

1 OBJETIVO

O objetivo desta Instrução é estabelecer procedimentos para a elaboração de Projetos de Obras de Arte Corrente (OAC) de Pequeno Porte.

Entende-se por projetos de pequeno porte aqueles que se encaixam no escopo definido em conjunto pela GOINFRA e o TCE-GO, através do TAG (Termo de Ajustamento de Gestão), bem como seus termos aditivos e correlatos. Este escopo se baseia em uma caracterização orçamentária, que estabelece um valor limite de até R\$ 10.000.000,00 (Dez milhões de reais) para esses projetos, são eles:

- a) Pequenas vias de acesso e estacionamentos;
- b) Obras de arte especiais e correntes;
- c) Drenagens superficiais e profundas;
- d) Acessos, interseções em nível e retornos rodoviários, dentro de perímetros urbanos ou em rodovias não duplicadas;
- e) Tratamento de pontos críticos;
- f) Tratamento de processos erosivos às margens das rodovias e recuperações que se assemelhem;
- g) Obras complementares.

Assim essa instrução aborta os projetos de pequeno porte descrito na alínea “b”, exceto projetos de Obra de Arte Especial, que continua sendo instruído na IP-14 GOINFRA – Projeto OAE. Os projetos de drenagens superficiais e profundas (alínea “c”) continuam sendo instruídos pela IP-13 GOINFRA – Projeto Drenagem.

Define-se nesta Instrução de Projetos, Obras de Arte Correntes sendo Bueiros tubulares e celulares, galerias, dissipadores de energia e correlatos que utilizem projetos-tipo, como os do DNIT ou similares.

2 ABRANGÊNCIA

Instrução de projeto aplicável às Gerências pertencentes à Diretoria de Manutenção – DMA.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos de Setembro/2024
- IP-13 GOINFRA – Projeto de Drenagem de Agosto/2018
- IP-14 GOINFRA – Projeto de Obras de Arte Especiais de Agosto/2018
- DNIT- IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias
- DNIT - Instrução Normativa Nº 55/DNIT SEDE
- ABNT NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico
- ABNT NBR 8681 - Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento
- IBGE - Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS

4 DETALHAMENTO

Os parâmetros e diretrizes estabelecidos nessa Instrução de projeto têm a função de orientar o processo de elaboração de projetos, proporcionando um ponto de partida sólido e bem fundamentado para os Projetistas. Cabe ao técnico responsável além de realizar uma avaliação minuciosa das condições locais, dos desafios específicos e das oportunidades de aprimoramento que podem ser integradas ao projeto, assegurando que ele não apenas atenda aos requisitos normativos, mas também incorpore soluções eficientes e personalizadas para as demandas particulares de cada projeto.

Fica determinado que a equipe técnica da GOINFRA, encarregada da análise dos Projetos Rodoviários da Agência, pode a qualquer momento e com a devida justificativa, solicitar e/ou exigir do projetista, além dos itens descritos nesta IP, a apresentação de qualquer outro levantamento ou estudo, dos quais julgarem necessários para a correta apreciação da diretriz de projeto em análise.

As Obras de Arte Correntes são obras destinadas a permitir a passagem livre das águas que ocorrem as estradas. Compõem-se de bocas e corpo.

Corpo é a parte situada sob os cortes e aterros. As bocas constituem os dispositivos de admissão e lançamento, a montante e a jusante, e são compostas de soleira, muro de testa e alas.

No caso de o nível da entrada d'água na boca de montante estar situado abaixo da superfície do terreno natural, a referida boca deverá ser substituída por uma caixa coletora.

Os bueiros podem ser classificados em quatro classes, a saber:

- quanto à forma da seção;
- quanto ao número de linhas;

- quanto aos materiais com os quais são construídos;
- quanto à esconsidade.

Este item tem por escopo projetos de pequeno porte para implantação de obras de arte corrente como bueiros, galerias, dissipadores de energia e correlatos.

4.1 Estudos topográficos

A execução de serviços de topografia para os projetos de obras de pequeno porte, será dividida nas seguintes etapas:

- a) Definição da diretriz definitiva de projeto;
- b) Implantação da Rede Geodésica;
- c) Levantamento Planialtimétrico Cadastral;
- d) Definição e materialização;
- e) Apresentação de relatório, dados, MDT e Planta cadastral com eixo e faixa de domínio definidos.;

4.2 Definição da diretriz definitiva de projeto

Esta fase objetiva a obtenção da diretriz e modelos topográficos digitais do terreno, necessários ao estudo da área e à seleção da melhor alternativa para implantação da OAC e dispositivos de drenagens pertinentes.

Os modelos topográficos digitais do terreno utilizados, poderão ser obtidos pelo processo de levantamentos topográficos, geodésicos e de imageamento. Independentemente do método de levantamento adotado todos os dados devem estar georreferenciados usando o Sistema de referência geodésico SIRGAS 2000 e reprojetadas para a projeção UTM (Universal transversal Mercator) com indicação do Fuso. Para os projetos inseridos nas áreas de transição dos fusos 22 para o Fuso 23, deverá ser adotado o plano retangular (Topográfico Local, LTM (local transversal mercator) como referência planimétrica.

O resultado do estudo topográfico para a definição da diretriz de projeto deverá ser elaborado utilizando programas do tipo SIG (Sistemas de informações Geográficas) ou softwares similares , disponibilizando por meio deste: imagens de satélite atualizadas em formato *.Geotiff da diretriz escolhida; camadas vetoriais em geometria de ponto; linha e polígono em extensões que permitam

a visualização em diferentes plataformas SIG, podendo estas serem em *Kml (Keyhole map language), *Shp (Esri shapefile format), *.gpkg (GeoPackage);

Posteriormente esta etapa deverá ser elaborada em programas tipo CAD (Computer aided Desgin) o traçado das tangentes e pontos de intersecção com suas coordenadas georreferenciados ao sistema de referência geodésico oficial brasileiro SIRGAS 2000 em coordenadas cartográficas em projeção UTM (Universal Transverso de Mercator) com indicação de Fuso, ou em Plano retangular (Topografico local, LTM) em regiões de transição do Fuso 22 para o Fuso 23.

Casos específicos e atípicos, que porventura não se enquadrem nas especificações e normas da GOINFRA, deverão sempre ser apresentados formalmente pela empresa projetista e/ou profissional projetista, ao departamento responsável pelos Projetos Rodoviários da Diretoria de Manutenção da GOINFRA, para que ele analise o caso e defina como deverá ser conduzido os estudos específicos dele.

4.2.1 Implantação da rede de marcos

A implantação da rede de marcos, deverá seguir as orientações técnicas da NBR 13.133 referente ao seu item 5.3 (Apoio topográfico e sua acurácia). A locação dos marcos deverá preferencialmente ser implantada com o uso de tecnologias de posicionamento geodésico por satélites GNSS, não ficando restrito, em casos especiais, a utilização de métodos topográficos, desde que atendidas as exigências para apresentação dos estudos estabelecidas por esta norma.

A rede de marcos será implantada para fornecer apoio topográfico essencial ao desenvolvimento de projetos de engenharia de infraestrutura rodoviária em Goiás, servindo de base para a execução de todas as atividades de topografia e aerolevantamento necessárias para a elaboração dos estudos e projetos.

A rede de marcos será implantada seguindo a seguinte estrutura hierárquica:

- Implantação da rede marcos de controle (1º Ordem).
- Implantação da rede marcos da poligonal principal (2º ordem), sendo esse obrigatório apenas nos casos onde será necessário o uso de estação total, sendo este marco para orientação.

Para efeitos desta instrução normativa consideram-se por definição de Marco geodésico uma estação de referência com coordenadas geodésicas tridimensionais conhecidas referenciadas ao sistema geodésico brasileiro (SGB).

Para o posicionamento de bases ou estações de referência materializadas em campo através de marcos geodésicos implantados, obriga-se a realização de pelo menos uma sessão de rastreio (coleta de dados GNSS), com no mínimo 5 (cinco) horas de duração, seguindo as recomendações preconizadas pelo fabricante do dispositivo. Os marcos de controle implantados para dar apoio geométrico a configuração da rede deverá ser disposta de acordo com arranjo geométrico

necessário para implantação da rede controle. Deverá ser selecionado locais limpos fora da área de ação das máquinas de terraplenagem e agrícolas, que garantam sua segurança quanto à sua destruição e depredação. Durante a coleta de dados em campo deverá ser evitado ao máximo locais que possam interferir no rastreo e degradar a qualidade de sinais GNSS.

A estrutura física de construção dos marcos deverá ser resistente e garantir sua estabilidade, podendo ser utilizado os modelos disponíveis no Anexo A1 e A2 da IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos. A chapa de identificação do marco deverá seguir o modelo a seguir:

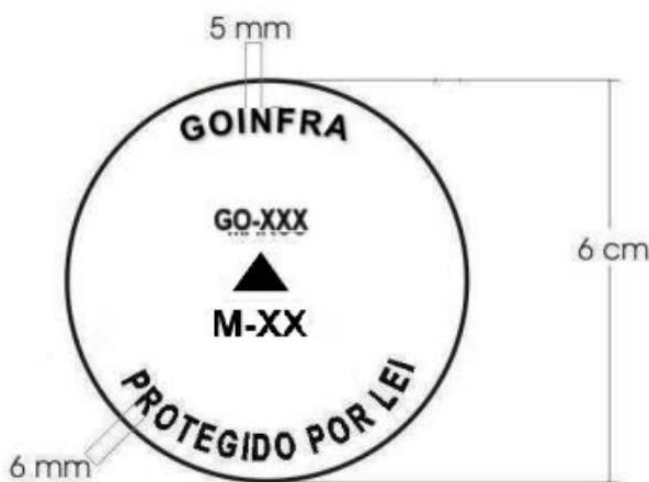


Figura 1: Modelo de chapa metálica de identificação de marco.

Para o posicionamento e georreferenciamento dos marcos físicos, devem ser adotados os seguintes métodos de posicionamento geodésico:

- A. Georreferenciamento do marco utilizando tecnologia GNSS deve ser feito através metodologia de “Posicionamento Relativo Estático (PRE)”, com o tempo de rastreo mínimo de 5 horas consecutivas, configurado para operar no sistema de projeção em coordenadas geodésicas (latitude e longitude) e altitudes geométricas com o Datum SIRGAS 2000, obtidas com o uso de equipamentos de dupla frequência, com precisão igual ou menor do que 5 mm + 1ppm;
- B. Deve se dar preferência a utilização de estações de referências ativas pertencentes a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo de sistemas GNSS (RBMC), utilizando como referência no mínimo duas estações desta rede, as linhas de base não poderão ser maiores que 300 km para cada estação e a geometria dos vetores formados entre as Estações e o Marco geodésico a ser implantado deverá ser o mais próximo possível de um triângulo equilátero;

- C. Poderá ser utilizado marcos da rede passiva do sistema geodésico brasileiro em caso de inatividade da estação ativa da RBMC, neste caso deverá ser usado estação do tipo GPS-SAT para coordenadas planimétricas e do tipo RN para altitude, ou similares pertencentes a rede estadual desde que homologada pelo IBGE, localizados em raio de 30 km da diretriz definida e com tempo de vistoria oficial do IBGE menor do que 3 anos da última verificação.
- D. As observações rastreadas deverão ser submetidas ao serviço de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE, com a finalidade de servirem de parâmetro para a verificar a qualidade das coordenadas planialtimétricas obtidas através dos pós processamento utilizando como referência as estações ativas da RBMC ou estações passivas do tipo GPS-SAT e RN; Diretoria de Obras RN;
- E. O ajustamento das observações deverá ser feito pelo “Método dos Mínimos Quadrados (M.M.Q)”, com precisão de 2 sigma (2 desvios padrão) da média e “Erro Médio Quadrático (RMS)” igual ou menor do que 100 mm, usando como duas estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo. O software de processamento deverá ser dotado de algoritmos de combinação de observações, fase da portadora, fixar ambiguidades e com capacidade de processar a fase da portadora; o nível de confiança do ajustamento deve ser maior que 95% (2 Sigma). Deverá ser utilizado o uso de efemérides rápidas ou precisas no processamento dos dados GNSS;
- F. Para garantir a qualidade das observações deverá ser observado o atendimento dos seguintes parâmetros:
- i. PDOP máximo: < 3 ;
 - ii. Taxa de coleta: Mínima de 1Hz;
 - iii. Horizonte mínimo de rastreamento: 15° ;
 - iv. Operar sempre no modo 3D, sendo recomendáveis 3 ou mais satélites rastreados simultaneamente;
 - v. Intervalo de gravação: 1 segundo
 - vi. Receptores com um mínimo 128 ou mais canais independentes;
 - vii. Rastreio das principais constelações de satélites (BEIDOU, GPS, GLONASS, GALILEO, QZSS);
 - viii. Modelo da antena: Integrada (interna) ou independente (externa), desde que seja calibrada pelo NGS (National Geodetic Service), órgão do governo americano com atribuições semelhantes ao IBGE no que diz respeito à gestão da infraestrutura geodésica nacional dos EUA;

G. O rastreo das observáveis deve ser planejado e executado de modo a coletar minimamente as observações de fase das portadoras de toda a constelação GNSS disponível – e suportada pelos equipamentos – à época do levantamento, utilizando-se a taxa de coleta de 1Hz.

A implantação da rede de marcos da poligonal principal (2º ordem) deverá ser rastreada a partir do marco base implantado com rastreo mínimo de 20 minutos para linha de base de até 10 km, e devem ser adotados os métodos de posicionamento geodésico relacionados nos itens de A a G citados anteriormente. Para linhas de base maiores de 10 km deverá ser adotado a Tabela 3.2 - Precisão do posicionamento relativo em função do tempo de observação, equipamento utilizado e comprimento da linha de base determinada pelo IBGE 2008 no documento RECOMENDAÇÕES PARA LEVANTAMENTOS RELATIVOS ESTÁTICOS – GPS.

4.2.2 Referenciais altimétricos

O nivelamento altimétrico deverá ser executado preferencialmente com uso de tecnologia GNSS e as altitudes geométricas obtidas pelos métodos de posicionamento geodésico, deverão ser convertidas a partir do valor da ondulação geoidal obtida através do modelo Hgeohnor2020 (disponibilizado pelo IBGE ou outro modelo vigente à época do levantamento) para altitudes normais, conforme recomendações da NBR 13.133 em seu item 5.5.4 (Nivelamento com uso de tecnologia GNSS).

Deverá ser adotado como valor de correção da anomalia gravitacional (Ondulação geoidal), o valor disponibilizado para um marco da rede controle, obtido através do interpolador HgeoHNOR2020, onde este fator servirá para converter as altitudes geométricas para altitude ortométrica normal de todo o projeto.

Em casos específicos, o a serem previamente definidos pelo corpo técnico da GOINFRA, o nivelamento das altitudes poderá ser obtido por métodos de nivelamento trigonométrico ou nivelamento geométrico.

Para o nivelamento trigonométrico deverá ser atendido as condições da NBR 13.133 em seu item 5.5.3 (Nivelamento Trigonométrico), neste método é feita a medição da diferença de altura entre os pontos do terreno, a partir da leitura do ângulo vertical gerado pela linha de visada ao alvo. Essa medição considera a altura do centro ótico e do alvo sobre o terreno. Poderá ser empregado o uso de Estação total, Estação total robótica, Lasers scanners 3D.

Para o uso de nivelamento geométrico deverá ser atendido as condições da NBR 13.133 em seu item 5.5.2 (Nivelamento Geométrico), onde as diferenças de nível (altitudes ou cotas) são determinadas diretamente com uso de mira vertical com visadas a ré e avante o nivelamento deve

iniciar em uma Referência de nível (RN) conhecida e o transporte de altitudes deverá ser feito utilizando uma seção de duplo nivelamento (ida e volta), deverá ser distribuído ao longo do caminhamento do transporte pontos de segurança, com média de 1 km entre eles. As visadas máximas medidas nas miras não podem ultrapassar 80 m de distância e não pode ser feito leituras onde as visadas passem a menos de 30 cm de uma superfície para se evitar o efeito de refração.

4.2.3 Regras para a verificação do erro relativo linear

Com objetivo de verificar a qualidade das operações de rastreo em campo deverá ser checado o erro relativo de fechamento linear com o objetivo de verificar a precisão da poligonal implantada para isso deverá atender os seguintes parâmetros de transporte:

Tabela 1: Precisões Mínimas Requeridas para pontos GNSS

Precisões Mínimas Requeridas		
	Precisões mínimas requeridas para estações de referência GNSS (Marco base 1º Ordem) Método de Posicionamento: Relativo Estático	Precisões mínimas requeridas para pontos GNSS não categorizados como estações de referencia (2º Ordem)
Horizontal	1,5 cm + 0,5 ppm	2 cm + 0,5 ppm
Vertical	3,0 cm + 0,5 ppm	4 cm + 0,5 ppm

Fonte: Instrução Normativa nº 55 DNIT. Anexo I.

4.2.4 Relatório de implantação da rede de marcos topográficos e arquivos digitais

A implantação da rede marcos topográficos deverão ser descritos no capítulo Estudos Topográficos do Volume 1, os arquivos provenientes do estudo deverão ser nomeados conforme determinado no Procedimento Operacional Padrão (POP) DMA disponibilizado no site da GOINFRA.

Deverá ser contemplado os seguintes itens no corpo do relatório de Estudo Topográficos do Volume 1:

1. Metodologia de implantação da rede geodésica de apoio topográfico; Anotações de data, horário, altura da antena e condições de rastreo;
2. Apresentação das especificações técnicas;
3. Fotos georreferenciadas dos equipamentos utilizados durante a execução das operações de rastreo;
4. Descritivos oficiais do IBGE das estações ativas ou passivas do SGB como referência;

5. Mapa de localização da implantação da rede marco topográficos de controle e da poligonal principal exibindo todos os vetores de ajustamento utilizados.
6. Apresentar resumo da tabela extraída da exportação do relatório de processamento das linhas bases das Estações de referência do SGB para a rede marcos de controle implantada (1º ordem e 2º Ordem), contendo as seguintes informações: Linha de base, Tipo de solução de ambiguidades, PDOP, VDOP, Azimute Norte, Distância elipsoidal, Altura Elipsoidal e Distância Vertical.
7. Apresentar relatório de ajustamento do software de processamento para o marco base implantado.
8. Monografia dos marcos geodésicos implantados conforme modelo instituído pela IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos em seu Anexo A4;

4.2.5 Levantamento cadastral

4.2.5.1 Levantamento da diretriz definitiva

Após implantação e materialização dos vértices da poligonal principal implantada, representada pela rede de marcos deve ser realizado o levantamento planialtimétrico cadastral da faixa de interesse para implantação, restauração ou melhorias da rodovia. O tamanho da largura da faixa de interesse a ser levantada seguirá os seguintes critérios:

A faixa de levantamento para projetos de implantação deve coincidir com a faixa de domínio, com largura mínima de 40 (quarenta) metros para cada lado a partir do eixo a ser implantado;

Nos casos de restauração a faixa de levantamento deverá coincidir com a área da obra a ser restaurada;

Para obras de melhorias além da faixa onde a obra está construída deverá ser levantado toda área necessária para a aplicação da solução de melhoria a ser implementada.

Para a modelagem do terreno, devem ser feitos levantamentos de pontos a partir dos vértices da poligonal principal implantada, com o objetivo de formar uma nuvem de pontos que caracterize adequadamente o relevo local.

Os estudos devem ser realizados por profissionais qualificados, que assumirão a responsabilidade pela precisão dos dados e análises geradas. O propósito desta etapa é a criação do Modelo Digital de Terreno (MDT) da superfície primitiva, que servirá de base para o desenvolvimento dos estudos e projetos subsequentes, assim como para a definição no campo do eixo definitivo do projeto executivo da obra a ser realizada.

O modelo digital de terreno (MDT), poderá ser desenvolvido por intermédio de levantamento topográfico cadastral planialtimétrico através de tecnologia GNSS, sendo permitido utilizar os

métodos de posicionamento relativo semicinemático (stop-and-go) ou cinemático, tanto em tempo real RTK (Real Time Kinematic) quanto pós-processados PPK (Post-Processed Kinematic). No caso de utilização de posicionamento RTK, pode-se utilizar tanto o método convencional quanto RTK em rede além de soluções proprietárias disponibilizadas por diversos fabricantes de equipamentos receptores que disponibilizam correções através de redes de Internet móvel ou via satélite.

Independentemente do tipo de ponto levantado e do método de posicionamento geodésico utilizado, a solução dos vetores de ambiguidades deve ser sempre fixa, e o valor de PDOP sempre inferior 3 (três) de modo a assegurar as precisões mínimas preconizadas por esta Instrução Normativa.

Poderá ser empregado técnicas de imageamento com o uso de V.A.N.T (Veículo Aéreo Não Tripulado) do tipo Quadrimotor ou Asa fixa, equipados com antenas capazes de receber correção em tempo Real RTK (Real Time Kinematic), a partir de receptores com tecnologia “GNSS” de dupla frequência, em modo estático com precisão igual ou menor do que 5 mm + 1 ppm, capazes de transportar cargas que suportem câmeras multiespectrais, sensores LIDAR (Light Detection and Ranging) ou câmeras do tipo P1 escaneamento preciso do terreno com cobertura vegetal densa . O processamento de imagens obtidas por câmeras multiespectrais do tipo P ou o levantamento utilizando sensores LIDAR deverão obrigatoriamente ter como referência a rede de marcos geodésicos implantada e a nuvem de pontos deverá ser classificada de acordo com a sua tipologia física.

O cadastro deverá ser realizado com o objetivo de caracterizar a superfície, as construções, as benfeitorias, as intersecções, as propriedades limítrofes com a faixa de domínio, e outros elementos de importância para o projeto da via.

No levantamento da superfície deverão ser capturados todos os pontos notáveis, que determinam o relevo, que a caracterize, com densidade mínima de pontos por hectare conforme determinado na tabela 2, e com espaçamento máximo de 20 metros entre os pontos, devendo o projetista avaliar a necessidade de complementação destes pontos de forma a garantir a fiel representação da superfície local.

Tabela 2: densidade mínima de pontos por hectare

Densidade mínima de pontos a serem medidos por hectare		
Terreno com declividade acima de 20 %	Terreno com declividade entre 10% e 20 %	Terreno com declividade de até 10 %
60	50	40

Fonte: NBR 13113/94 Levantamento planialtimétrico cadastral (resumo), pág. 15.

Em resumo, devem ser cadastradas todas as incidências de interesse do projeto, especialmente em:

- Rios e córregos (margens, fundos, barrancos e meandros);
- Nascentes d'água;
- Bueiros, pontes e viadutos;
- Grotas, cristas e fundos de talwegues;
- Início e fim de cada aclave ou declive e quebras do terreno;
- Vias de acesso e vias laterais;
- Cercas e divisas;
- Imóveis e edificações próximas à via;
- Serviços de utilidade pública (postes, torres elétricas, rede de esgoto e água);
- Valas e erosões;
- As cristas e pés de taludes e bancadas;
- Pontos de passagem, Cortes/Aterros;
- Locais com escorregamento de taludes (cadastramento das trincas e sinais de ruptura);
- Início e fim de cada segmento ou trecho;
- Espécies vegetais de grande porte ou de relevância para a flora e meio ambiente;
- Áreas especiais (áreas institucionais e áreas de reserva ambiental);
- Áreas de empréstimos e de ocorrência de materiais para pavimentação;
- Demais acidentes topográficos;

4.2.5.2 Levantamento das ocorrências hidrológicas

Todas as ocorrências hidrológicas para a caracterização da área, do perímetro, comprimento e inclinação de talvegue, deverão ser levantadas a partir de imagens de satélites, para facilitar a identificação das ocorrências, sendo elas georreferenciadas no sistema de coordenadas e de referência, adotados no projeto da via ou a partir de mapas temáticos, estes também obtidos no mesmo sistema de coordenadas e de referência. Serão cadastradas todas as obras de arte correntes existentes no trecho, informando sobre os nivelamentos do leito, NA, soleiras, muros de testa, cristas de taludes, seção longitudinal do talvegue, bem como serão anotadas sua: posição, tipo, dimensão, estado de funcionamento e conservação.

Igualmente serão levantadas as Obras de Arte Especiais existentes cortadas pelo eixo locado, e serão anotados os dados principais como: comprimento, largura, croquis da seção longitudinal e transversal, estado de conservação, sistema estrutural. Sob o ponto de vista hidráulico, será feito um levantamento batimétrico de 5 em 5 metros, ao longo do eixo da rodovia possibilitando definir a seção transversal do curso d'água sob a OAE. Também deverá ser feito o levantamento batimétrico de 10 em 10 metros, ao longo do eixo do curso d'água numa extensão de 100 metros, para cada lado (montante e a jusante) do eixo da rodovia para obtenção do perfil de fundo do rio. Para as obras de arte especiais novas deverá ser feito o levantamento cadastral planialtimétrico de toda sua área de implantação, além de ser necessária a execução do levantamento batimétrico das seções longitudinais dos talvegues, com a finalidade de se projetar os bueiros de grotá. O levantamento das obras de arte especiais novas obedecerá às seguintes etapas:

- A. Estaqueamento de 5 em 5 metros ao longo do eixo da estrada, antes e depois de cada barranco, efetuando-se o nivelamento e batimetria possibilitando definir a seção transversal do curso d'água sob a OAE;
- B. Cadastro planialtimétrico de cada barranco, no mínimo 50 metros a jusante, e 50 metros a montante do ponto de travessia, efetuando o nivelamento do curso d'água no trecho;
- C. Também deverá ser feito o levantamento batimétrico de 10 em 10 metros, ao longo do eixo do curso d'água numa extensão de 50 metros, para cada lado (montante e a jusante) do eixo da rodovia para obtenção do perfil de fundo do rio;
- D. Anotar e determinar as altitudes das evidências de enchente máxima, afloramento de rocha e natureza dos barrancos;

Para a execução do levantamento batimétrico poderá ser utilizado as seguintes tecnologias:

- A. Empregos de receptores GNSS/RTK utilizando bastões extensíveis;
- B. Sistemas de veículos de superfície aquáticas não tripulado com sistemas integrados de GNSS e batimetria;
- C. Sistemas de sonar multifeixe: Utilizam múltiplos feixes sonares para gerar um mapa 3D do fundo do rio, compatíveis sistemas GNSS;

4.2.5.3 Levantamento das ocorrências de materiais para construção

O levantamento das ocorrências dos materiais selecionados conforme os estudos geotécnicos para pavimentação e empréstimos concentrados, especialmente nas camadas de aterro e nos estratos superiores de terraplenagem, deve ser realizado utilizando a mesma projeção cartográfica e sistema

de referência geodésica adotados no projeto, de acordo com o Sistema Geodésico Brasileiro oficial SIRGAS 2000 e o fuso de coordenadas UTM designado para a área em questão.

4.2.5.4 Levantamento de cadastro de propriedades e benfeitorias

Além do levantamento dos pontos para a definição da superfície, deverão ser realizados também os levantamentos de pontos para o devido cadastro das propriedades, das benfeitorias, das obras existentes, das interseções, das caracterizações dos cursos d'água e outros elementos que interfiram na determinação da diretriz da via ou de qualquer outro dispositivo que venha a complementar o projeto rodoviário. Para otimizar o processo de cadastro de propriedades poderá ser utilizado informações vetoriais provenientes das seguintes fontes de gestão fundiária governamentais para auxílio a demarcação in loco, como:

- Cadastro Ambiental Rural (CAR);
- Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER);
- Sistema de gestão fundiária (SIGEF);

4.2.6 Definição e materialização do eixo longitudinal

Finalizado o levantamento cadastral planialtimétrico conforme recomendações do item 4.1.3 desta Instrução normativa, deverá ser elaborado com base em todas as informações cadastrais levantadas a definição do eixo longitudinal de projeto.

Todas as informações locadas, deverão estar representadas em um software de desenho computacional no qual nesta fase já se prevê que esteja representado a rede de marcos topográficos implantados, poligonal principal, levantamento cadastral planialtimétrico, curvas de nível de 1 em 1 metro e modelo digital de terreno com sua triangulação devidamente ajustada para permitir a representação adequada da superfície existente.

O eixo longitudinal deverá ser materializado locando pontos de 20 em 20 metros a partir da origem da diretriz da via projetada. Estes pontos deverão estar amarrados aos pontos já existentes em levantamentos anteriores, mantendo o mesmo plano de referência para as coordenadas planimétricas e alturas. Além destes pontos também deverão ser locados os pontos notáveis da superfície, de curvas (PC, PT, PI, TS, SC, CS e ST), de cursos d'água, de obras existentes e de interseções.

A numeração dos pontos locados começará com o valor 0 (Zero) e seguirá de forma contínua, acrescendo de uma unidade para os demais dispostos a cada 20 metros concatenados. Os pontos que não se situam a cada 20 metros, ou seja, estão em uma posição intermediária aos pontos de

20 metros são numerados com o número anterior mais o valor em metros deste ponto até o ponto em questão (valor menor do que 20 metros).

As amarrações planialtimétricas dos pontos do eixo deverá ser a partir de rede marcos da poligonal principal implantada conforme recomendações desta Instrução normativa.

Quando se utilizar tecnologia GNSS, independentemente do tipo de ponto levantado e do método de posicionamento geodésico utilizado, a solução dos vetores de ambiguidades deve ser sempre fixa e deverá ser apresentado o arquivo bruto da execução de todo o levantamento em formato *.RAW, *.RAW5, *.NMEA de modo a assegurar as precisões mínimas e garantir a rastreabilidade da execução do levantamento conforme preconizado por esta Instrução Normativa.

Casos específicos e atípicos, que porventura não se enquadrem nas especificações e normas da GOINFRA, deverão sempre ser apresentados formalmente pela empresa projetista e/ou profissional projetista, ao departamento responsável pelos Projetos Rodoviários da GOINFRA, para que ele analise o caso e defina como deverá ser conduzido os estudos específicos dos mesmos.

4.3 Estudo geotécnico

Os estudos geotécnicos para projetos de pequeno porte devem ser elaborados, conduzidos e apresentados conforme orientações e determinações dos itens a seguir:

4.3.1 Estudo de empréstimo para corpo de aterro

A escolha no campo das áreas de empréstimos será feita em função das indicações do projeto de terraplenagem. Nos empréstimos laterais os ensaios de compactação e ISC deverão ser realizados de 100 metros em 100 metros. Os bordos internos das caixas previstas, deverão estar, no mínimo, a 5 metros dos offsets da saia do aterro ou da crista do corte. Ao longo de toda a extensão do projeto serão executados ensaios para determinação da massa específica aparente “in situ” de modo a se obter elementos para definir o fator de contração aterro/corte.

Onde forem previstos empréstimos concentrados com áreas de até 10.000 m² deverão ser realizados pelo menos cinco furos, distribuídos pela área de empréstimo, com profundidade igual à prevista para o empréstimo.

Para empréstimos concentrados com áreas acima de 10.000 m² deverá ser realizado um reticulado com malha de 50 metros de lado, com espaçamento máximo de 50 metros entre os furos.

Serão coletadas amostras de todos os furos nos diversos horizontes e submetidas aos seguintes ensaios:

a) Caracterização (granulometria);

Documento
IP.ROD.002

Versão
01

Data
Fevereiro/2025

Aprovado por:
Diretoria de Manutenção

n. Processo SEI:
202400036006768

Cópia controlada
Página
14 de 57

- b) Índices físicos, (LL, LP);
- c) Compactação;
- d) Índice de Suporte Califórnia;
- e) Densidade “in situ”.

Nas caixas de empréstimo laterais, a profundidade a ser explorada deverá ser limitada a, no máximo, 2,00 metros.

Os materiais de deverão atender às seguintes condições mínimas:

- a) ISC min $\geq$ 6%
- b) Expansão $\leq$ 2%

4.3.2 Investigação de solo mole ou compressíveis

Sendo constatado a presença de Solos Compressíveis nos locais de implantação da OAC, faz se necessário a investigação para:

- a) Determinação da Espessura das Camadas

Deverão ser feitas as comparações técnico-econômicas para as várias soluções sobre solos de baixa capacidade de resistência.

4.4 Estudo hidrológico

Os estudos hidrológicos para os projetos de Obra de Arte Corrente, devem ser elaborados, conduzidos e apresentados conforme orientações e determinações a seguir:

4.4.1 Dados hidrológicos da pluviometria

Na coleta dos dados hidrológicos para determinação da contribuição pluviométrica, nas redes hidrográficas que interceptam o eixo estradal, deverá ser seguida a seguinte sistemática:

- a) Apresentação de mapas em escala conveniente, destacando a rede hidrográfica principal comprometida pelo projeto e a localização do trecho em estudo. O mapa de bacias deverá ser numerado de forma a ser associada uma única bacia para cada Obra-de-Arte projetada;
- b) Coleta dos dados de chuvas dos postos localizados na área e apresentados em mapa com indicação da entidade responsável pela coleta e os respectivos períodos de observação.

- c) Cálculo dos seguintes elementos: média anual de chuvas da região; média mensal; total anual; alturas máximas e mínimas; precipitação total; precipitação máxima em 24 horas.
- d) Informações relevantes de obras de arte corrente existentes no local em estudo com indicação do tipo, comprimento, largura e altura e comprovar, após análises hidrológicas e geométricas quais podem ser aproveitadas. Essas devem ser analisadas e incorporadas aos estudos.
- e) Para caracterização das obras hidráulicas existentes e de eventuais estudos e projetos de aproveitamentos hídricos previstos na região de interesse, incluindo planos diretores, devem ser consultadas as entidades vinculadas à utilização de recursos hídricos.
- f) Pode-se também recorrer a dados oriundos de trabalhos científicos, como por exemplo o livro *Chuvas Intensas no Brasil* de autoria do Eng. Otto Pfafstetter, que desenvolveu equações de chuva para diversos postos pluviográficos do Brasil, procurando o posto mais próximo e com características meteorológicas (vegetação e quantidade de precipitação) mais semelhantes à área de estudo. Desde que seja apresentada justificativas para a adoção de tal método.

4.4.2 Processamento dos dados pluviométricos

Os dados pluviométricos serão processados de modo a se obter:

- a) Histogramas das Precipitações Totais Anuais, com número de Dias de Chuva por Ano; Máximas, médias e Mínimas das Precipitações Mensais e do Número de Dias de Chuva Mensais.
- b) Metodologia do processamento de dados pluviométricos para a obtenção das curvas intensidade x duração x frequência e altura x duração x frequência, para 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos de observação, no mínimo.

4.4.3 Análise dos dados processados

Para cada obra do Estudo Hidrológico serão definidos os seguintes parâmetros que propiciam o cálculo das Descargas de Projeto (m^3/s):

4.4.3.1 Período de recorrência

A escolha dos valores a adotar dependerá, basicamente dos seguintes fatores:

- a) Tipo, importância e segurança da obra;

- b) Classe da rodovia, a ser definida formalmente pela GOINFRA;
- c) Estudo de custo-benefício a partir da avaliação dos danos para descargas maiores que as de projeto, considerando danos a terceiros e custos para a restauração da rodovia;

Em princípio, desde que não haja nenhuma recomendação específica do projetista com devida concordância da equipe de fiscalização de projetos da GOINFRA, os períodos de recorrência, usualmente adotados serão:

Tabela 3: Período de recorrência.

ESPÉCIE	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)
Bueiros de Grotas e Drenagem Superficial	5 a 10 anos
Drenagem Sub-superficial	10 anos
Bueiros Tubulares	como canal: 15 anos
	como orifício: 25 anos
Bueiros Celulares	como canal: 25 anos
	como orifício: 50 anos
Pontilhão	50 anos
Ponte	100 anos

4.4.3.2 Tempo de concentração

O tempo de concentração das bacias deverá ser avaliado por metodologia e modelos usuais, e que apresentem resultados compatíveis e que considerem:

- a) Comprimento e declividade do talvegue principal;
- b) Área da bacia;
- c) Recobrimento vegetal;
- d) Uso do solo;
- e) Outros.

Para as obras de drenagem superficial deverá ser adotado o tempo de concentração mínimo de 5 minutos.

Adota-se, nos projetos da GOINFRA a fórmula de KIRPICH (para área da bacia menor que 0,80 km²) e KIRPICH MODIFICADA (para áreas maiores que 0,80 km²), por serem consideradas mais representativas:

Fórmula de KIRPICH:
$$T_c = 0,39 * \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0,385}$$
 ; p/ *Abacia* ≤ 0,80 km²

Fórmula de KIRPICH MODIFICADA:
$$T_c = 0,59 * \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0,385}$$
 ; p/ *Abacia* > 0,80 km²

Onde:

Tc – tempo de concentração em horas

L – Comprimento do talvegue em km

H – Declividade do talvegue em %; $H=100*(\Delta H/L)$;

Sendo:

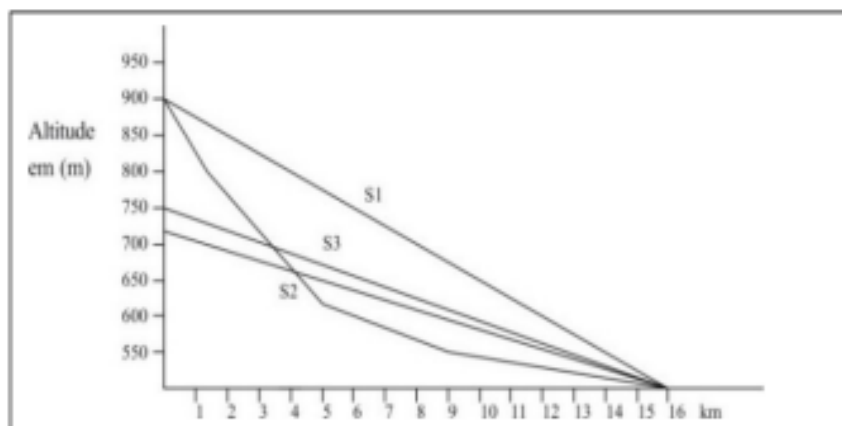
ΔH – desnível do talvegue em metros

L1 – comprimento do talvegue em metros

- Para o cálculo da declividade média das bacias maiores ou que possuem diferentes relevos ao longo da extensão do talvegue, pode-se utilizar ferramentas internas dos programas de geoprocessamento para obtenção do par cota-distância nos locais de mudança de declividade.
- Assim, de posse do mapa das bacias com curvas de nível, é possível calcular a declividade ou inclinação, entre estes pontos, obtendo-se com o quociente entre o desnível e o comprimento reduzido do horizonte, de três maneiras (S1, S2 ou S3):
- S1 - Une a nascente à foz, dá-nos a declividade máxima, sempre teórica, utilizada para bacias onde o talvegue tenha pequenas variações de cota ao longo do seu comprimento;
- S2 - Declividade média: A área do triângulo formado pelos eixos coordenados e a reta correspondente à inclinação média é igual à área definida pelos eixos coordenados e o perfil longitudinal do rio;
- S3 - Declividade equivalente constante: Obtém-se através da média harmônica ponderada da raiz quadrada das diversas declividades.

$$S_3 = \left[\frac{\sum L_i}{\sum \sqrt{S_i}} \right]^2$$

S_i - Declividade de cada trecho; L_i - Comprimento real de cada trecho



De acordo com a inclinação média das vertentes, o relevo pode ser classificado em:

Tabela 4: Classificação de relevo.

CLASSES DE RELEVO		CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO SEGUNDO A INCLINAÇÃO MÉDIA DAS VERTENTES	
Declividade	Classe	Tipo de relevo	Inclinação
0 – 3%	Relevo plano	Plano	0 a 2%
3 – 6 %	Relevo suave ondulado	Levemente ondulado	2 a 5%
6 – 12%	Relevo ondulado	Ondulado	5 a 10%
12 – 20%	Relevo forte ondulado	Muito ondulado	10 a 20%
20 – 40%	Relevo forte ondulado mais montanhoso	Montanhoso	20 a 50%
40 – 60%	Relevo montanhoso	Muito montanhoso	50 a 100%
> 60%	Fortemente montanhoso	Escarpado	> 100%

4.4.3.3 Coeficiente de deflúvio ou escoamento superficial (RUN-OFF)

Deverão ser considerados todos os fatores que possam influenciar no escoamento difuso nas vertentes, notadamente no que concerne à:

- Características geotopográficas das bacias;
- Declividade e recobrimento vegetal das bacias;
- Forma e dimensões dos talwegues;
- Porosidade e permeabilidade dos solos;
- Utilização pretendida para as áreas a montante.

Deverá ser realizada a fixação do Coeficiente de Escoamento (C), para o Método Racional, e o Coeficiente do Complexo Solo – Vegetação (CN), para o Método do Hidrograma Unitário Triangular - (Hut) – que serão indicados para uso nos projetos da GOINFRA, por serem os mais usuais.

Tabela 5: Coeficientes.

Condições de superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Áreas urbanizadas, Cerrados, pastagens	A	0,1	50	0,2	55	0,30	65
	B	0,2	55	0,3	60	0,4	70
	C	0,4	60	0,6	65	0,6	75
	D	0,60 - 0,80	70	0,60- 0,90	75	0,60 - 1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,2	45	0,3	50	0,4	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,3	60	0,4	60	0,5	70
	D	0,4	65	0,5	70	0,6	75
Culturas e pastagens Terraceadas	A	0,1	35	0,3	45	0,4	50
	B	0,2	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,3	50	0,4	60	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70
Culturas Terraceadas	A	0,1	30	0,2	40	0,3	50
	B	0,15	40	0,3	50	0,4	55
	C	0,2	50	0,4	55	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70

Onde:

A = Superfície muito permeável (“LOESS” em camadas espessas);

B = Superfície permeável (“LOESS” em camadas rasas e areias);

C = Superfície semipermeável (Solos Siltosos e Argilosos) e

D = Superfície pouco permeável (Solos com argilas expansivas e pavimentos).

4.4.3.4 Determinação das descargas das bacias

Não tendo disponibilidade de dados fluviométricos das bacias em estudo, utiliza-se os seguintes métodos de cálculo das vazões:

a) Método Racional – para bacias com área até 5,00 km², onde para o cálculo da descarga de pico é usual a fórmula:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A$$

Onde:

Qp - Descarga do projeto ou pico de vazão, em m³/s;

C - Coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial;

A - Área da bacia em km²;

I - Intensidade de precipitação, sobre toda a área drenada, dada pela relação:

$$I = \frac{P}{T_c}, \text{ em mm/h}$$

Onde:

P - altura de chuva para o tempo de concentração (mm);

Tc - tempo de concentração, em horas, calculado pela fórmula de Kirpich, apresentada anteriormente.

b) Método Racional Corrigido – para bacia com área entre 5,00 km² e 10,00 km². Devendo ser adotando o coeficiente de retardo dado pela fórmula:

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times A \times \varphi$$

Sendo:

$$\varphi = \frac{4,38}{A^{0,20} \times L}, 0,50 \leq \varphi \leq 1,00$$

Onde:

A - área da bacia em km²

L - Comprimento do talvegue em km

c) Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) – para bacias com áreas superiores a 10,00 km², sendo:

Para as **bacias intermediárias, compreendendo áreas entre 10 e 20 km²**, as descargas de projeto serão determinadas pelo Método do Hidrograma Sintético Triangular, considerando-se no caso o hidrograma formado por uma única ordenada. Neste caso, a precipitação efetiva será obtida a partir da curva “CN” adequada à bacia e da precipitação real obtida para a duração igual ao tempo de concentração da bacia.

$$Q_p = \frac{0,208 * A * P_e}{t_p}$$

Onde:

Qp= descarga de projeto (m³/s) 0,208 = fator adimensional de conversão de unidades

A = área da bacia drenada (km²)

Pe = excesso de chuva ou precipitação efetivamente escoada (mm)

tc = tempo de pico (horas)

A precipitação efetiva é obtida com base na fórmula proposta pelo “US Soil Conservation Service” que com suas unidades ajustadas ao sistema métrico, apresenta a seguinte forma:

$$P_e = \frac{(P - 5080/CN + 50,80)^2}{P + (20320/CN - 203,2)}$$

Onde:

Pe = excesso de chuva ou precipitação efetivamente escoada (mm)

P = precipitação para uma duração D (mm)

D = duração da precipitação (h);

Neste método a duração (D) será determinada através da fórmula:

$$D = 2\sqrt{t_c}$$

Onde:

tc = tempo de concentração (horas);

CN = “curve number” (número de deflúvio representativo para o complexo hidrológico solo-vegetação);

O tempo de pico é obtido do valor do tempo de concentração, através da expressão:

$$t_p = \sqrt{t_c} + 0,6t_c$$

Onde:

t_c = tempo de concentração (horas)

E para as bacias hidrográficas de maior porte, em geral afluentes, com áreas superiores a 20 km², as descargas de projeto serão determinadas através do Método do Hidrograma Unitário Triangular. No entanto os procedimentos do uso da metodologia do HUT deverão variar em função do tempo de concentração da bacia, conforme a seguir:

1 - Quando o tempo de concentração da bacia for inferior a 24 horas a descarga de PROJETO será calculada com a composição de hidrogramas resultante da adoção de quatro hidrogramas parciais com duração (Δt):

$$\Delta t = \frac{T_c}{4} ; T_c \text{ em horas}$$

2 - Quando o tempo de concentração da bacia for superior a 24 horas, serão definidos hidrogramas parciais com duração unitária de 6 horas, considerando-se na definição da descarga o número inteiro de hidrogramas;

$$\Delta t = \frac{T_c}{6} ; T_c \text{ em horas}$$

Na utilização do método deverão ser adotadas as seguintes expressões:

1) Cálculo de Tempo de Pico (T_p), tempo de ascensão do hidrograma, (h):

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6T_c$$

Sendo:

Δt = duração de chuva unitária, em horas.

T_c = tempo de concentração, em horas

O tempo de concentração é obtido utilizando-se a Fórmula de Kirpich.

2) Cálculo de Tempo de Retorno (T_r):

$$T_r = 1,67 T_p, \text{ em horas}$$

3) Cálculo de Tempo de Base (Tb):

$$T_b = 2,67 T_p, \text{ em horas}$$

4.4.3.5 Construção do Hidrograma Unitário Triangular

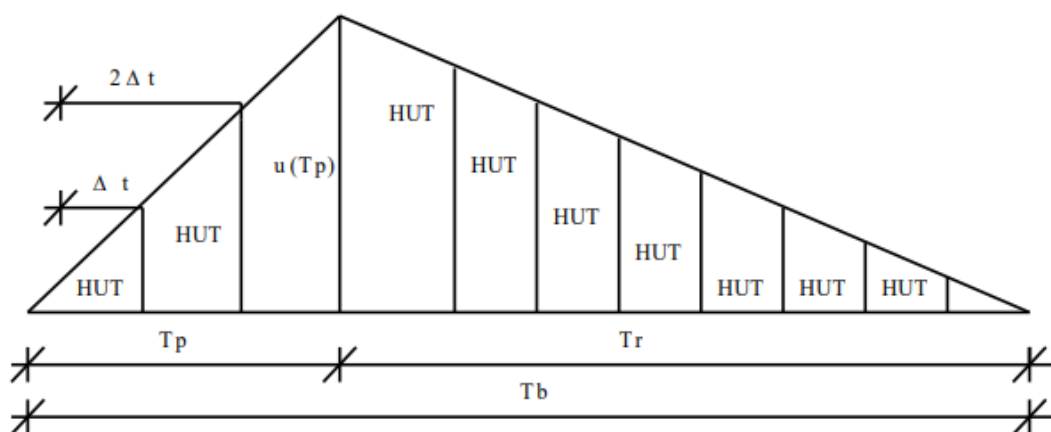


Figura 2: Modelo Hidrograma Unitário Triangular.

Para o cálculo da descarga de pontos do HUT, utiliza-se a fórmula:

$$\mu(T_p) = \frac{2,08 A}{T_p}$$

Onde:

$\mu(T_p)$ = descarga de pico unitária, referente a uma chuva efetiva P_{ei} igual a 1 cm de altura, ocorrida no tempo unitário Δt , $m^3/s/cm$;

A = área da bacia, em km^2 ;

T_p = tempo do pico, em horas;

Para o cálculo do excesso de precipitação, utilizam-se as seguintes expressões:

$$P_m = P_i (1,0 - 0,10 \log A/25),$$

Onde:

P_m = precipitação média (mm)

C_r (coeficiente de redução) = $(1,0 - 0,10 \log A/25)$, segundo Jaime Taborga

A = área da bacia em km^2

P_i = precipitação em mm, $P_i = f(T_R; T_c)$ obtida no gráfico de precipitações

$$P_{ei} = \frac{\left[P_m - \left(\frac{5080}{CN} \right) - 50,8 \right]^2}{P_m + \frac{20320}{CN} - 203,2}$$

Sendo:

P_{ei} = chuva efetiva, em mm

CN = complexo solo – vegetação ou número de deflúvio

P_m = precipitação média, em mm

Para cálculo das chuvas efetivas Δq_i parciais os tempos (T_i), faz-se por simples diferença:

$$\Delta q_i = P_{ei} - P_{(ei-i)}$$

Para obtenção do HUT, usam-se as seguintes fórmulas:

$$HUT = \frac{\mu(T_p) \times T_i}{T_p} ; T_i \leq T_p$$

$$HUT = \frac{\mu(T_p) \times (T_b - T_i)}{T_r} ; T_i \geq T_p$$

$$\mu(Tp) = 2,08 \times A / Tp$$

Após obtenção das chuvas parciais q_i e do HUT, procede-se à construção da tabela típica para cálculo dos valores de Q_i , pela expressão:

$$Q_i = q_i \times \mu_1 + q_{i-1} \times \mu_2 + q_{i-2} \times \mu_3 + \dots + q_i \times \mu_i$$

Fica determinado que a equipe técnica da GOINFRA, encarregada da análise dos Projetos Rodoviários da Agência, pode a qualquer momento e com a devida justificativa, solicitar e/ou exigir do projetista, além dos itens descritos nesta IP, a apresentação de qualquer outro levantamento ou estudo, dos quais julgarem necessários para a correta apreciação da diretriz de projeto em análise.

4.5 Determinação do corpo da OAC

Deverá ser apresentada:

- Memória de cálculo de vazão crítica;
- Desenhos necessários para implantação da OAC: planta, perfis Longitudinais, e seções transversais com o desenho do bueiro;
- O desenho em planta, com amarração e esconsidade em relação ao eixo da pista. Contendo ainda taludes e curvas de nível, com a indicação da implantação da OAC;
- Quantitativos;

A fiscalização poderá solicitar a qualquer momento mais documentos que forem pertinentes para análise e aprovação do sistema de OAC adotado;

4.5.1 Elementos do Projeto

4.5.1.1 Seção transversal

O cálculo da seção transversal ou seção de vazão do bueiro vai depender de dois elementos básicos: a descarga da bacia a ser drenada e a declividade adotada.

A descarga é definida pelos estudos hidrológicos e a declividade, de escolha do projetista, deverá atender a esta descarga com a obra operando em condições de segurança.

4.5.1.2 Determinação do comprimento do bueiro

Sobre a seção gabaritada traça-se o perfil ao longo do eixo do bueiro, definindo seu comprimento, folgas e posicionamento das alas, bem como a altura do aterro sobre o bueiro e valas e descidas d'água por venturas necessárias.

4.5.1.3 Fundações

Os bueiros podem ser, sob o ponto de vista construtivo, obras de arte correntes ou apresentarem características que as coloquem entre as obras de arte especiais, face ao seu tamanho e/ou condições adversas dos terrenos de fundação. Estão neste caso, muitas vezes, as obras celulares, pontilhões e as galerias.

Os bueiros circulares de concreto podem, quanto às fundações, ter soluções mais simples, com assentamento direto no terreno natural ou em valas de altura média do seu diâmetro. Entretanto é muito mais seguro a adoção de uma base de concreto magro, para melhor adaptação ao terreno natural e distribuição dos esforços no solo.

Para os bueiros metálicos, independente da forma ou tamanho, as fundações serão simples, necessitando, quase sempre, apenas de uma regularização do terreno de assentamento. Em função da altura dos aterros podem, porém, exigir cuidados especiais no que se refere à fundação, adotando-se inclusive o estaqueamento.

4.5.1.4 Recobrimento

O recobrimento dos tubos, quer de concreto quer metálicos, deve atender às resistências mínimas especificadas pela ABNT e as necessidades do projeto. Como os tubos têm que considerar as resistências estabelecidas pela ABNT, impõem-se os controles estabelecidos nas normas próprias.

Os recobrimentos máximo e mínimo permitidos para os bueiros devem constar de seus respectivos projetos.

4.5.1.5 Dimensionamento Hidráulico

Para o dimensionamento hidráulico dos bueiros admite-se que eles possam funcionar como canais, vertedouros ou como orifícios.

4.5.1.6 Bueiros trabalhando como canais

Os bueiros mais comuns funcionam como canais, operando predominantemente em regime subcrítico, o que significa que a velocidade da água é menor que a onda de cheia, facilitando o

escoamento controlado. Geralmente, esses bueiros são construídos em concreto armado, devido à sua durabilidade e resistência.

Existem dois principais tipos: os bueiros tubulares, que são estruturas cilíndricas, ideais para áreas de menor vazão; e os bueiros celulares, que possuem múltiplas seções retangulares ou quadradas, sendo mais adequados para grandes volumes de água, como em vias urbanas ou rodovias.

Com a vazão de projeto calculada do Estudo Hidrológico, escolhe-se o tipo de seção:

Tabela 6: Bueiros Tubulares de concreto.

TIPO	DIÂMETRO (m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTC	0,60	0,22	0,43	1,98	0,88
BSTC	0,80	0,39	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,74
BSTC	1,20	0,87	2,42	2,80	0,70
BSTC	1,50	1,35	4,22	3,14	0,65
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0,74
BDTC	1,20	1,73	4,84	2,80	0,70
BDTC	1,50	2,71	8,45	3,14	0,65
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0,74
BTTC	1,20	2,60	7,26	2,80	0,70
BTTC	1,50	4,06	12,67	3,14	0,65

Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 7: Bueiros Celulares de concreto.

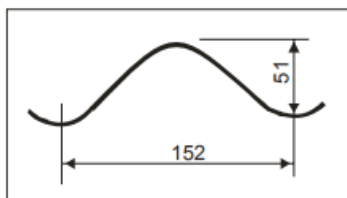
TIPO	BASE X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSCC	1,0 x 1,0	0,67	1,71	2,56	0,78
BSCC	1,5 x 1,5	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC	2,0 x 1,5	2,00	6,26	3,14	0,56
BSCC	2,0 x 2,0	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC	2,0 x 2,5	3,33	13,48	4,05	0,69
BSCC	2,0 x 3,0	4,00	17,72	4,43	0,76
BSCC	2,5 x 2,5	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC	3,0 x 1,5	3,00	9,40	3,14	0,44
BSCC	3,0 x 2,0	4,00	14,47	3,62	0,47
BSCC	3,0 x 2,5	5,00	20,22	4,05	0,51
BSCC	3,0 x 3,0	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC	2,0 x 1,5	4,00	12,53	3,14	0,56
BDCC	2,0 x 2,0	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC	2,0 x 2,5	6,67	26,96	4,05	0,69
BDCC	2,0 x 3,0	8,00	35,44	4,43	0,76
BDCC	2,5 x 2,5	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC	3,0 x 1,5	6,00	17,79	3,14	0,44
BDCC	3,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,47
BDCC	3,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,51
BDCC	3,0 x 3,0	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC	2,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,62
BTCC	2,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,69
BTCC	2,5 x 2,5	12,50	50,55	4,05	0,58
BTCC	3,0 x 2,0	12,00	43,40	3,63	0,47
BTCC	3,0 x 2,5	15,00	60,66	4,05	0,51
BTCC	3,0 x 3,0	18,00	79,73	4,43	0,54

Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Para vazões maiores que as indicadas nas tabelas acima a intervenção deve ser classificada como uma Obra de Arte Especial (OAE). Nesse contexto, é fundamental seguir as diretrizes e especificações estabelecidas no documento IP-14 GOINFRA – Projeto de Obras de Arte Especiais, assegurando a conformidade técnica e a segurança estrutural. Alternativamente, podem ser consideradas soluções menos convencionais, como o uso de bueiros metálicos, conforme indicam as tabelas a seguir.

Tabela 8: Para Bueiros Metálicos Simples.

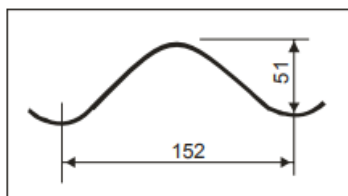
TIPO	BASE X DIÂMETRO (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	1,50	1,35	4,22	3,14	1,65
	1,80	1,95	6,66	3,43	1,55
	1,90	2,17	7,63	3,53	1,53
	2,15	2,78	10,39	3,75	1,46
	2,30	3,18	12,30	3,88	1,43
	2,65	4,23	17,52	4,17	1,37
	2,75	4,55	19,23	4,25	1,35
	3,05	5,60	24,91	4,47	1,30
	3,20	6,16	28,08	4,58	1,28
	3,40	6,96	32,68	4,72	1,26
	3,65	8,02	39,02	4,89	1,23
	3,75	8,46	41,75	4,96	1,22
	3,80	8,69	43,15	4,99	1,21
	4,10	10,12	52,18	5,18	1,18
	4,20	10,62	55,42	5,25	1,17
	4,30	11,13	58,78	5,31	1,16
	4,60	12,73	69,57	5,49	1,14
	4,80	13,86	77,38	5,61	1,12
	4,95	14,75	83,57	5,70	1,11
	5,00	15,04	85,70	5,72	1,11
	5,35	17,22	101,49	5,92	1,08
	5,50	18,20	108,75	6,00	1,07
	5,70	19,55	118,91	6,11	1,06
	5,85	20,59	126,89	6,19	1,05
	5,95	21,30	132,38	6,24	1,04
	6,10	22,39	140,89	6,32	1,03
	6,40	24,65	158,85	6,48	1,02
	6,50	25,43	165,13	6,53	1,01
	6,85	28,24	188,26	6,70	1,00
	6,95	29,07	195,21	6,75	0,99
	7,25	31,63	216,96	6,89	0,98
	7,30	32,07	220,72	6,92	0,97
	7,45	33,40	232,24	6,99	0,97
	7,60	34,76	244,10	7,06	0,96
	7,80	36,61	260,48	7,15	0,95



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 9: Para Bueiros Metálicos Duplos.

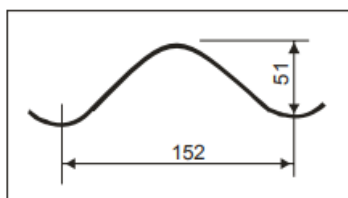
TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BDM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	1,50	2,71	8,45	3,14	1,65
	1,80	3,90	13,33	3,43	1,55
	1,90	4,34	15,26	3,53	1,53
	2,15	5,56	20,78	3,75	1,46
	2,30	6,37	24,60	3,88	1,43
	2,65	8,45	35,05	4,17	1,37
	2,75	9,10	38,45	4,25	1,35
	3,05	11,20	49,81	4,47	1,30
	3,20	12,32	56,16	4,58	1,28
	3,40	13,91	65,35	4,72	1,26
	3,65	16,05	78,04	4,89	1,23
	3,75	16,93	83,49	4,96	1,22
	3,80	17,38	86,30	4,99	1,21
	4,10	20,23	104,36	5,18	1,18
	4,20	21,23	110,84	5,25	1,17
	4,30	22,25	117,56	5,31	1,16
	4,60	25,47	139,14	5,49	1,14
	4,80	27,73	154,77	5,61	1,12
	4,95	29,49	167,14	5,70	1,11
	5,00	30,09	171,39	5,72	1,11
	5,35	34,45	202,98	5,92	1,08
	5,50	36,41	217,51	6,00	1,07
	5,70	39,10	237,83	6,11	1,06
	5,85	41,19	253,78	6,19	1,05
	5,95	42,61	264,77	6,24	1,04
	6,10	44,78	281,77	6,32	1,03
	6,40	49,30	317,70	6,48	1,02
	6,50	50,85	330,26	6,53	1,01
	6,85	56,47	376,53	6,70	1,00
	6,95	58,13	390,42	6,75	0,99
	7,25	63,26	433,93	6,89	0,98
	7,30	64,14	441,45	6,92	0,97
	7,45	66,80	464,48	6,99	0,97
	7,60	69,52	488,21	7,06	0,96
	7,80	73,32	520,97	7,15	0,95



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 10: Para Bueiros Metálicos Triplo.

TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BTM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	1,50	4,06	12,67	3,14	1,65
	1,80	5,85	19,99	3,43	1,55
	1,90	6,52	22,88	3,53	1,53
	2,15	8,35	31,17	3,75	1,46
	2,30	9,55	24,60	3,88	1,43
	2,65	12,68	52,57	4,17	1,37
	2,75	13,65	57,68	4,25	1,35
	3,05	16,79	74,72	4,47	1,30
	3,20	18,49	84,24	4,58	1,28
	3,40	20,87	98,03	4,72	1,26
	3,65	24,05	117,06	4,89	1,23
	3,75	25,39	125,24	4,96	1,22
	3,80	26,07	129,46	4,99	1,21
	4,10	30,35	156,54	5,18	1,18
	4,20	31,85	166,26	5,25	1,17
	4,30	33,38	176,33	5,31	1,16
	4,60	38,20	208,72	5,49	1,14
	4,80	41,59	232,15	5,61	1,12
	4,95	44,24	250,71	5,70	1,11
	5,00	45,13	257,09	5,72	1,11
	5,35	51,67	304,47	5,92	1,08
	5,50	54,61	326,26	6,00	1,07
	5,70	58,66	356,74	6,11	1,06
	5,85	61,78	380,67	6,19	1,05
	5,95	63,91	397,15	6,24	1,04
	6,10	67,18	422,66	6,32	1,03
	6,40	73,95	476,66	6,48	1,02
	6,50	76,28	495,39	6,53	1,01
	6,85	84,71	564,79	6,70	1,00
	6,95	87,20	585,63	6,75	0,99
	7,25	94,89	650,89	6,89	0,98
	7,30	96,21	662,17	6,92	0,97
	7,15	100,20	628,68	6,99	0,97
	7,60	104,28	732,31	7,06	0,96
	7,80	109,84	781,45	7,15	0,95



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 11: Para Bueiros Metálicos Simples não destrutivo.

TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTM BUEIRO PARA PROCESSO NÃO DESTRUTIVO	1,20	0,87	2,42	2,80	1,78
	1,40	1,18	3,56	3,03	1,69
	1,60	1,54	4,96	3,24	1,62
	1,80	1,95	6,66	3,43	1,55
	2,00	2,41	8,67	3,62	1,50
	2,20	2,91	11,01	3,80	1,45
	2,40	3,47	13,68	3,97	1,41
	2,60	4,07	16,71	4,13	1,37
	2,80	4,72	20,11	4,28	1,34
	3,00	5,42	23,90	4,43	1,31
	3,20	6,16	28,08	4,58	1,28
	3,40	6,96	32,68	4,72	1,26
	3,60	7,80	37,70	4,86	1,23
	3,80	8,69	43,15	4,99	1,21
	4,00	9,63	49,06	5,12	1,19
	4,20	10,62	55,42	5,25	1,17
	4,40	11,65	62,25	5,37	1,15
	4,60	12,73	69,57	5,49	1,14
	4,80	13,86	77,38	5,61	1,12
	5,00	15,04	85,70	5,72	1,11

Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 12: Para Bueiros Metálicos Duplo não destrutivo.

TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BDTM BUEIRO PARA PROCESSO NÃO DESTRUTIVO	1,20	1,73	4,84	2,80	1,78
	1,40	2,63	7,11	3,03	1,69
	1,60	3,08	9,93	3,24	1,62
	1,80	3,90	13,33	3,43	1,55
	2,00	4,81	17,34	3,62	1,50
	2,20	5,83	22,01	3,80	1,45
	2,40	6,93	27,36	3,97	1,41
	2,60	8,14	33,42	4,13	1,37
	2,80	9,44	40,22	4,28	1,34
	3,00	10,83	47,79	4,43	1,31
	3,20	12,32	56,16	4,58	1,28
	3,40	13,91	65,35	4,72	1,26
	3,60	15,60	75,39	4,86	1,23
	3,80	17,38	86,30	4,99	1,21
	4,00	19,26	98,11	5,12	1,19
	4,20	21,23	110,84	5,25	1,17
	4,40	23,30	124,51	5,37	1,15
	4,60	25,47	139,14	5,49	1,14
	4,80	27,73	154,77	5,61	1,12
	5,00	30,09	171,39	5,72	1,11

Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

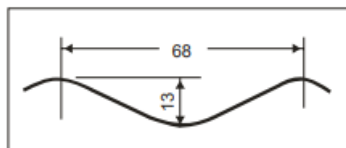
Tabela 13: Para Bueiros Metálicos Triplo não destrutivo.

TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BTTM BUEIRO PARA PROCESSO NÃO DESTRUTIVO	1,20	2,60	7,25	2,80	1,78
	1,40	3,54	10,67	3,03	1,69
	1,60	4,62	14,89	3,24	1,62
	1,80	5,85	19,89	3,43	1,55
	2,00	7,22	26,02	3,62	1,50
	2,20	8,74	33,02	3,80	1,45
	2,40	10,40	41,04	3,97	1,41
	2,60	12,20	50,13	4,13	1,37
	2,80	14,15	60,33	4,28	1,34
	3,00	16,25	71,69	4,43	1,31
	3,20	18,49	84,24	4,58	1,28
	3,40	20,87	98,03	4,72	1,26
	3,60	23,40	113,09	4,86	1,23
	3,80	26,07	129,46	4,99	1,21
	4,00	28,89	147,17	5,12	1,19
	4,20	31,85	166,26	5,25	1,17
	4,40	34,95	186,76	5,37	1,15
	4,60	38,20	208,72	5,49	1,14
	4,80	41,59	232,15	5,61	1,12
	5,00	45,13	257,09	5,72	1,11

Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 14: Para Bueiros Metálicos Simples e Duplo corrugação 68x13 mm.

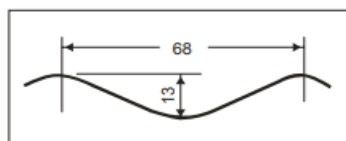
TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA
BSTM CORRUGAÇÃO 68 x 13 mm	0,60	0,22	0,43	1,98	1,40
	0,80	0,39	0,88	2,29	1,28
	1,00	0,60	1,53	2,56	1,18
	1,10	0,73	1,95	2,68	1,15
	1,20	0,87	2,42	2,80	1,11
	1,30	1,02	2,95	2,92	1,09
	1,40	1,18	3,56	3,03	1,06
	1,50	1,35	4,22	3,14	1,04
	1,60	1,54	4,96	3,24	1,01
	1,70	1,74	5,78	3,34	0,99
	1,80	1,95	6,66	3,43	0,97
	1,90	2,17	7,63	3,53	0,96
BDTM CORRUGAÇÃO 68 x 13 mm	2,00	2,41	8,67	3,62	0,94
	1,00	1,20	3,07	2,56	1,18
	1,10	1,46	3,89	2,68	1,15
	1,20	1,73	4,84	2,80	1,11
	1,30	2,03	5,91	2,92	1,09
	1,40	2,36	7,11	3,03	1,06
	1,50	2,71	8,45	3,14	1,04
	1,60	3,08	9,93	3,24	1,01
	1,70	3,48	11,55	3,34	0,99
	1,80	3,90	13,33	3,43	0,97
	1,90	4,34	15,26	3,53	0,96
	2,00	4,81	17,34	3,62	0,94



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 15: Para Bueiros Metálicos Triplo corrugação 68x13 mm.

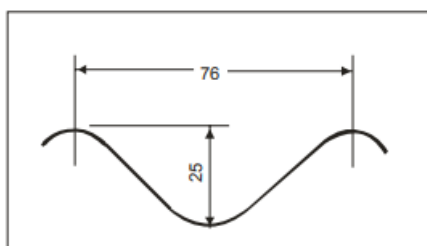
TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BTM CURRUGAÇÃO 68 x 13 mm	1,00	1,81	4,60	2,56	1,18
	1,10	2,18	5,84	2,68	1,15
	1,20	2,60	7,25	2,80	1,11
	1,30	3,05	8,86	2,92	1,09
	1,40	3,54	10,67	3,03	1,06
	1,50	4,06	12,67	3,14	1,04
	1,60	4,62	14,89	3,24	1,01
	1,70	5,22	17,33	3,34	0,99
	1,80	5,85	19,99	3,43	0,97
	1,90	6,52	22,88	3,53	0,96
	2,00	7,22	26,02	3,62	0,94



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 16: Para Bueiros Metálicos Simples, Duplo e Triplo corrugação 76x25 mm.

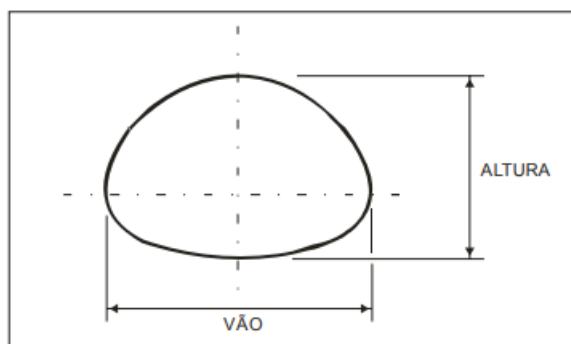
TIPO	BASE X DIÂMETRO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTM CORRUGAÇÃO 76 x 25mm	1,30	1,02	2,95	2,92	1,33
	1,40	1,18	3,56	3,03	1,29
	1,50	1,35	4,22	3,14	1,26
	1,60	1,54	4,96	3,24	1,24
	1,80	1,95	6,66	3,43	1,19
	2,00	2,41	8,67	3,62	1,15
	2,30	3,18	12,30	3,88	1,10
	2,50	3,76	15, 15	4,05	1,07
	2,70	4,39	18,36	4,21	1,04
	3,00	5,42	23,90	4,43	1,00
BDTM CORRUGAÇÃO 76 x 25mm	1,30	2,03	5,91	2,92	1,33
	1,40	2,36	7,11	3,03	1,29
	1,50	2,71	8,45	3,14	1,26
	1,60	3,08	9,93	3,24	1,24
	1,80	3,90	13,33	3,43	1,19
	2,00	4,81	17,34	3,62	1,15
	2,30	6,37	24,60	3,88	1,10
	2,50	7,52	30,60	4,05	1,07
	2,70	8,77	36,73	4,21	1,04
	3,00	10,83	47,79	4,43	1,00
BTM CORRUGAÇÃO 76 x 25mm	1,30	3,05	8,86	2,92	1,33
	1,40	3,54	10,67	3,03	1,29
	1,50	4,06	12,67	3,14	1,26
	1,60	4,62	14,89	3,24	1,24
	1,80	5,85	19,99	3,43	1,19
	2,00	7,22	26,02	3,62	1,15
	2,30	9,55	36,90	3,88	1,10
	2,50	11,28	45,45	4,05	1,07
	2,70	13,16	55,09	4,21	1,04
	3,00	16,25	71,69	4,43	1,00



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 17: Para Bueiros Metálicos Lenticulares Simples.

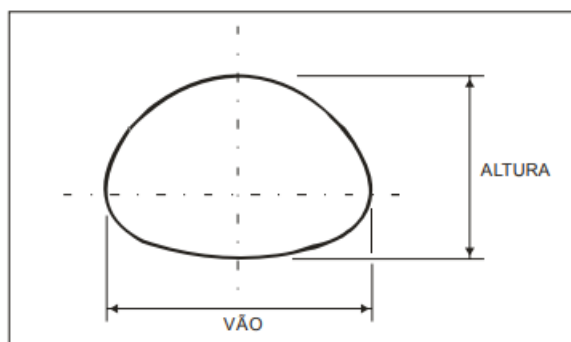
TIPO	VÃO x ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSLM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	1,85x1,40	1,56	4,72	3,03	1,51
	2,20x1,70	2,19	7,30	3,34	1,45
	2,85x1,85	3,03	10,55	3,48	1,30
	3,25x2,25	4,10	15,72	3,84	1,29
	3,75x2,30	5,02	19,46	3,88	1,16
	4,05x2,85	6,93	29,93	4,32	1,12
	4,20x2,90	7,21	31,42	4,36	1,11
	4,40x3,05	8,13	36,33	4,47	1,08
	4,55x3,10	8,41	37,89	4,51	1,08
	4,70x3,15	8,77	39,82	4,54	1,07
	5,00x3,35	10,11	47,32	4,69	1,04
	5,20x3,40	10,47	49,36	4,72	1,01
	5,30x3,50	11,17	53,46	4,79	1,02
	5,72x3,70	12,65	62,26	4,92	0,99
	5,95x3,80	13,43	66,96	4,99	0,98
	6,00x3,86	13,85	69,63	5,03	0,98
	6,22x3,95	14,71	74,76	5,09	0,96
	6,27x4,00	15,12	77,37	5,12	0,96



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 18: Para Bueiros Metálicos Lenticulares Duplo.

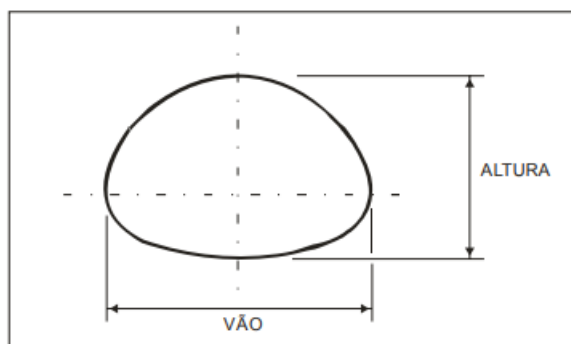
TIPO	VÃO X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BDLM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	1,85x1,40	3,12	9,43	3,03	1,51
	2,20x1,70	4,38	14,60	3,34	1,45
	2,85x1,85	6,06	21,10	3,48	1,30
	3,25x2,25	8,19	31,43	3,84	1,29
	3,75x2,30	10,03	38,92	3,88	1,16
	4,05x2,85	13,86	59,86	4,32	1,12
	4,10x2,90	14,42	62,83	4,36	1,11
	4,40x3,05	16,26	72,65	4,47	1,08
	4,55x3,10	16,83	75,78	4,51	1,08
	4,70x3,15	17,54	79,63	4,54	1,07
	5,00x3,35	20,22	94,65	4,69	1,04
	5,20x3,40	20,93	98,72	4,72	1,01
	5,30x3,50	22,34	106,92	4,79	1,02
	5,72x3,70	25,31	124,52	4,92	0,99
	5,95x3,80	26,86	133,92	4,99	0,98
	6,00x3,86	27,71	139,25	5,03	0,98
	6,22x3,95	29,41	149,52	5,09	0,96
	6,27x4,00	30,25	154,74	5,12	0,96



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 19: Para Bueiros Metálicos Lenticulares Triplo.

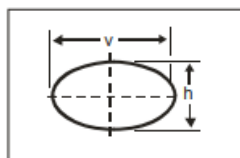
TIPO	VÃO X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BTLM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	1,85x1,40	4,67	14,15	3,03	1,51
	2,20x1,70	6,57	21,90	3,34	1,45
	2,85x1,85	9,10	31,65	3,48	1,30
	3,25x2,25	12,29	47,15	3,84	1,29
	3,75x2,30	15,05	58,37	3,88	1,16
	4,05x2,85	20,79	89,79	4,32	1,12
	4,10x2,90	21,64	94,25	4,36	1,11
	4,40x3,05	24,40	108,98	4,47	1,08
	4,55x3,10	25,24	113,67	4,51	1,08
	4,70x3,15	26,31	119,45	4,54	1,07
	5,00x3,35	30,32	141,97	4,69	1,04
	5,20x3,40	31,40	148,08	4,72	1,01
	5,30x3,50	33,52	160,39	4,79	1,02
	5,72x3,70	37,96	186,78	4,92	0,99
	5,95x3,80	40,29	200,88	4,99	0,98
	6,00x3,86	41,56	208,88	5,03	0,98
	6,22x3,95	44,12	224,28	5,09	0,96
	6,27x4,00	45,37	232,11	5,12	0,96



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 20: Para Bueiros Metálicos Elípticos Simples.

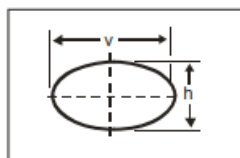
TIPO	VÃO X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSEM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	5,89x3,89	14,78	74,50	5,04	0,86
	6,12x3,96	15,60	79,41	5,09	0,85
	6,15x3,63	14,17	69,03	4,87	0,85
	6,35x3,71	14,99	73,88	4,93	0,84
	6,40x4,62	19,15	105,36	5,50	0,84
	6,68x4,24	17,03	89,77	5,27	0,83
	6,86x4,78	21,22	118,62	5,59	0,82
	7,01x4,29	19,23	101,92	5,30	0,81
	7,09x4,85	22,20	125,00	5,63	0,81
	7,42x5,16	24,60	143,03	5,81	0,80
	7,47x4,47	21,20	114,71	5,41	0,79
	7,67x4,55	22,17	121,07	5,46	0,79
	7,75x5,11	25,46	147,16	5,78	0,78
	7,95x5,54	28,41	171,01	6,02	0,78
	8,00x4,83	24,69	138,81	5,62	0,77
	8,23x4,93	25,75	146,26	5,68	0,77
	8,28x5,82	31,13	192,13	6,17	0,77
	8,51x5,92	32,36	201,29	6,22	0,77
	8,56x5,21	28,40	165,83	5,84	0,76
	8,79x5,31	29,57	174,15	5,89	0,75
	8,97x6,07	34,93	220,06	6,30	0,75
	9,17x6,15	36,23	229,68	6,34	0,75
	9,22x5,46	31,95	191,07	5,98	0,74
	9,50x6,45	39,29	255,40	6,50	0,74
	9,55x5,77	34,94	214,56	6,14	0,73
	9,78x5,84	36,22	223,82	6,18	0,72
	9,83x6,76	42,57	283,11	6,65	0,72
	10,06x6,84	44,01	294,43	6,69	0,72
	10,11x6,12	39,30	248,78	6,33	0,72
	10,39x7,11	47,43	323,44	6,82	0,71
	10,54x6,50	42,04	269,90	6,42	0,71
	10,64x6,50	44,02	287,02	6,52	0,70
	10,69x7,42	50,97	355,25	6,97	0,71
	10,90x7,85	55,05	394,68	7,17	0,71
	10,97x6,81	47,46	317,03	6,68	0,70
	11,25x7,80	56,32	402,10	7,14	0,70
	11,33x6,76	48,41	321,94	6,65	0,69
	11,58x8,10	60,15	437,90	7,28	0,69
	11,79x8,51	64,56	481,64	7,46	0,69
	12,19x9,02	70,93	544,73	7,68	0,68



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 21: Para Bueiros Metálicos Elípticos Duplos.

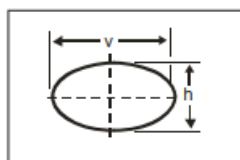
TIPO	VÃO X ALTURA (m/m)	AREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BDEM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	5,89x3,89	29,56	149,00	5,04	0,86
	6,12x3,96	31,20	158,82	5,09	0,85
	6,15x3,63	28,34	138,06	4,87	0,85
	6,35x3,71	29,98	147,76	4,93	0,84
	6,40x4,62	38,30	210,72	5,50	0,84
	6,68x4,24	34,06	179,54	5,27	0,83
	6,86x4,78	42,44	237,24	5,59	0,82
	7,01x4,29	38,46	203,84	5,30	0,81
	7,09x4,85	44,40	250,00	5,63	0,81
	7,42x5,16	49,20	286,06	5,81	0,80
	7,47x4,47	42,40	229,42	5,41	0,79
	7,67x4,55	44,34	242,14	5,46	0,79
	7,75x5,11	50,92	294,32	5,78	0,78
	7,95x5,54	56,82	342,02	6,02	0,78
	8,00x4,83	49,38	277,62	5,62	0,77
	8,23x4,93	51,50	292,52	5,68	0,77
	8,28x5,82	62,26	384,26	6,17	0,77
	8,51x5,92	64,72	402,58	6,22	0,77
	8,56x5,21	56,80	331,66	5,84	0,76
	8,79x5,31	59,14	348,30	5,89	0,75
	8,97x6,07	69,86	440,12	6,30	0,75
	9,17x6,15	72,46	459,36	6,34	0,75
	9,22x5,46	63,90	382,04	5,98	0,74
	9,50x6,45	78,58	510,80	6,50	0,74
	9,55x5,77	69,88	429,12	6,14	0,73
	9,78x5,84	72,44	447,64	6,18	0,72
	9,83x6,76	85,14	566,22	6,65	0,72
	10,06x6,84	88,02	588,86	6,69	0,72
	10,11x6,12	78,60	497,56	6,33	0,72
	10,39x7,11	94,86	646,88	6,82	0,71
	10,54x6,30	84,08	539,80	6,42	0,71
	10,64x6,50	88,04	574,04	6,52	0,70
	10,69x7,42	101,94	710,50	6,97	0,71
	10,90x7,85	110,10	789,36	7,17	0,71
	10,97x6,81	94,92	634,06	6,68	0,70
	11,25x7,80	112,64	804,20	7,14	0,70
	11,33x6,76	96,82	643,88	6,65	0,69
	11,58x8,10	120,30	875,80	7,28	0,69
	11,79x8,51	129,12	963,28	7,46	0,69
	12,19x9,02	141,86	1089,46	7,68	0,68



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

Tabela 22: Para Bueiros Metálicos Elípticos Triplo.

TIPO	VÃO X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BDEM CORRUGAÇÃO 152 x 51mm	5,89x3,89	44,34	223,50	5,04	0,86
	6,12x3,96	46,80	238,23	5,09	0,85
	6,15x3,63	42,51	207,09	4,87	0,85
	6,35x3,71	44,97	221,64	4,93	0,84
	6,40x4,62	57,45	316,08	5,50	0,84
	6,68x4,24	51,09	269,31	5,27	0,83
	6,86x4,78	63,66	355,86	5,59	0,82
	7,01x4,25	57,69	305,76	5,30	0,81
	7,09x4,85	66,60	375,00	5,63	0,81
	7,42x5,16	73,80	429,09	5,81	0,80
	7,47x4,47	63,60	344,13	5,41	0,79
	7,67x4,55	66,51	363,21	5,46	0,79
	7,75x5,11	76,38	441,48	5,78	0,78
	7,95x5,54	85,23	513,03	6,02	0,78
	8,00x4,83	74,07	416,43	5,62	0,77
	8,23x4,93	77,25	438,78	5,68	0,77
	8,28x5,82	93,39	576,39	6,17	0,77
	8,51x5,92	97,08	603,87	6,22	0,77
	8,56x5,21	85,20	497,49	5,84	0,76
	8,79x5,31	88,71	522,45	5,89	0,75
	8,97x6,07	104,79	660,18	6,30	0,75
	9,17x6,15	108,69	689,04	6,34	0,75
	9,22x5,46	95,85	573,21	5,98	0,74
	9,50x6,45	117,87	766,20	6,50	0,74
	9,55x5,77	104,82	643,68	6,14	0,73
	9,78x5,84	108,66	671,46	6,18	0,72
	9,83x6,76	127,71	849,33	6,65	0,72
	10,06x6,84	132,03	833,29	6,69	0,72
	10,11x6,12	117,90	746,34	6,33	0,72
	10,39x7,11	142,29	970,32	6,82	0,71
	10,54x6,30	126,12	809,70	6,42	0,71
	10,64x6,50	132,06	861,06	6,52	0,70
	10,69x7,42	152,91	1065,75	6,97	0,71
	10,90x7,85	165,15	1184,04	7,17	0,71
	10,97x6,81	142,38	951,09	6,68	0,70
	11,25x7,80	158,96	1206,30	7,14	0,70
	11,33x6,76	145,23	965,82	6,65	0,69
	11,58x8,10	180,45	1313,70	7,28	0,69
	11,79x8,51	193,68	1444,92	7,46	0,69
	12,19x9,02	212,79	1634,19	7,68	0,68



Fonte: IPR 724 - Manual de Drenagem de Rodovias

4.5.1.7 Bueiros trabalhando como Vertedouros ou como Orifícios

Para o dimensionamento dos bueiros como vertedores, considera-se a obra como orifício, em que a altura d'água sobre a borda superior é nula.

Neste caso faz-se necessário seguir as orientações do MANUAL DNIT – IPR-724 - Manual de drenagem de rodovias.

Outras Verificações:

a) Verificação de Velocidade:

Verifique se a velocidade do escoamento na seção dimensionada está dentro dos limites aceitáveis. Velocidades muito altas podem causar erosão, enquanto velocidades muito baixas podem levar ao assoreamento.

Avaliação da Capacidade de Auto-Limpeza:

Garanta que o sistema tenha capacidade de auto-limpeza, ou seja, que a velocidade mínima seja suficiente para transportar sólidos em suspensão e evitar o acúmulo de sedimentos.

b) Verificação Normativa e Validação:

Verifique se o dimensionamento atende às normas técnicas aplicáveis, como a ABNT NBR 8681, que trata de segurança em estruturas. Valide o projeto com simulações ou cálculos adicionais, se necessário.

4.5.2 Determinação da Boca ou Ala da OAC

Uma BOCA de bueiro ou ALA de Bueiro é a estrutura visível que serve como entrada ou saída de um bueiro tubulares ou celular. Sua principal função é permitir o escoamento controlado de água da superfície, como de ruas, estradas ou áreas urbanas, para o interior do sistema de drenagem subterrâneo.

As bocas de bueiro são projetadas para capturar a água de maneira eficiente, evitando inundações ou acúmulo de água nas vias, e direcioná-la para bueiros, canais ou sistemas de escoamento subterrâneos. Elas podem ter diferentes formatos e tamanhos, dependendo da capacidade de vazão requerida e das características do local onde estão instaladas, como a inclinação do terreno e o volume de água esperado.

Os tipos de ala de bueiro podem ser classificados, de forma simplificada, como normais e esconsos, de acordo com a inclinação e o alinhamento em relação ao eixo do bueiro e da pista. Esses dois

tipos são comumente usados em obras de drenagem para controlar o fluxo de água e prevenir a erosão, com cada um tendo características específicas que influenciam sua aplicação.

As alas normais são aquelas dispostas perpendicularmente à boca do bueiro. Em outras palavras, elas formam um ângulo de 90 graus em relação ao eixo do bueiro. Em situações em que o fluxo de água entra ou sai diretamente da estrutura, sem necessidade de redirecionamento significativo do curso.

As alas esconsas são instaladas com uma inclinação em relação ao eixo do bueiro. Elas não são perpendiculares à boca, mas sim dispostas em um ângulo. Esse tipo de ala é indicado para situações em que é necessário redirecionar o fluxo de água, como em terrenos inclinados ou em locais onde a água precisa ser guiada lateralmente para reduzir a velocidade e prevenir erosão.

Para a definição do tipo de Ala ou Boca a ser usado, deve se levar em consideração:

- A Seção do corpo do Bueiro
- O Material do corpo do Bueiro
- O número de linhas
- Escondidade

Com esses dados em mãos, o tipo de Boca de Entrada e Saída deverá ser dimensionado conforme o MANUAL DNIT – IPR-736 - Álbum de Projetos - Tipos de Dispositivos de Drenagem - 5ª edição ou apresentado projeto estrutural em casos que não constam no álbum citado.

4.5.2.1 Engastamento das Alas ao corpo do bueiro

O projetista deve apresentar um detalhe do engastamento das alas no corpo do bueiro, essencial para garantir a estabilidade e a integridade estrutural do sistema de drenagem. Esse engastamento assegura que as alas permaneçam firmemente conectadas ao corpo do bueiro, mesmo diante das forças dinâmicas impostas pelo fluxo de água e possíveis movimentações do solo ao longo do tempo.

Um engastamento bem executado evita o deslocamento ou descolamento das alas, o que poderia comprometer a funcionalidade do bueiro e levar a problemas graves como obstruções ou falhas estruturais. Portanto, garantir um engastamento robusto é uma prática fundamental para a longevidade e o desempenho adequado do bueiro, assegurando que a estrutura funcione conforme projetada e mantenha sua eficácia ao longo do tempo.

4.5.3 Terraplenagem

O projeto de terraplenagem para implantação de OAC deverá ser elaborado conduzidos e apresentados conforme o que tange os itens a seguir:

Iniciar pesquisas para a determinação de possíveis locais de caixas de empréstimos. Para tanto, identificar com base em dados preexistentes as áreas empregadas para obtenção de material de empréstimo para outras obras na região e verificar, ainda, a conveniência da localização de cada uma em relação ao projeto em foco, sob o duplo aspecto de distância e interferência com o tráfego urbano.

Existindo solos moles, identificados e quantificados nos estudos geotécnicos, devem ser realizados estudos identificando soluções alternativas para construção de aterros sobre solos moles, e posterior apresentação das possibilidades à equipe de projeto da GOINFRA, para escolha da solução mais adequada para cada caso.

Na fase do Projeto Executivo de Terraplenagem deverão ser apresentados os estudos finais, devidamente detalhados, devendo conter no mínimo:

- a) Cálculo de cubação do movimento de terra, com a classificação dos materiais escavados, separando o volume dos materiais a serem empregados nas camadas do “Corpo do Aterro” e nas camadas da “Camada Final” (últimos 1,00 metro). Dentro do volume da “Camada Final”;
- b) Constituição dos aterros, indicando a origem dos materiais a serem empregados nas diversas camadas e grau da compactação a ser observado em cada camada, sendo 95% P.N para “Corpo de Aterro” e 100% P.N. para a “Camada Final de Aterro” (últimos 1,00 metro). Na quantificação dos volumes a serem compactados, a fim de não se ter duplicidade de quantitativos, deverá ser descontado o volume da última camada da “Camada Final do Aterro”, correspondente ao subleito, pois a compactação desta camada já está inclusa na composição do serviço “Regularização e compactação do Subleito”. No caso de aterros sobre solos moles deverá ser apresentado para a GOINFRA alternativas para aprovação;
- c) Cálculo das distâncias de transporte;
- d) Detalhes das seções transversais-tipo e soluções particulares de inclinação de taludes, alargamento de cortes, fundações de aterro;
- e) Emissão das notas de serviço de terraplenagem. As notas de serviços de terraplenagem e as planilhas do cálculo dos volumes devem ser apresentadas conforme estimativa de volumes quantificados;

f) Estudo das fundações de aterro nos locais onde existem solos compressíveis com baixa capacidade de suporte, com levantamentos de sondagem tipo SPT de forma a estimar o seu volume.

Para confecção do Projeto Executivo de Terraplenagem deverão ser observadas as seguintes condições gerais:

- As seções transversais de terraplenagem devem ter sua largura 1,00 metro (0,5 metros para cada lado), maior que a largura do off set da sub-base. Para casos especiais, onde não se tenha a possibilidade de aplicação da largura determinada, deverá o projetista justificar e comprovar tal impossibilidade junto ao setor de Projetos Rodoviários da GOINFRA, para que a mesma análise e se manifeste sobre o caso;
- Nos cortes com substituição de material por insuficiência de ISC, deverão ser devidamente considerados e quantificados um rebaixamento mínimo de 60 cm (03 camadas), abaixo do greide de projeto, a ser definido pelo projetista, porém com destinação do material oriundo do corte para bota fora. Para a consideração do rebaixamento citado, atentar-se para a necessidade de não computar a compactação da primeira camada, por esta ser o subleito e este ter sua compactação inclusa no serviço “Regularização e compactação do Subleito”;
- Para os aterros com altura inferior a 3,0 metros, prever e quantificar a compactação do fundo (terreno natural) onde será apoiada a primeira camada do aterro. A compactação do terreno onde será levantado o aterro consistirá na escarificação do terreno em 20 cm e sua posterior compactação na energia apropriada, conforme a altura do aterro. Os quantitativos deste serviço devem ser discriminados claramente a fim de se ter uma fácil mensuração dele;
- As soluções adotadas para as fundações de aterros sobre solos compressíveis com baixa capacidade de suporte deverá ser escolhidas dentre as seguintes opções, de acordo com critérios técnicos e econômicos:
 - Lançamento de aterro após a remoção do solo compressível;
 - Lançamento de aterro com adensamento normal;
 - Lançamento de aterro com adensamento acelerado;
 - Lançamento de aterro de ponta com adensamento normal, utilizando pedra rachão ou solo de melhor qualidade.
- O empolamento a ser considerado não deve ser arbitrado em função de históricos ou estimativas, e sim deve ser ensaiado para cada empréstimo individualmente, e tratado estatisticamente, considerando a relação entre as densidades in natura e compactada. O empolamento entre o material in natura e solto já é considerado na composição de custo. As perdas durante o transporte também são consideradas na composição de custo.

- Com vistas à proteção do meio ambiente, o Projeto de Terraplenagem deverá considerar na sua elaboração alguns procedimentos, dentre os quais se pode destacar:
- As seções transversais das ocorrências de material das escavações para empréstimos e bota-foras serão projetadas de modo que o terreno escavado restitua a conformação natural. Detalhar suficientemente a localização e dimensões, com cotas de afastamento do eixo, comprimento, largura, profundidade, rampas e taludes, bem como os acabamentos destinados a facilitar a drenagem e evitar erosões;
- O projeto deverá conter indicações, em caso de trechos implantados, do tratamento corretivo a ser dado aos bota-foras e caixas de empréstimos existentes;
- Quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los ao corpo dos aterros, mediante compensação de cortes e aterros, serão indicadas áreas para bota-foras, recomendando-se a devida compactação. Deverão estar localizadas, preferencialmente, em áreas situadas a jusante da rodovia. Para evitar que o escoamento das águas pluviais carregue o material depositado, causando assoreamentos, os taludes dos bota-foras deverão ser projetados com inclinação suficiente para evitar escorregamentos e com proteção de revestimento vegetal, inclusive nos bota-foras com material de 3ª categoria, após informação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;
- Quando houver excesso de material de cortes e for impossível incorporá-los ao corpo dos aterros, mediante compensação de cortes e aterros, serão indicadas áreas para bota-foras, recomendando-se a devida compactação. Deverão estar localizadas, preferencialmente, em áreas situadas a jusante da rodovia. Para evitar que o escoamento das águas pluviais carregue o material depositado, causando assoreamentos, os taludes dos bota-foras deverão ser projetados com inclinação suficiente para evitar escorregamentos e com proteção de revestimento vegetal, inclusive nos bota-foras com material de 3ª categoria, após informação final, a fim de incorporá-los à paisagem local;
- O material para aterros deve ser obtido, sempre que possível, por meio de alargamento dos cortes; caso não seja possível, procurar empréstimos fora da faixa de domínio. Em qualquer circunstância, ter em mente as consequências da localização destas caixas em futuros melhoramentos da rodovia;
- Nas situações em que forem utilizados empréstimos laterais (bota-dentro) indicar os cuidados especiais de drenagem das caixas de empréstimos, evitando o acúmulo de águas das chuvas que poderão originar o aparecimento de vetores nocivos;
- Nas especificações complementares a serem elaboradas pelos consultores, deverão constar os procedimentos para a execução da terraplenagem, para aproveitar ao máximo a flora nativa e a camada de terra vegetal que servirá de capeamento das áreas cortadas e aterradas.

4.6 Apresentação do projeto

4.6.1 Estudos Topográficos

a) Levantamento da Primitiva:

O levantamento topográfico da superfície primitiva do terreno natural deverá ser apresentado, em arquivos editáveis, contendo as seguintes informações:

Tabela 23-A: Levantamento da Primitiva

Item	Descrição
A	Arquivo eletrônico no formato dwg ou dxf, compatível com os softwares AutoCad Civil 3D e Topograph, contendo, no mínimo, os seguintes elementos:
1	Pontos de cadastro com descrição da elevação
2	Eixo projetado
3	Perfil longitudinal
4	Planta baixa, com curvas de nível do terreno de 1 em 1 metro
5	Amarrações e RN
6	Indicação do DATUM utilizado no levantamento.
7	Desenho e respectivas informações das seções transversais com indicação da escala
8	Pontos do levantamento locados e nivelados de caixas de empréstimo e Jazidas
9	Malha TIN 3D da superfície primitiva

Tabela 23-B: Levantamento da Primitiva

B	Arquivo eletrônico no formato dwg ou dxf, compatível com os softwares AutoCad Civil 3D e Topograph, contendo, no mínimo, os seguintes elementos:
1	PONTO – Numeração de ponto do levantamento
2	LESTE – Coordenada leste de cada ponto
3	NORTE – Coordenada norte de cada ponto
4	ELEVAÇÃO – Elevação de cada ponto
5	DESCRIÇÃO – Eventual descrição associada a cada ponto

Relatório Definitivo

Tabela 24-A: Relatório Definitivo

Espécie	Produto	Formato
Relatório do Projeto	- Relatórios descritivos de todos os estudos realizados; - Justificativa dos estudos realizados; - Elementos que definiram a diretriz de projeto; - Faixa definida para levantamento da área em volta da diretriz; - Pontos levantados e dados de campo; - Relatório de cálculo das coordenadas planimétricas e altimétricas comprovando a precisão e acurácia exigida com sua respectiva ART; - Certificados de calibração dos aparelhos e equipamentos utilizados; - Declaração da projetista de que realizou edição na Malha TIN 3D da superfície primitiva (correção de erros na triangulação, entre os pontos, feita pelo software); - Relatório com as coordenadas de todos os pontos levantados no plano topográfico, em geodésicas geográficas e em cartográficas UTM;	A4

Tabela 24-B: Relatório Definitivo

Espécie	Produto	Formato
Relatório do Projeto	– Relatório das distâncias e ângulos das diretrizes definidas; – Relação completa dos RNs implantados com suas cotas e localizações; – Relatórios de processamentos dos arquivos brutos e Rinex; – Relatório das estações RBMC ou SGB utilizadas na determinação dos pares de Marcos de Controle implantados; – Relatório de fechamento das poligonais utilizadas no levantamento, comprovando a precisão das coordenadas (N, E, Z) de seus vértices (marcos);	A4
Projeto	– Plantas na escala de 1:2000, com curvas de nível de 1 em 1 metro, indicando todos os acidentes e ocorrências levantadas; – Perfil da linha de locação na escala 1:2000 (H) e 1:200 (V); – Desenhos de todas as seções transversais na escala de 1:200 (H) e (V) ou 1:200 (H) e 1:100 (V); – Desenhos ou imagens dos levantamentos das ocorrências ambientais, hidrológicas, de materiais, de interseções e dos cadastros realizados;	A3

Para análise dos dados e os resultados finais deverão ser dispostos em uma ferramenta SIG por meio de camadas adequadas à acomodação dos dados.

Todos os arquivos gerados deverão ser entregues também em meio digital, sendo uma cópia de todos os arquivos em formato não editável (PDF) e uma em arquivos editáveis, com extensões usuais e que estejam compatíveis com os utilizados pela GOINFRA, tais como:

Imagens em Shape com extensão da ferramenta usada na área de projeto rodoviário;

- Arquivos de texto em (.doc);
- Arquivos de Planilha eletrônica em (.xls);
- Plantas em (.dxf) e (.dwg), compatíveis com softwares CAD;

Os profissionais envolvidos no estudo, deverão realizar a devida consulta ao setor de projetos da GOINFRA, a fim de se informar sobre as extensões dos arquivos digitais a serem entregues.

b) Estudo Geotécnico:

Tabela 25: Estudo Geotécnico

Espécie	Produto	Formato
Relatório do Projeto Executivo	Texto contendo a concepção do estudo e resumo dos resultados obtidos; Planilhas e gráficos com análises estatísticas dos levantamentos e ensaios realizados; Resultados de dosagens de misturas de solos; Resultados de eventuais dosagens de misturas asfálticas e de solo cimento;	A4
Memória Justificativa	Justificativa do detalhamento das alternativas apresentadas e adotadas;	A4
Estudos Geotécnicos	Folha-resumo de todos os ensaios efetuados; Boletins das sondagens nos locais de fundações de aterros; Boletins das sondagens nos locais das obras-de-arte especiais; Boletins das sondagens nos locais de eventuais estudos de estabilidade de taludes;	A4
Projeto	Seção transversal do pavimento; Croqui com indicação das características e localização das ocorrências de materiais; Diagrama com a representação das camadas e tipos de materiais indicados para as camadas do pavimento; Representação no perfil do projeto geométrico das características geológico-geotécnicas dos materiais a escavar (no caso de implantação de rodovia);	A3

Todos os arquivos gerados deverão ser entregues também em meio digital, sendo uma cópia de todos os arquivos em formato não editável (PDF) e em uma em arquivos editáveis, com extensões usuais e que estejam compatíveis com os utilizados pela GOINFRA, tais como:

Arquivos de Imagens em Shape com extensão da ferramenta usada na área de projeto rodoviário;

- Arquivos de texto em (.doc);
- Arquivos de Planilha eletrônica em (.xls);
- Plantas em (.dxf) e (.dwg), compatíveis com softwares CAD;

Os profissionais envolvidos no estudo, deverão realizar a devida consulta ao setor de projetos da GOINFRA, a fim de se informar sobre as extensões dos arquivos digitais a serem entregues.

c) Projeto de OAC e Terraplenagem:

Tabela 26: Projeto de OAC e Terraplenagem

Espécie	Produto	Formato
Relatórios	– Concepção do projeto; – Discriminação de todos os serviços, distâncias de transporte e quantidades. – Planilhas e quadros;	A4
Projeto	– Planta esquemática da localização – Seção Transversal – Projeto de Terraplenagem – Plantas e desenhos-tipo dos diversos dispositivos utilizados; – Arquivos digitais das plantas e notas de serviços compatíveis com “Software” de CAD	A1
Memoria Justificativa	– Justificativa e detalhamento das soluções propostas no projeto.	A4
Orçamento	– Relação dos serviços a executar; – Custos de cada serviço; – Cronograma físico; – Relação do equipamento mínimo;	A4

Todos os arquivos gerados deverão ser entregues também em meio digital, sendo uma cópia de todos os arquivos em formato não editável (PDF) e em uma em arquivos editáveis, com extensões usuais e que estejam compatíveis com os utilizados pela GOINFRA, tais como:

Arquivos de Imagens em Shape com extensão da ferramenta usada na área de projeto rodoviário;

- Arquivos de texto em (.doc);
- Arquivos de Planilha eletrônica em (.xls);
- Plantas em (.dxf) e (.dwg), compatíveis com softwares CAD;

Os profissionais envolvidos no estudo, deverão realizar a devida consulta ao setor de projetos da GOINFRA, a fim de se informar sobre as extensões dos arquivos digitais a serem entregues.

ANEXO I

Os marcos deverão seguir as dimensões padronizadas, conforme figura abaixo:

MARCO DE CONCRETO DE 1ª ORDEM com chapa incrustada no topo

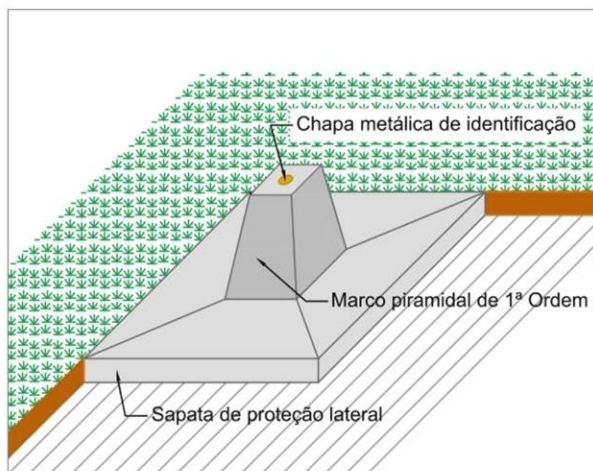


Figura 1 - Vista em perspectiva do marco de 1ª Ordem

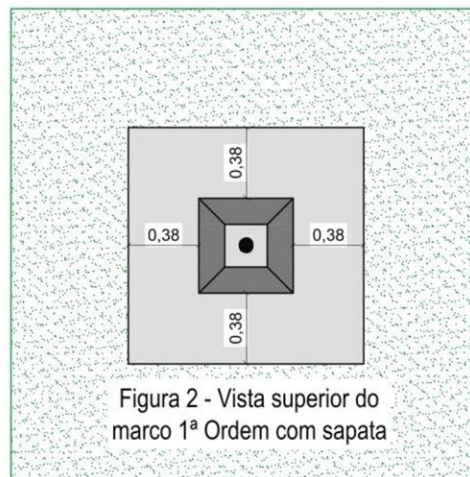


Figura 2 - Vista superior do marco 1ª Ordem com sapata

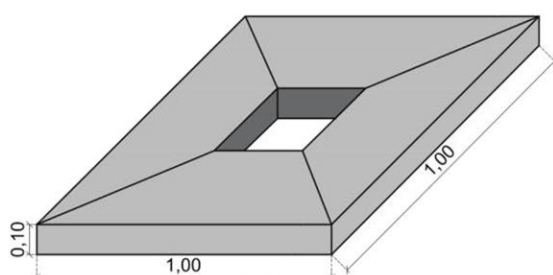


Figura 3 - Vista em perspectiva da sapata

- Adotar o traço da mistura proporcional 1x3x3 (cimento, areia e pedra);
- Recomenda-se, sempre que possível, a utilização de pedra britada n.º 0 (zero);
- Medidas em m (metros)

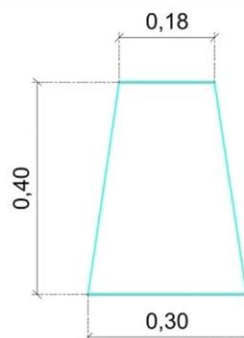


Figura 4 - Perfil do marco piramidal padrão 1ª Ordem

- Adotar o traço da mistura proporcional 1x3x3 (cimento, areia e pedra);
- Recomenda-se, sempre que possível, a utilização de pedra britada n.º 0 (zero);
- Medidas em m (metros)

MARCO DE CONCRETO DE 1ª ORDEM com chapa incrustada no topo

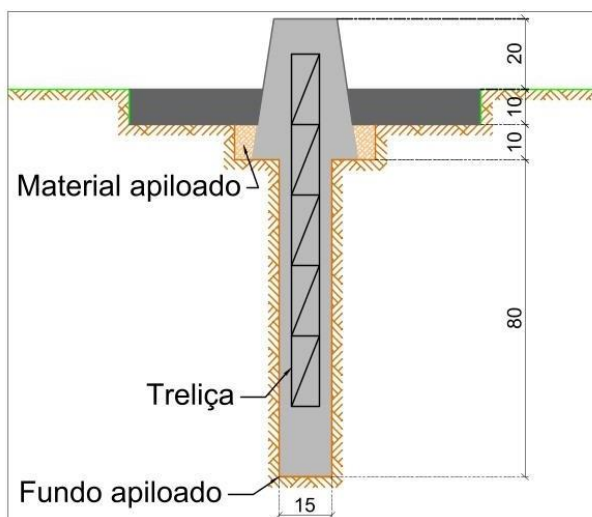


Figura 5 - Vista em corte de fixação do marco de 1ª Ordem.

* Medidas em cm (centímetros)

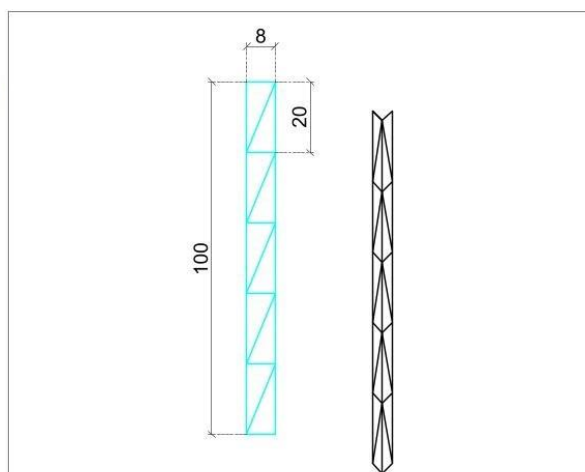


Figura 6 - Detalhe da treliça metálica

* Medidas em cm (centímetros)
* Ferragem de Ø ≥ 4.2

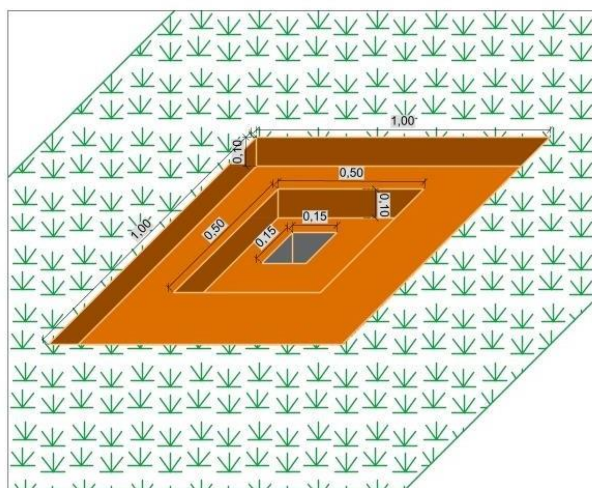


Figura 7 - Vista em perspectiva da escavação

• Medidas em m (metros)

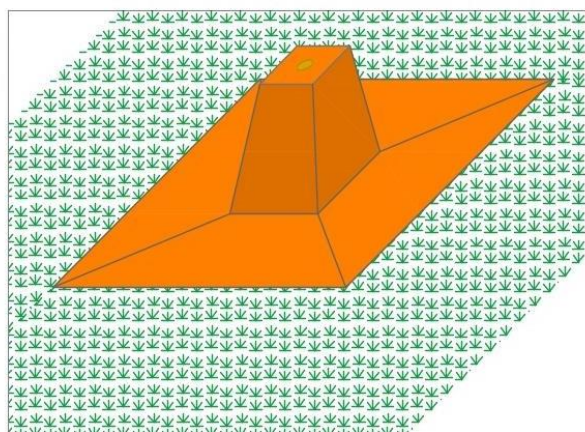


Figura 8 - Vista em perspectiva do marco de 1ª Ordem - finalizado

* Deverá ser aplicado sobre o marco e a base retangular de proteção, revestimento em tinta especial para cimentados na tonalidade laranja ou branca.

A seleção do local para materialização da estação, seja através de marco, pilar ou chapa cravada, deve atender, sempre que possível, os seguintes critérios:

- o horizonte deve estar desobstruído acima de 15°; em relação ao ponto de referência que materializa a estação;

- evitar locais próximos a estações de transmissão de microondas, radares, antenas de rádio, repetidoras e linhas de transmissão de alta voltagem, por representarem fontes de interferência para os sinais GPS;
- a área situada a 100 m da estação deve estar livre de estruturas artificiais, particularmente paredes metálicas, de alvenaria ou superfícies naturais, como paredões rochosos;
- o local de implantação deve ser estável, sem qualquer influência de vibrações ou trepidações;
- evitar localidades próximas a espelhos d'água, como rios, lagos, etc.; e
- evitar localidades próximas a árvores e vegetação densa.

Os marcos de concreto construídos à margem das estradas devem ficar, sempre que possível, fora da faixa de domínio estabelecida pelo órgão responsável pela rodovia, alternados de um lado e do outro. Tal providência visa minimizar a possibilidade de destruição, em caso de posteriores alargamentos ou edificações no traçado das estradas. Para tentar evitar este problema, recomenda-se, sempre que possível, escolher locais afastados da estrada, tais como sede de fazendas, mantendo-se, porém, a alternância de lados.

5 REGISTROS

- Projeto de Pequeno Porte – Obra de Arte Corrente

Os registros da qualidade gerados pelas atividades desta instrução são controlados da seguinte forma:

Identificação	Armazenamento	Proteção	Recuperação	Retenção	Disposição
Projeto de Pequeno Porte – Obra de Arte Corrente	Sistema SEI	Eletrônico Acesso livre	Número de processo	Permanente	-

6 CONTROLE DE REVISÕES

N. da versão	Data	Histórico das alterações
01	Fevereiro/2025	Emissão inicial

7 APROVAÇÃO

Elaborado/ revisado por: Gerência de Medição	Aprovado por: Diretoria de Manutenção	Data de aprovação: Fevereiro/2025
--	---	---