas biológicos deve ser precedido de autorização da empresa responsável por sua operação. Os desodorizantes utilizados nos banheiros químicos para inibir a atividade microbiana e disfarçar os maus odores possuem, em sua composição, surfactantes, essências aromáticas e corantes (EPA, 2012), os quais podem acarretar prejuízos à biota aeróbia.

Monitoramento e manutenção

Os banheiros químicos e principalmente os seus reservatórios de dejetos devem ser inspecionados regulamente, de preferência diariamente, de modo a identificar possíveis contaminações de solo e água.

Caso sejam identificados locais com vazamentos, o solo ou água contaminados devem ser removidos completamente e destinados para a baia de resíduos perigosos e a causa ou origem da contaminação deve ser analisada e corrigida.

6

Considerações Finais

A difusão pública e acessível das melhores práticas é apresentada neste Manual como um primeiro passo rumo à redução dos impactos ambientais negativos das obras civis na qualidade das águas superficiais do Distrito Federal e no assoreamento dos nossos corpos d'água.

Como destacado no primeiro capítulo, as mudanças necessárias para atingir este objetivo envolvem tanto as obras contratadas e executadas pelo Poder Público quanto aquelas realizadas pela iniciativa privada.

As práticas apresentadas têm como foco as atividades que se realizam no canteiro de obras, mas dependem e envolvem todo o processo da construção, do planejamento ao uso e operação, passando pelas fases de projeto, orçamentação, licitação e contratação, execução e fiscalização.

Trata-se de um processo de mudança cultural, que pressupõe e exige a revisão de conceitos e a alteração de procedimentos que estão consolidados na prática cotidiana da construção civil.

É evidente que sem a conjugação de esforços persistentes dos órgãos públicos contratantes de obras e das empresas de construção civil e de suas entidades representativas no Distrito Federal dificilmente se conseguirá avançar.

Há muito o que fazer, portanto é melhor começar já. Então, mãos à obra limpa!

Referências Bibliográficas

ABREU E SOUZA, C. A. **Lava Rodas – Uma Inovação Tecnológica para Minimizar Impactos no Canteiro de Obras**. Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicado ao Ambiente Construído. 53 f. Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Arquitetura. Belo Horizonte/MG. 2012.

ADASA - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal.** Brasília. 2018. 329 p.

ADASA - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal. **Resolução nº 09, de 08 de abril de 2011. Estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e Estados**. Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal – ADASA. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/legislacao/resolucoes-adasa>Acesso em: 18 jun. 2019.

ALMEIDA JUNIOR, A. G. **Avaliação de técnicas utilizadas para proteção dos recursos hídricos na implantação de rodovias: estudo de caso do Rodoanel Mario Covas - Trecho Sul.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo/SP. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - Norma Brasileira 10.561. Águas - Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de *Imhoff* - Método de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 1988. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - Norma Brasileira ISO 14001: Sistema de gestão ambiental: requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 3ed. 27p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - Norma Brasileira 14605-6: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Sistema de drenagem oleosa em posto revendedor de combustíveis automotivos - Parte 6: Construção de sistema de contenção, tratamento e separação de efluente — Área de lavagem.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AUSTRÁLIA - DEPARTMENT OF LAND AND WATER CONSERVATION. "***Guidelines for Erosion & Sediment Control on Building Sites*"**, 2ª ed. Disponível em: < http://www.environment.nsw.gov.au/>. 2001.

BERTOL, I; GUADAGNIN, J. C.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. e BARBOSA, F. T. **Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um inceptisol sob chuva natural**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v.28, n.3, mai. 2004. Disponível em: <www.scielo.com.br>Acesso em: 17 dez. 2012.

BRASIL. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de desenvolvimento tecnológico. Divisão de capacitação tecnológica. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro. 1997.

BRASIL. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais**. 2ª Ed. Rio de Janeiro. 2005.

BRASIL. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Ministério dos transportes. Diretoria geral. Diretoria Executiva. Instituto de pesquisas rodoviárias. **Manual de implantação básica de rodovia**. Rio de Janeiro. 3ed. 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 24 fev 2021.

BRASIL. **Resolução n° 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Ministério do Meio Ambiente e Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. **Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Ministério do Meio Ambiente e Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. **Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005**, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Ministério do Meio Ambiente e Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. **Resolução n° 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2°, 4°, 5°, 6°, 8°, 9°, 10 e 11 da Resolução n°307, de 5 de julho de 2002**, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Ministério do Meio Ambiente e Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672> Acesso em: 18 jun. 2019.

CAESB. **Instruções sobre Sistema Separador de Água e Óleo**. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Disponivel em <www.caesb.df.gov.br/images/arquivos_pdf/instrucoesseparadoraguaeoleo1.pdf> 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI - **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices – Catálogo de Composições Analítica**s. Brasil, Governo Federal. Disponível em: <www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>2020.

CARDOSO, T. G. **Sensor de Turbidez para Análise de Amostras de Água**. Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. Curso de Engenharia de Computação. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Brasília/DF. 2011.

CARVALHO, N. O; FILIZOLA Jr, N. P; SANTOS, P. M. C; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL. 2000. 140p.

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL. **Resolução n° 01, de 22 de outubro de 2014. Dispõe sobre a proposta de enquadramento de cursos d'água de domínio da União no Distrito Federal originada no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – CBH Para-**

naíba.. Disponível em: < http://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-N%C2%BA-01.pdf>2014.

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL. **Resolução nº 02, de 17 de dezembro de 2014. Aprova o enquadramento dos corpos de água superficiais do Distrito Federal em classes, segundo os usos preponderantes, e dá encaminhamentos**. Disponível em: < http://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CRH-n%C2%BA-02-de-2014.pdf>2014.

DISTRITO FEDERAL. **Lei n˚ 41, de 13 de setembro de 1989. Dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal**. Disponível em: <http://www.tc.df.gov.br/SINJ/DetalhesDeNorma.aspx?id_Norma=17899>Acesso em: 18 jun. 2019.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 4.285, de 26 de dezembro de 2008. Reestrutura a Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal – ADASA/DF, dispõe sobre recursos hídricos e serviços públicos no Distrito Federal e dá outras providências**. Disponível em: < http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/59419/Lei_4285_26_12_2008.pdf >Acesso em: 18 jun. 2019.

DISTRITO FEDERAL**. Lei nº 4.704, de 20 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos.** Disponível em: <http://www.sinj.df.gov.br/sinj/DetalhesDeNorma.aspx?id_norma=70152> Acesso em: 18 jun. 2019.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 6.138, de 26 de abril de 2018. Institui o Código de Obras e Edificações do Distrito Federal - COE.** Disponível em: < http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/94156cc83d524f1ba6d0c0555ec9cd9d/Lei_6138_26_04_2018.html>Acesso em: 18 jun. 2019.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 972, de 11 de dezembro de 1995. Dispõe sobre os atos lesivos a limpeza pública e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.tc.df.gov.br/sinj/DetalhesDeNorma.aspx?id_norma=48931>Acesso em: 18 jun. 2019.

DISTRITO FEDERAL. **Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal.** Governo do Distrito Federal. Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal - Adasa. Brasília. 2009.

DISTRITO FEDERAL. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PDDIRS.** Governo do Distrito Federal. Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal - Adasa. Brasília. 2017. 414 p.

DISTRITO FEDERAL. **Plano Distrital de Saneamento Básico - PDSB**. Governo do Distrito Federal. Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal - Adasa. Brasília. 2017. 495 p.

ECOBRASIL, Instituto – Ecoturismo Ecodesenvolvimento. **Boas Práticas**. Disponível em: < http://www.ecobrasil.eco.br/ecobrasil/boas-praticas>2020.

EPA – Environmental Protection Agency / United States. ***Developing Your Stormwater Pollution Prevention Plan: A Guide for Construction Sites***. Disponível em: <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/sw_swppp_guide.pdf> 2007.

EPA – Environmental Protection Agency / United States. ***Stormwater Best Management Practice – Concrete Washout***. Disponível em:< https://www3.epa.gov/npdes/pubs/concretewashout.pdf>2012.

FONSECA, R.; CLEMENTINO, M.; MARTINELLI, M. e CONTI L. C. **Efeitos do assoreamento do Lago Paranoá na Geração de Energia Elétrica. Usina Hidroelétrica do Paranoá.** Apresentação em Powerpoint. Disponível em: < https://slideplayer.com.br/slide/384085/ >2011.

FRANZ, C.; MAKESCHIN, F.; WEISS, H.; LORZ, C. Sediments in urban river basins: Identification of sediment sources within the Lago Paranoá catchment, Brasília DF, Brazil – using the fingerprint approach. The Science of the Total Environment, 466, 513-523, 2013.

G1 Distrito Federal. **Lago Paranoá, no DF, perdeu 17% da superfície por assoreamento**. Disponível em: <http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2014/11/lago-paranoa-no-df-perdeu-17-da-superficie-por-assoreamento.html>2014.

GSWCC – Georgia Soil and Water Conservation Commision. ***Manual for Erosion and Sediment Control*** in Georgia. Disponível em: <https://www.gaswcc.georgia.gov> 2014.

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental. **Resolução nº 02, de 16 de outubro de 2018. Altera o anexo 2 da Resolução CONAM nº 11, de 20 de dezembro de 2017**. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br>2018.

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental. **Resolução nº 09, de 20 de dezembro de 2017. Disciplina, no âmbito do Distrito Federal, as normas para emissão de autorização ambiental**. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br>2017.

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental. **Resolução nº 10, de 20 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a dispensa de licenciamento ambiental para empreendimentos/atividades de baixo potencial poluidor/degradador ou baixo impacto ambiental no âmbito do Distrito Federal**. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br>2017.

IBRAM – Instituto Brasília Ambiental. **Resolução nº 11, de 20 de dezembro de 2017. Institui Declaração de Conformidade de Atividade Agropecuária – DCAA, nas modalidades facultativa e compulsória, e elenca rol de atividades agrosilvopastoris dispensadas de licenciamento ambiental**. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br>2017.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráfico Comparativo Precipitação Acumulada em Brasília**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>. Acesso em: 26 de junho de 2019.

LANDCON. ***Managing Urban Stormwater: Soils and Construction***. 4. ed. New South Wales: New South Wales Government, 2004.

LOPES, I. M. S. **Efluentes de banheiros químicos: como é feito o seu manejo e quais são os efeitos do seu descarte em estações de tratamento de esgotos?** Dissertação no Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2017.

MELBOURNE WATER. ***Keeping Our Stormwater Clean – A Builders Guide***. 4ª Ed. Disponível em: <https://ntepa.nt.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/284676/guideline_keeping_stormwater_clean_builders_guide.pdf >2006.

MENEZES, P. H. B. J. **Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na bacia do Lago Paranoá**. 2010. ix, 123 f.,

il. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8629>2010.

METROPOLES. **MP aponta empreendimentos que causam assoreamento do Lago Paranoá**. Matéria disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/mp-aponta-empreendimentos-que-causam-assoreamento-do-lago-paranoa>2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS. **Parecer Técnico 869/2019 – APMAG/SPD Identificação de danos e de eventuais repercussões de empreendimentos causadores de impactos ambientais relevantes, na porção norte do Lago Paranoá**. 2019.

PUB - Agência Nacional de Águas. Associação dos Empreiteiros de Singapura (SCAL). ***Erosion & Sediment Control At Construction Sites – for site implementation***, 5ª ed. Disponível em: <https://www.pub.gov.sg/Documents/ECM_Guidebook.pdf> 2018.

ROCHA, S. A.; LOUGON, M. S. e GARCIA, G. O. **Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização**. Revista Verde de Agrologia e Desenvolvimento Sustentável. Mossoró, v.4, n.4, p.01, out. 2009. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br> Acesso em: 27 dez. 2012.

ROIG, H. L.; GARNIER, J; IANNIRUBERTO, M.; MINOTI, R.; KOIDE, S. **Estudo multidisciplinar do estado físico do Lago Paranoá: Topo-batimetria, Qualidade dos sedimentos e Balanço hídrico**. Relatório Técnico. Convênio N° 01/2017 - ADASA - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal. 2019.

ROSA, F. P. **Controle de erosão e sedimentação em sistemas de drenagem provisória de obras urbanas no município de São Paulo: análise de práticas e recomendações.** 159 p. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios. São Paulo, 2013.

SANTOS, A. R. **Técnica Cal Jet manual de execução: proteção de solos contra a erosão através de pulverização de calda de cal**. 2009 Disponível em: <http://www.geologiadobrasil.com.br/pdfs/Manual_Cal-Jet_vmaio2009b.pdf>Acesso em: 01 set. 2019.

SINOVETZ, H. D. **Análise do impacto da certificação LEED nos canteiros de obra de uma empresa de grande porte na cidade de Porto Alegre e propostas de adequação**. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio Sinos. Porto Alegre, 2017, 113p.

TCU – Tribunal de Contas da União. **Cartilha de licenciamento ambiental**. Tribunal de Contas da União; com colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. - 2.ed. – Brasília. TCU, 4ª Secretaria de Controle Externo, 2007.

USDA - United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Association of Illinois Soil and Water Conservation Districts. ***Urban Soil Erosion and Sediment Control***. Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs141p2_034363.pdf> 2008.

USDA – United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. ***Guide to Erosion and Sediment Control in Urban Areas***. Disponível em: <https://www.pr.nrcs.usda.gov>2003.

Anexos

Os anexos a seguir complementam o conteúdo deste Manual, pois apresentam propostas para auxiliar o gestor e os responsáveis pelas ações de planejamento, projeto, execução e operação dos empreendimentos.

O Anexo A contempla a composição de insumos e serviços para a orçamentação das boas práticas, fundamentada nas tabelas de insumos e composições analíticas do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) de abril de 2020 para o Distrito Federal.

O Anexo B ilustra sugestões de materiais para divulgação, em formato de cartazes, objetivando informar e incentivar o comportamento de gestores, funcionários, colaboradores e visitantes dos canteiros de obras a incorporar as diretrizes contidas neste Manual.

Anexo A

Composição de Insumos e Serviços

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
1 - Saída de sedimentos do canteiro de obras	Proteção do perímetro do canteiro de obras	Leira de galhadas e restos de vegetais a partir da limpeza do terreno	Única	98525	Limpeza mecanizada de camada vegetal	m²	1 - Possível para todas as condições topográficas de terreno; 2 - Altura da proteção deverá considerar o vento para a resistência do material e sua instalação e constituir-se como barreira para minimizar a geração de poeira no canteiro.
		Tapume	1	98458	Tapume com compensado madeira	m²	
			2	98459	Tapume com telha metálica	m²	
		Blocos ou tijolos assentados (cinta de amarração)	1	83518	Alvenaria embasamento E-20 com bloco concreto	m³	1 - Canteiro com condição topográfica de terreno 1 e 4: mín. 01 fiada de blocos; 2 - Canteiro com condição topográfica de terreno 2 e 3: mín. 02 fiadas de blocos; 3 - Verificar altura do bloco canaleta e respeitar observações anteriores.
			2	89168	Alvenaria de vedação blocos vazados 9x9x19 cm	m²	
			3	93205	Cinta de amarração de alvenaria moldada *in loco* com blocos canaleta	m	
		Cerca ou barreira filtrante com membrana geotêxtil	1	73881/1	Dreno com manta geotêxtil 200 g/m²	m²	1 - Canteiro com condição topográfica de terreno 1 e 4: mín. 01 cerca ou barreira filtrante; 2 - Canteiro com condição topográfica de terreno 2 e 3: mín. 02 cercas ou barreiras filtrantes.
			2	73881/3	Dreno com manta geotêxtil 400 g/m²	m²	
		Dique de contenção com sacaria de ráfia	Única	92123	Ensacamento de areia (saco de ráfia 60x90 cm)	m³	1 - Canteiro com condição topográfica de terreno 1 e 4: mín. 02 fiadas de sacaria; 2 - Canteiro com condição topográfica de terreno 2 e 3: mín. 04 fiadas de sacaria.
				4011	Adicionado com OU Geotêxtil 200 g/m² não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m²	
				4012	Adicionado com OU Geotêxtil 400 g/m² não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m²	

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
1 - Saída de sedimentos do canteiro de obras	Estabilização do acesso à obra e implantação de sistema lava rodas	Disposição de camada de Brita Graduada Simples (BGS)	1	96396	Execução e compactação de base e ou sub-base para pavimentação de brita graduada simples- Exclusive carga e transporte	m^3	1 - O leito de rodagem deve ter no mínimo 6 m de comprimento (extensão); 2 - A altura da camada de brita em via de circulação de veículos pode ser considerada 10 cm para implantação, adicionada com 5 cm para manutenção periódica; 3 - Indicado para acessos com máximo de 1 (um) mês de permanência.
		Separador Água-Óleo: 1) Caixa de Areia (CA)	Única	83518	Alvenaria embasamento E-20 com bloco concreto	m3	1 - Quando construídas em alvenaria, as caixas deverão ter paredes mínimas de 20 cm de espessura e a dimensão mínima de 60 cm de lado, sendo revestidas de argamassa de cimento e fundo de concreto; 2 - A distância máxima entre a caixa de areia e a caixa de inspeção deve ser de 20 m; 3 - Devem ser realizadas limpezas periódicas, cuja frequência depende do número de lavagens e trocas diárias de óleo.
				89168	OU Alvenaria de vedação blocos vazados 9x9x19 cm	m2	
				74766/2	Caixa de inspeção em anel de concreto pré-moldado, com 950 mm de altura e anéis com esp = 50 mm. Exclusive tampão e escavação	und	
				83671	Tubo PVC DN 100 mm para drenagem - fornecimento e instalação	m	1 - As tubulações de ligação deverão ter declividade mínima de 3% (3cm/metro); 2 - O tubo de PVC de saída deve estar interligado a caixa separadora de óleo.
		Separador Água-Óleo: 2) Caixa Separadora de Óleo (CSO)	Única	83518	Alvenaria embasamento E-20 com bloco concreto	m^3	1 - Quando construídas em alvenaria, as caixas deverão ter paredes mínimas de 20cm de espessura e a dimensão mínima de 60 cm de lado, sendo revestidas de argamassa de cimento e fundo de concreto; 2 - As caixas separadoras serão construídas de modo a terem uma altura da lâmina líquida (HL) mínima de 40 cm. O fecho hídrico (FH) deverá ter medida mínima de 35 cm.
				89168	OU Alvenaria de vedação blocos vazados 9x9x19 cm	m^2	
				74166/2	Caixa de inspeção em anel de concreto pré-moldado, com 950 mm de altura e anéis com esp = 50 mm. Exclusive tampão e escavação	und	
				83670	Tubo PVC DN 75 mm para drenagem - fornecimento e instalação	m	As tubulações de ligação deverão ter declividade mínima de 3% (3cm/metro).

Continua na próxima página...

.....

...continuação.

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
1 - Saída de sedimentos do canteiro de obras	Estabilização do acesso à obra e implantação de sistema lava rodas	Separador Água-Óleo: 2) Caixa Separadora de Óleo (CSO)		83671	Tubo PVC DN 100 mm para drenagem - fornecimento e instalação	m	1 - As tubulações de ligação deverão ter declividade mínima de 3% (3cm/metro); 2 - O tubo de PVC de saída deve estar interligado a caixa separadora de óleo.
		Separador Água-Óleo: 3) Caixa Coletora de Óleo (CCO)	Única	83518	Alvenaria embasamento E-20 com bloco concreto	m^3	1 - Quando construídas em alvenaria, as caixas deverão ter paredes mínimas de 20 cm de espessura e a dimensão mínima de 60 cm de lado, sendo revestidas de argamassa de cimento e fundo de concreto; 2 - Devem ser realizadas limpezas periódicas, cuja frequência depende do número de lavagens e trocas diárias de óleo; 3 - O óleo retirado da caixa coletora deve ser acondicionado em recipiente próprio e encaminhado para reciclagem.
				89168	OU Alvenaria de vedação blocos vazados 9x9x19 cm	m^2	
				89168	Caixa de inspeção em anel de concreto pré-moldado, com 950 mm de altura e anéis com esp = 50 mm. Exclusive tampão e escavação	und	
		Separador Água-Óleo: 4) Caixa de Inspeção (CI)	Única	83518	Alvenaria embasamento E-20 com bloco concreto	m^3	1-Quando construídas em alvenaria, as caixas deverão ter paredes mínimas de 20cm de espessura e a dimensão mínima de 60 cm de lado, sendo revestidas de argamassa de cimento e fundo de concreto.
				89168	OU Alvenaria de vedação blocos vazados 9x9x19 cm	m^3	
				89168	Caixa de inspeção em anel de concreto pré-moldado, com 950 mm de altura e anéis com esp = 50 mm. Exclusive tampão e escavação	und	1 - O fundo da caixa de inspeção deve ser feito com enchimento de concreto e ter declividade mínima de 1% (1cm/m), de modo a garantir rápido escoamento e evitar a formação de depósito de resíduos; 2 - As caixas de inspeção deverão ter dimensões mínimas de 60 cm de lado, profundidade máxima de 87 cm, ou dimensões laterais mínimas de 110 cm para profundidade superior a 87 cm; 3 - Esta caixa se interliga ao sistema de drenagem.
				83671	Tubo PVC DN 100 mm para drenagem - fornecimento e instalação	m	1 - As tubulações de ligação deverão ter declividade mínima de 3% (3cm/metro); 2 - O tubo de PVC de saída deve estar interligado a caixa separadora de óleo.

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
1 - Saída de sedimentos do canteiro de obras	Estabilização do acesso à obra e implantação de sistema lava rodas	Lava Rodas	Única	43082	Perfil "I" de aço laminado, abas paralelas, "W", qualquer bitola	kg	Sugerido perfil "I" 5" x 3" para vigas superiores e perfil "I" 8" x 5" para vigas inferiores
				4777	Cantoneira de aço abas iguais, espessura entre 1/8" e 1/4"	KG	
				10997	Eletrodo revestido AWS-E7018, diâmetro igual a 4,0 mm	kg	
				100719	Pintura com tinta alquídica de fundo (tipo zarcão)	m^2	
				88317	Soldador com encargos complementares	h	
				88278	Montador de estrutura metálica com encargos complementares	h	
				89401	Tubo, PVC, Soldável, DN 20mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água. Fornecimento e instalação	m	
				94970	Concreto FCK= 20MPA, traço 1:2, 7:3 (cimento/ areia média/brita 1), preparo mecânico com betoneira	m^3	1 - Concreto deve ser usado para construção da caixa de concreto, berço de concreto e rampa de concreto; 2 - A caixa de concreto deve ter 1,5 m de profundidade, comprimento de 3,0 m e largura de 5,0 m; 3 - A rampa de concreto deve ter 5,0 m de largura e 5,0 m de comprimento, devendo esta rampa seguir a profundidade da caixa de concreto como base e possuir inclinação.
				94116	Lastro com preparo de fundo, com brita e lançamento mecanizado	m^3	

Recomendações:
1) Acessos com permanência superior a 1 (um) mês deverá possuir estabilização do solo superficial reforçado com membrana geotêxtil sob a camada de brita.
2) Acessos com permanência superior a 1 (um) mês em período de chuvas deverá possuir sistema Lava-Rodas com separador água e óleo.

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
2 - Erosão superficial do solo	Estabilização de vias de circulação de veículos e pedestres (*1)	Disposição de Brita Graduada Simples (BGS)	Única	96396	Execução e compactação de base e ou sub-base para pavimentação de brita graduada simples- Exclusive carga e transporte	m^3	1 - A camada de brita deve sempre estar em cota superior ao entorno 2 - Altura da camada de brita em via de circulação de veículos pode ser considerada 10 cm para implantação, adicionada de 5 cm para manutenção 3 - Para circulação de pedestre a espessura pode ser menor como 5 cm 4 - Em relação a área horizontal, é necessário projeto de gestão de sedimentos para identificar as áreas a serem estabilizadas.
				73436	Compactação de solo com Rolo compactador vibratório pé de carneiro para solos, potência de 80 hp (equipamento e serviços)	CHP	
				4012	OU Geotêxtil 400 g/m2 não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 21kN/m	m^2	Geotêxtil disposto entre o solo e a camada de brita
	Estabilização de solos expostos em superfícies, sejam planas ou em declives (*1)	Cal Jet	Única	1106	Cal hidratada CH-I para argamassa	kg	1 kg de cal de pintura para cada 2,50 m^2 de área a ser protegida.
		Cobertura vegetal	1	98503	Cal hidratada CH-I para argamassa	m^2	Executar a cobertura vegetal prevista em projeto imediatamente após a terraplenagem.
			2	98504	Plantio de grama em placas	m^2	
	Estabilização de solos expostos na execução de valas (*2)	Compactação de solo lateralmente a vala	1	5680	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, tração 4x2, potência 79 HP	CHP	Utilizar a carregadeira para compactar temporariamente o solo proveniente da vala escavada
			2	97083	Compactação mecânica de solo com compactador a percussão	m^2	Utilizar o compactador para compactar temporariamente o solo proveniente da vala escavada
		Compactação de solo lateralmente a vala	Única	5680	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, tração 4x2, potência 79 HP	CHP	Mensurar o transporte de solo para local de armazenamento e seu retorno para reaterro da vala
				5961	Transporte em caminhão basculante 6 m3, peso bruto total 16 toneladas	CHI	

Recomendação:
(*1) Estabilização necessária para solos expostos com permanência superior a 15 (quinze) dias.
(*2) Compactação necessária ou transporte para armazenamento para solos expostos com tempo superior a 24 horas

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
3 - Emissão de particulados no ar	Controlar a geração de poeira nas atividades construtivas e vias de circulação de veículos	Aspersão de água com caminhão pipa	Única	5901	Caminhão pipa 10.000 L trucado, peso bruto total de 23.000kg, carga útil máxima 15.935- CHP diurno = operação efetiva (em uso)	CHP	1 - O uso de água em excesso deve ser evitado, podendo promover escoamentos de água e carreamento de sedimentos; 2 - Controle de poeira nas vias e durante o uso de máquinas
				5903	Caminhão pipa 10.000 L trucado, peso bruto total de 23.000kg, carga útil máxima 15.935- CHI diurno = equipamento à disposição e sem efetivo uso	CHI	
		Compactação mecânica de solo	Única	73436	Rolo compactador vibratório pé de carneiro para solos, potência de 80 Hp	CHP	

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
4 - Manejo de resíduos sólidos da construção civil	Armazenar e transportar resíduos de classe A (solo, agregados, cimentos ou cerâmicas) de maneira estável	Caçamba estanque	Única	37733	Caçamba metálica basculante com capacidade de 6 m^3 (inclui montagem, não inclui caminhão)	und	
		Isolamento dos locais de acondicionamento de resíduo (instalação de barreiras)	1	92123	Ensacamento de areia (saco de ráfia 60x90 cm)	m^3	
			2	92123	OU Saco de ráfia (Conjunto com 4720)	und	
			2	4720	Adicionado de pedra britada nº 0 ou pedrisco	m^3	
			3	4011	Saco de ráfia adicionado OU com geotêxtil 200 g/m^2 não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m^2	
			4	4012	Saco de ráfia adicionado OU com geotêxtil 400 g/m^2 não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m^2	
	Estoque de solo	Proteção de solo	1	3777	Lona plástica preta, E=150 micra	m^2	Estoque de solo que permaneça por mais de 15 dias na obra
			2	4011	Geotêxtil 200 g/m^2 não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m^2	
			3	4012	Geotêxtil 400 g/m^2 não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m^2	

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)			
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida
5 - Controle de sedimentos no canteiro de obras	Drenagem pluvial com retenção de sedimentos e controle de qualidade da água	Calha provisória revestida por geotêxtil	Única	5678	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, potência líquida 88 hp	CHP
				5679	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, potência líquida 88 hp	CHI
				88316	Servente com encargos complementares	h
				4011	Geotêxtil 200 g/m² não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m²
				4012	OU Geotêxtil 400 g/m² não tecido contínuo 100% poliéster, resistência tração 10kN/m	m²
				92123	Ensacamento de areia (saco de ráfia 60x90 cm)	m³
				37526	OU Saco de ráfia (conjunto com 4720)	und
				4720	Pedra britada n° 0 ou pedrisco (conjunto com 37526)	m³
		Calha/canaleta de concreto	Única	5678	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, potência líquida 88 hp	CHP
				5679	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, potência líquida 88 hp	CHI
				88316	Servente com encargos complementares	h
				94103	Lastro com preparo de fundo, com camada de brita	m³
				88629	Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida)	m³
				13115	Calha/canaleta de concreto simples, meia cana, D = 20 cm	m
				10542	OU Calha/canaleta de concreto simples, meia cana, D = 40 cm	m
				10544	OU Calha/canaleta de concreto simples, meia cana, D = 60 cm	m
				10545	OU Calha/canaleta de concreto simples, meia cana, D = 80 cm	m
		Poço de drenagem	Única	97983	Poço de visita circular em anéis de concreto (D=1,0m x h=0,5m)	m
				83643	Bomba submersível, potência 3,75 hp, bocal de saída de 2 polegadas	und
				20185	Mangueira de PVC flexível, tipo flat/achatada, D=1 1/2" (40 mm)	m
		Caixa de passagem	Única	83446	Caixa de passagem 30x30x40 com tampa e dreno brita	und
		Aferição da qualidade da água de drenagem	Única	Mercado	Cone Imhoff e suporte	und
				Mercado	Turbidímetro portátil	und

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
6 - Manejo de produtos químicos	Controle de estoque e manuseio de produtos químicos	Depósito de produtos químicos e baia de resíduos perigosos	Única	96522	Escavação manual para bloco de coroamento ou sapata	m^3	
				96556	Concretagem de sapatas, fck 30 Mpa	m^3	
				100764	Viga metálica em perfil laminado ou soldado em aço estrutural, com conexões soldadas, inclusos mão-de-obra, transporte e içamento	kg	
				100766	Pilar metálico em perfil laminado ou soldado em aço estrutural, com conexões soldadas, inclusos mão-de-obra, transporte e içamento	kg	
				92543	Trama de madeira composta por terças para telhado de até 2 águas	m^2	
				94210	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento (E=6mm) e inclinação máxima de 10°	m^2	
				95240	Lastro de concreto magro, espessura: 3 cm	m^2	Aplicado em pisos ou radiers.
				95241	Ou lastro de concreto magro, espessura: 5 cm		
				98442	Ou parede de madeira em chapa simples, sem vão	m^2	
				98446	Ou parede de madeira em chapa simples, com vão		
		Bandejas para contenção de vazamentos	1	Mercado	Bandeja de 50 L	L	Podem ser substituídas por pallets de contenção ou bandejas masseiras. O tamanho é variável em função do volume de produtos químicos utilizados, por isso é recomendável que o canteiro disponha de bandejas com tamanhos variáveis.
			2	Mercado	Ou bandeja de 250 L		
			3	Mercado	Ou bandeja de 500 L		
		Kit mitigação	Única	Mercado	Pá anti faísca	und	
				Mercado	Recipiente para armazenar a pá	und	
				37526	Saco de ráfia para entulho	und	Saco de material resistente para armazenar o material coletado

Continua na próxima página...

.....

...continuação.

Aspecto Ambiental	Boas Práticas sugeridas	Ações	Composições e Insumos (Catálogo Composições Analíticas SINAPI)				Observações
			Opção	Cód. SINAPI	Descrição	Unid. de Medida	
6 - Manejo de produtos químicos	Controle de estoque e manuseio de produtos químicos	Kit mitigação	Única	370	Areia média	m^3	Ou qualquer outro material absorvente, como a própria areia ou vermiculita
	Controle de resíduos da lavagem de caminhão betoneira	Contêiner	Única	Mercado	Contêiner de 1000 L	L	Reservatório deve reter líquidos
		Reservatório revestido com lona plástica	Única	42408	Lona plástica extraforte preta, E = 200 micra	m^2	Lona plástica deve reter líquidos
	Controle de dejetos de banheiros químicos	Banheiro químico	Única	Mercado	Banheiro químico	und	
				Mercado	Bandeja de 70 L para proteção na base	und	

Anexo B

Sugestões de Recursos para Divulgação



EVITE OS DANOS CAUSADOS PELOS SEDIMENTOS DE OBRAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

ESTA CENA PRECISA MUDAR! AS OBRAS PODEM SER LIMPAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

ESTAS CENAS PRECISAM MUDAR! AS OBRAS PODEM SER LIMPAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

ESTA CENA PRECISA MUDAR! AS OBRAS PODEM SER LIMPAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

EXIJA O MANEJO DE SEDIMENTOS NA OBRA !

OBSERVE OS PROCEDIMENTOS SUGERIDOS NO MANUAL. O CONTROLE DA EROSÃO E O MANEJO DE SEDIMENTOS EM CANTEIROS DE OBRAS EVITA PREJUÍZOS PARA TODOS.



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

PROTEJA O PERÍMETRO DO CANTEIRO DE OBRAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

ESTABILIZE OS ACESSOS DA OBRA

Medida reduz transporte de sedimentos para fora do canteiro



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

INSTALE E OPERE CORRETAMENTE OS LAVA RODAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

AS OBRAS NO DF PODEM SER LIMPAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

MINIMIZE E PROTEJA O SOLO EXPOSTO NA OBRA



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

ESTABILIZE E MANTENHA AS VIAS DE CIRCULAÇÃO INTERNAS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

PREVINA A POLUIÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA POR PRODUTOS PERIGOSOS



ADOTE O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS CONTROLE DE EROSÃO DO SOLO E MANEJO DE SEDIMENTOS E OUTROS CONTAMINANTES NOS CANTEIROS DE OBRAS

Adasa

COLABORE, INFORME-SE!

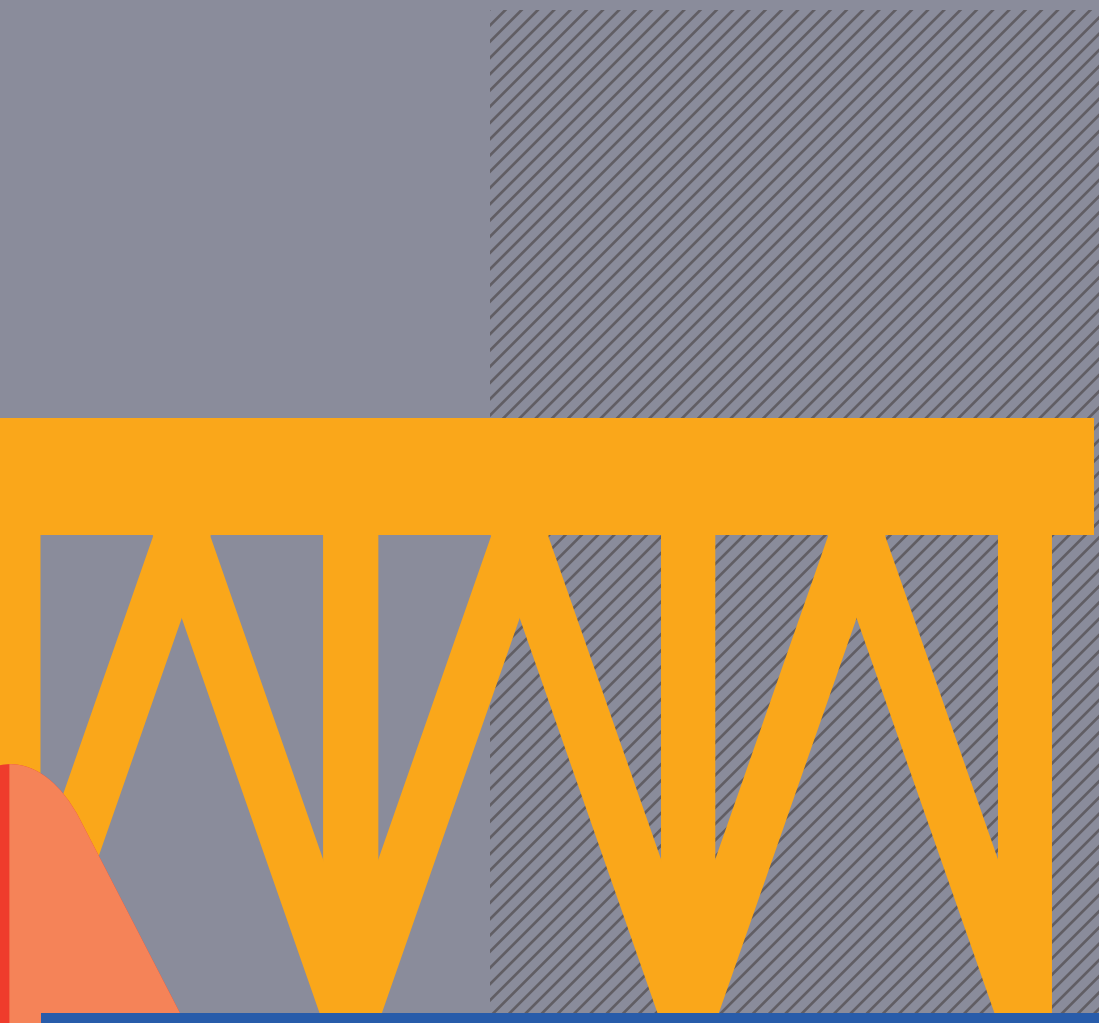
Acesse www.adasa.df.gov.br ou leia o código QR

Manual de
Boas Práticas:
Controle de erosão do solo e manejo de sedimentos e outros contaminantes em canteiros de obras

ISBN: 978-65-00-42689-2









unesco