

1 OBJETIVO

O objetivo desta Instrução é estabelecer procedimentos para a elaboração de Projetos Rodoviários e Complementares de Pequeno Porte para Interseções Rodoviárias e correlatos, em atendimentos à manutenção rodoviária, ou seja, projetos que necessitam ser desenvolvidos de forma rápida, em sua maioria emergencial, e que garanta as informações básicas para execução dos serviços bem como seus quantitativos. Assim, os critérios estabelecidos nessa instrução visam dar celeridade à execução dos projetos de interseções sob responsabilidade da diretoria de manutenção, por conseguinte dar viabilidade e celeridade à execução da obra para atendimento à segurança do usuário e conservação da malha rodoviária.

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 abarca os projetos de pequeno porte descritos nas alíneas “a”, “d” e “e” acima, ou seja, projetos de tratamento de pontos críticos, estacionamentos, interseções rodoviárias em nível, retorno rodoviários em perímetro urbano ou em rodovias não duplicadas e correlatos.

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-08 GOINFRA – Projeto Geométrico de Agosto/2018
- DNIT - IPR 718 - Manual de Projeto de Interseções
- DNIT - IPR 728 - Manual de Projeto de Acessos de Áreas Lindeiras a Rodovias Federais
- DNIT - IPR 738 - Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias
- CONTRAN - Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito do CONTRAN – Volumes 1 ao 9
- DER/SP - Manual de Sinalização Rodoviária – Volume I: Projeto
- ABNT NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico
- ABNT NBR 6971 - Dispositivos auxiliares - Critérios de Implantação e Requisitos para a Manutenção de Defensas Metálicas - Fabricação e Fornecimento de Defensas Metálicas do Tipo Maleável, Semi-Maleável e Tripla Onda, para Manutenção destes Sistemas
- ABNT NBR 14885 - Segurança no Tráfego - Barreiras de Concreto
- IBGE - Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS

4 DETALHAMENTO

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 outros itens além dos descritos nesta Instrução de Projeto - IP como a apresentação de qualquer outro levantamento ou estudo, que julgarem necessário para a correta apreciação da diretriz do projeto em análise.

As interseções constituem elementos de descontinuidade em qualquer rede viária e representam situações críticas que devem ser tratadas de forma especial. O projeto de interseções deverá assegurar circulação ordenada dos veículos e manter o nível de serviço da rodovia, garantindo a segurança nas áreas em que as suas correntes de tráfego sofrem a interferência de outras correntes, internas ou externas.

4.1 Considerações Iniciais

Tomando como base as necessidades locais e disponibilidade de recursos, deve-se estabelecer os objetivos que se pretende alcançar com o projeto das interseções, geralmente relacionados com a capacidade, a segurança e os custos de implantação.

O projeto dos elementos geométricos que constituem uma interseção baseia-se, em geral, nos mesmos princípios que governam o projeto geométrico dos demais componentes da rodovia. Algumas diferenças importantes na forma em que são conduzidos os veículos ao se aproximarem destas áreas, permitem ao projetista a utilização de especificações menos exigentes do que nos trechos contínuos da rodovia.

Os valores recomendados neste Manual representam os padrões desejáveis e mínimos aceitáveis, os quais, porém, não deverão ser encarados com rigidez absoluta. Padrões mais elevados poderão ser utilizados, desde que seja possível manter o custo do projeto dentro de limites admissíveis ou ainda que não decorram condições indesejáveis devido a um superdimensionamento.

O estabelecimento de padrões mínimos atenderá a necessidade de evitar valores incompatíveis com a qualidade aceitável do projeto, embora se reconheça que padrões inferiores aos mínimos absolutos poderão eventualmente ser necessários à luz das circunstâncias locais. Essa decisão, bem como os valores a adotar, deverão ser cuidadosamente ponderados, objetivando encontrar a solução ótima de compromisso entre as exigências de projeto e as restrições físicas, econômicas e ambientais.

4.2 Estudos de Tráfego

Os estudos de tráfego são realizados para subsidiar a definição do traçado e padrão da rodovia, também, dimensionar as características técnicas e operacionais da mesma. Sendo assim, por essa instrução de projetos se tratar de interseções em rodovias já implantadas, poderá ser utilizados os dados do estudo de tráfego da rodovia implantada em que se encontrará a interseção projetada, visto que as características da interseção a ser projetada seguirá as mesmas características e diretrizes em concordância com a rodovia implantada em que se encontrará a interseção.

Na ausência do estudo de tráfego da rodovia implantada, poderá ser utilizado para o estudo os dados de contagem de tráfego disponíveis na agência (GOINFRA) que são gerados através de contratos da mesma com empresas de supervisão e gerenciamentos.

Para projetos em caráter emergencial e comprovada a não necessidade de estudo de tráfego para elaboração do projeto, através de justificativa técnica de um agente da GOINFRA e validada pela chefia imediata, poderá ser aceito a dispensa do estudo de tráfego.

Casos específicos ou atípicos, que não se enquadrem nas especificações e normas da GOINFRA, devem ser formalmente apresentados ao departamento responsável pelos Projetos Rodoviários de Interseções da GOINFRA, através da empresa ou profissional responsável, para que sejam analisados e se defina como o estudo será conduzido.

4.3 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.;

4.3.1 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 de interseções.

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 reprojetações 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 Design) o traçado das tangentes e pontos de intersecção com suas coordenadas georreferenciadas 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 (Topográfico 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.

4.3.2 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 rastreo (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 rastreio 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:
- PDOP máximo: < 3 ;
 - Taxa de coleta: Mínima de 1Hz;
 - Horizonte mínimo de rastreamento: 15° ;
 - Operar sempre no modo 3D, sendo recomendáveis 3 ou mais satélites rastreados simultaneamente;
 - Intervalo de gravação: 1 segundo
 - Receptores com um mínimo 128 ou mais canais independentes;
 - Rastreio das principais constelações de satélites (BEIDOU, GPS, GLONASS, GALILEO, QZSS);
 - 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.

4.3.3 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.

4.3.4 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 referência (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.

4.3.5 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;

4.3.6 Levantamento cadastral

4.3.6.1 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. 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;
- B. Nos casos de restauração a faixa de levantamento deverá coincidir com a área da obra a ser restaurada;
- C. 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 talvegues;
- 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;

4.3.6.2 Levantamento das ocorrências ambientais

As ocorrências ambientais deveram ser levantadas utilizando como referência imagens de satélites disponibilizadas por provedores vinculados a agências espaciais governamentais ou privadas, ou imagens produtos de aerolevantamentos e seus dados devem ser cruzados com informações vetoriais disponibilizadas por fontes oficiais governamentais de dados geográficos em uma ferramenta SIG ou similar, sendo elas georreferenciadas ao mesmo sistema de coordenadas adotado no projeto e apresentadas a partir de mapas temáticos que representem feições de uso do solo da faixa de servidão da diretriz de projeto.

O para o levantamento das ocorrências ambientais, deverá primeiro ser construído um banco de dados com informações geográficas.

Deverá ser apresentado no estudo de topografia o levantamento de todas as feições ambientais que interceptam a faixa de domínio da diretriz adotada, como:

- Áreas de preservação permanente (APP);
- Árvores isoladas;
- Áreas de proteção ambiental (APA);
- Assentamentos rurais;
- Áreas de uso restrito;
- Áreas de uso consolidado;
- Áreas de comunidades e povos tradicionais;
- Cavidades localizadas em até um raio de 200m da faixa de servidão;

4.3.6.3 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.

4.3.6.4 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.

4.3.6.5 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);

4.3.7 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, crescendo 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.

4.4 Distância mínima de visibilidade Estudo de Concepção Geométrica

Para projetos de acessos, interseções em nível, retornos rodoviários e correlatos devem ser realizados, previamente, estudos de visibilidade, velocidade de operação e de faixas de mudança de velocidade, fundamentais para garantir a utilização segura e confortável dos usuários.

A visibilidade adequada permite ao condutor antever situações de risco e conceder tempo hábil para tomada de decisões, facilitando e promovendo manobras seguras. As faixas de aceleração e desaceleração são projetadas para assegurar transições suaves entre diferentes velocidades, reduzindo o risco de colisões. Já a definição da velocidade de operação adequada considera tanto as características do traçado quanto o comportamento esperado dos motoristas, promovendo uma circulação eficiente e segura. Esses elementos, integrados ao projeto, asseguram um percurso seguro e confortável para todos os usuários da via. Os estudos de concepção geométrica, inerentes ao projeto geométrico, obrigatórios são:

4.4.1 Distância Mínima de Visibilidade

É necessário a adoção de uma distância mínima de visibilidade, correlacionada à velocidade de operação da rodovia, para que os motoristas possam tomar decisões seguras ao se aproximarem de acessos e interseções rodoviárias.

Essas distâncias são críticas para assegurar que o motorista tenha tempo suficiente para detectar e reagir a possíveis obstáculos ou mudanças de tráfego. A Tabela 1 especifica as distâncias em função da velocidade diretriz da rodovia, variando de 50 km/h a 120 km/h. Este é um parâmetro essencial para garantir a segurança e fluidez do tráfego, permitindo ajustes adequados na geometria da estrada conforme a velocidade de projeto.

Tabela 1 - Velocidade diretriz da rodovia e distância mínima de visibilidade para tomada de decisão.

Velocidade Diretriz da Rodovia (km/h)	50	60	70	80	90	100	110	120
Distância Mínima de Visibilidade (m)	145	170	200	230	270	315	330	360

Fonte: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (AASHTO, 2018).

4.4.2 Distância Mínima de Visibilidade para Veículos Especiais

Se faz necessária a adoção de uma distância mínima de visibilidade específica para veículos especiais, como aqueles usados no transporte de cargas indivisíveis. Esses veículos possuem características de manobra e aceleração diferentes, exigindo considerações especiais em termos de visibilidade. As distâncias são apresentadas em função da velocidade diretriz da rodovia (Tabela 02), garantindo que mesmo veículos que requerem mais tempo para completar manobras possam fazê-lo com segurança. Estes valores são essenciais para locais onde o tráfego de veículos especiais é frequente.

Tabela 2 - Distância Mínima de Visibilidade para Veículos Especiais.

Velocidade Diretriz da Rodovia (km/h)	50	60	70	80	90	100	110	120
Distância Mínima de Visibilidade (m)	195	235	275	315	355	390	430	470

Fonte: IPR-728 Manual de Projeto de Acessos de Áreas Lindeiras a Rodovias Federais.

4.4.3 Distância Mínima de Visibilidade em Função do Greide

É necessário a aplicação de fatores de ajustamento para a distância de visibilidade, a depender do greide da rodovia. Rampas ascendentes ou descendentes influenciam a capacidade de um motorista ver adiante, alterando a percepção de distância e tempo de reação. A Tabela 3 apresenta os dados necessários para o cálculo da visibilidade ajustada em situações de inclinações de até 6%, fornecendo multiplicadores que devem ser aplicados às distâncias de visibilidade padrão, cruciais para o ajuste do design geométrico de uma rodovia conforme a topografia.

Tabela 3 - Ajuste na Distância de Visibilidade Devido ao Greide da Rodovia.

Greide da Aproximação (%)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
-6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
-5	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
-4	1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
-3 a +3	1,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
5	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
6	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Fonte: IPT-718 Manual de Projeto de Interseções.

4.4.4 Comprimento das Faixas de Mudança de Velocidade – Faixa de Desaceleração

A Tabela 4 apresenta os comprimentos recomendados para as faixas de desaceleração em rodovias, utilizados para a definição da redução segura de velocidade dos veículos ao se aproximarem de um acesso ou saída. Os comprimentos são especificados de acordo com a velocidade diretriz da rodovia, assegurando que os motoristas tenham espaço suficiente para desacelerar confortavelmente antes de entrar em outra via ou acessar uma propriedade lindeira. Na Tabela 4 está relacionado o comprimento necessário do taper à velocidade diretriz de operação da via em parâmetros aceitáveis.

Tabela 4 - Comprimentos das Faixas de Mudança de Velocidade – Faixa de Desaceleração (Níveis 3 e 4).

Velocidade Diretriz (km/h)	Taper (m)	0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	60	110	105	95	85	70	60	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	70	-
90	80	145	140	135	120	110	100	90	80
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	90	180	180	170	160	150	140	120	105
120	100	200	195	185	175	170	155	140	120

Fonte: IPR-728 Manual de Projeto de Acessos de Áreas Lindeiras a Rodovias Federais.

4.4.5 Comprimento de Faixas de Mudança de Velocidade – Faixa de Aceleração

A Tabela 5 detalha os comprimentos necessários para as faixas de aceleração, permitindo que veículos que ingressam na rodovia alcancem a velocidade da corrente principal de tráfego de maneira segura e eficiente. Os comprimentos devem ser ajustados conforme a velocidade diretriz da rodovia, garantindo que veículos possam se integrar ao tráfego sem causar interrupções ou riscos de colisão. A consideração de taper nesta tabela contribui com uma entrada suave e segura na corrente de tráfego relacionando a velocidade diretriz de operação da via e estabelecendo o comprimento do taper em cada situação.

Tabela 5 - Comprimentos de Faixas de Mudança de Velocidade - Faixa de Aceleração (Níveis 3 e 4).

Velocidade Diretriz (km/h)	Taper (m)	0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	90	70	60	45	-	-	-	-
60	55	130	110	100	70	55	-	-	-
70	60	180	150	140	120	90	60	-	-
80	70	230	210	200	180	140	100	70	-
90	80	280	250	240	220	190	140	100	80
100	85	340	310	290	280	240	200	170	110
110	90	390	360	350	320	290	250	200	160
120	100	430	400	390	360	330	290	240	200

Fonte: IPR-728 Manual de Projeto de Acessos de Áreas Lindeiras a Rodovias Federais.

4.4.6 Fatores de Ajustamento para Faixas de Mudança de Velocidade em Função do Greide

A Tabela 6 fornece os fatores de ajustamento necessários para as faixas de mudança de velocidade com base no greide da rodovia. Ela diferencia rampas ascendentes e descendentes, considerando como essas inclinações afetam o desempenho dos veículos ao acelerar ou desacelerar. Os fatores de multiplicação permitem que os projetistas ajustem os comprimentos das faixas de mudança de velocidade de acordo com as condições de inclinação, assegurando que as transições de velocidade ocorram de forma segura independentemente do relevo local.

Tabela 6 - Fatores de ajustamento para as faixas de mudança de velocidade em função do greide.

Faixas de desaceleração								
Velocidade diretriz da rodovia (km/h)	Fator de multiplicação							
Todas	Rampa ascendente de 3 % a 4 %						Rampa descendente de 3 % a 4 %	
	0,90						1,20	
Todas	Rampa ascendente de 5 % a 6 %						Rampa descendente de 5 % a 6 %	
	0,80						1,35	
Faixas de aceleração								
Velocidade diretriz da rodovia (km/h)	Fator de multiplicação							
	Velocidade de projeto das curvas de conversão							
	20	30	40	50	60	70	80	Todas as velocidades
	Rampa ascendente de 3 % a 4 %						Rampa descendente de 3 % a 4 %	
40	1,2	1,2						0,70
50	1,2	1,2	1,2					0,70
60	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4			0,70
70	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5		0,65
80	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	0,65
90	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	0,60
100	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	0,60
110	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	0,60
120	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	0,60
	Rampa ascendente de 5 % a 6 %						Rampa descendente de 5 % a 6 %	
40	1,3	1,4						0,60
50	1,3	1,4	1,4					0,60
60	1,4	1,5	1,5	1,5				0,60
70	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7			0,60
80	1,3	1,5	1,5	1,7	1,8	1,9		0,55
90	1,5	1,6	1,6	1,8	2	2,1	2,2	0,55
100	1,6	1,7	1,7	1,9	2,2	2,4	2,5	0,50
110	1,9	2	2	2,2	2,6	2,8	3	0,50
120	2	2,1	2,3	2,5	3	3,2	3,5	0,50

Fonte: IPR-728 Manual de Projeto de Acessos de Áreas Lindeiras a Rodovias Federais.

4.4.7 Raios Mínimos para Bordos de Pistas de Conversão

Onde for necessária previsão para manobras de conversão em espaço mínimo (caso frequente em interseções não canalizadas), os raios dos bordos da pista deverão estar de acordo com as trajetórias mínimas dos veículos de projeto selecionados.

Com base nas trajetórias que os veículos de projeto podem seguir, a AASHTO elaborou uma tabela para projeto mínimo dos bordos das pistas de conversão. Para o seu emprego, entra-se com o ângulo de giro e com o veículo de projeto, obtendo-se o raio mínimo de curva circular simples a empregar ou os raios das curvas compostas correspondentes e respectivo afastamento da curva central. A tabela fornece ainda o raio de curva circular simples, o afastamento e a relação de variação da transição, no caso de se adotar concordância de curva circular simples com taper.

A Tabela 7 é uma adaptação da tabela da AASHTO, cujos valores deverão ser adotados para elaboração dos projetos mínimos. Recomenda-se que seja sempre usada a curva correspondente ao maior veículo que represente uma porcentagem considerável do tráfego que gira no local considerado.

Nem sempre é necessária a superelevação da pista, mas eventual inclinação transversal para drenagem deve ser feita para o interior da curva.

Tabela 7 - Raios mínimos para bordos de pistas de conversão.

Ângulo de conversão	Veículo de projeto	Curva circular simples	Curva composta de três centros		Curva circular simples com taper		
			Raio	Afastamento	Raio	Afastamento	Taper
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
30	VP	18	-	-	-	-	-
	CO	30	-	-	-	-	-
	SR	60	-	-	-	-	-
45	VP	15	-	-	-	-	-
	CO	23	-	-	-	-	-
	SR	53	60-30-60	1,0	36	0,6	15:1
60	VP	12	-	-	-	-	-
	CO	18	-	-	-	-	-
	SR	45	60-23-60	1,7	29	1,0	15:1
75	VP	11	30-8-30	0,6	8	0,6	10:1
	CO	17	36-14-36	0,6	14	0,6	10:1
	SR	-	45-15-45	2,0	20	1,0	15:1
90	VP	9	30-6-30	0,8	6	0,8	10:1
	CO	15	36-12-36	0,6	12	0,6	10:1
	SR	-	55-18-55	2,0	18	1,2	15:1
105	VP	-	30-6-30	0,8	6	0,8	8:1
	CO	-	30-11-30	1,0	11	1,0	10:1
	SR	-	55-14-55	2,5	17	1,2	15:1
120	VP	-	30-6-30	0,6	6	0,6	10:1
	CO	-	30-9-30	1,0	9	1,0	10:1
	SR	-	55-12-55	2,6	14	1,2	15:1
135	VP	-	30-6-30	0,5	6	0,5	10:1
	CO	-	30-9-30	1,2	9	1,2	10:1
	SR	-	48-11-48	2,7	12	2,0	15:1
150	VP	-	23-6-23	0,6	6	0,6	10:1
	CO	-	30-9-30	1,2	9	1,2	8:1
	SR	-	48-11-48	2,1	11	2,1	6:1
180	VP	-	15-5-15	0,2	5	0,2	20:1
	CO	-	30-9-30	0,5	9	0,5	10:1
	SR	-	40-8-40	3,0	8	3,0	5:1

Fonte: IPT-718 Manual de Projeto de Interseções.

4.4.8 Condições Mínimas de Projeto para Pistas de Conversão

Para fins de projeto, as condições de conversão são classificadas em três categorias:

Condição A – Permite a conversão de veículos VP com facilidade, e de veículos CO com restrições;

Condição B – Permite a conversão de veículos CO com facilidade, e de veículos SR com invasão das faixas adjacentes;

Condição C – Permite a conversão dos veículos SR sem invasão das faixas adjacentes.

Tabela 8 - Condições mínimas de projeto para pistas de conversão.

Ângulo de conversão	Classificação de projeto	Curva composta de três centros		Largura da Pista (m)	Área aproximada da ilha (m²)
		Raios (m)	Afastamento (m)		
75	A	45-23-45	1,0	4,2	5,5
	B	45-23-45	1,5	5,4	5,0
	C	55-28-55	1,0	6,0	5,0
90	A	45-15-45	1,0	4,2	5,0
	B	45-15-45	1,5	5,4	7,5
	C	55-20-55	2,0	6,0	11,5
105	A	36-12-36	0,6	4,5	6,5
	B	30-11-38	1,5	6,6	5,0
	C	55-14-55	2,4	9,0	5,5
120	A	30-9-30	0,8	4,8	11,0
	B	30-9-30	1,5	7,2	8,5
	C	55-12-55	2,5	10,2	20,0
135	A	30-9-30	0,8	4,8	43,0
	B	30-9-30	1,5	7,8	35,0
	C	48-11-48	2,7	10,5	60,0
150	A	30-9-30	0,8	4,8	130,0
	B	30-9-30	2,0	9,0	110,0
	C	48-11-48	2,1	11,4	160,0

Fonte: IPT-718 Manual de Projeto de Interseções.

4.4.9 Especificações Gerais

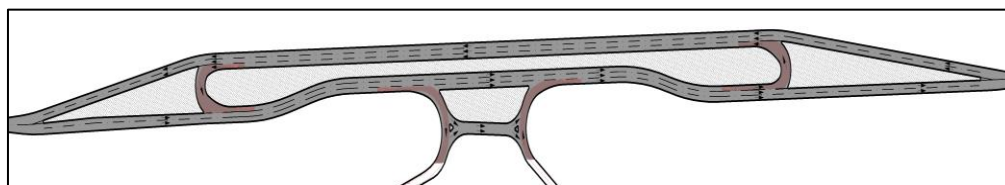
A inclinação máxima de uma rampa adotada para os ramos de uma interseção deverá ser de 7%, valores maiores poderão ser aceitos somente em caráter excepcional. É recomendável o uso de rampa mínima de 0,5% para facilitar a solução dos problemas de drenagem superficial.

O nível de serviço da interseção será melhor quanto maior for a quantidade de faixas de tráfego e a velocidade de projeto permitida. Entretanto, esses dois fatores interferem negativamente na

segurança da interseção e podem ser combinados de modo a se buscar um equilíbrio entre um adequado nível de serviço e a garantia da segurança dos usuários.

Em casos de interseções de múltiplos acessos e retornos, a velocidade de projeto poderá ser reduzida a critério do projetista, sob aprovação da GOINFRA, para viabilizar a transição dos veículos da faixa de aceleração oriunda do ramo de acesso até a faixa de desaceleração que destina o veículo ao ponto de saída da interseção ou ao retorno. Para não haver necessidade de redução de velocidade, a interseção deve ser projetada com comprimentos maiores, no formato alongado, de modo a se permitir que os veículos realizem essa transição de maneira mais suave, sem a necessidade de manobras abruptas e arriscadas na transição de faixas. A Figura 2 exemplifica o tipo de interseção supracitado.

Figura 1 - Interseção Alongada



A velocidade de projeto máxima a ser adotada nos ramos de interconexões deve ser conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Velocidade de projeto para ramos de interconexões

Tipo de ramo	Velocidade de projeto (km/h)	
	Desejável	Mínimo
Ramos de interconexões:		
Alça	50	40
Semidirecional	60	50
Direcional	80	60
Outros ramos: função da velocidade diretriz da via de categoria superior, como segue:		
50 km/h	40	20
60 km/h	50	30
70 km/h	60	40
80 km/h	70	40
90 km/h	80	50
100 km/h	90	50
110 km/h	100	60
120 km/h	110	70

Fonte: IPT-718 Manual de Projeto de Interseções.

4.5 Estudos Geotécnicos

Os Estudos Geotécnicos para o projeto de interseção poderão ser obtidos por 3 maneiras:

1. Utilizar-se dos mesmos estudos geotécnicos realizados da rodovia implantada, sob aprovação da GOINFRA.
2. Realizar janelas de inspeção na rodovia implantada para caracterização das camadas, com profundidade até a camada do subleito. Obrigatoriamente deverá ser realizada no mínimo uma janela de inspeção para cada interseção projetada.

As amostras de cada camada coletada na janela de inspeção deverão ser submetidas aos ensaios de:

- a) Granulometria por Peneiramento;
- b) Compactação;
- c) Índice de Suporte Califórnia (ISC);
- d) Índices Físicos (LL, LP);
- e) Densidade “in situ”.
- f) Teor de Betume;

Para cada janela de inspeção deverá conter:

- a) Relatório Fotográfico com fotos georreferenciadas;
- b) Espessuras das Camadas;
- c) Tipologia dos Materiais.

3. Os estudos geotécnicos conforme IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos.

4.5.1 Especificações Técnicas

Os solos empregados no reforço de subleito, sub-base e base dos pavimentos deverão atender às condições mínimas abaixo especificadas:

- a) Reforço de subleito:
 - i. $ISC_{min} \geq ISC_{do\ subleito}$
 - ii. $Expansão \leq 2\%$ (medida com sobrecarga de 4,5 kg ou 10 libras).

b) Sub-base:

- i. ISC min $\geq 20\%$ (*)
- ii. Limite de liquidez ≤ 35
- iii. Índice de plasticidade ≤ 15
- iv. Expansão $\leq 1\%$ (medida com a sobrecarga de 4,5 kg ou 10 libras). (*)
- v. O solo laterítico deverá atender aos itens com (*).

c) Base:

- i. ISC de acordo com o número N (*), sendo o ISC min $\geq 80\%$
- ii. Expansão $\leq 0,5\%$ (medida com sobrecarga de 4,5 kg ou 10 libras). (*)
- iii. Limite de liquidez ≤ 30
- iv. Índice de plasticidade ≤ 6 . Caso seja superior a 6, o solo deverá apresentar o Equivalente de Areia $\geq 30\%$ para ser utilizado
- v. O solo laterítico deverá atender aos itens com (*), e aos limites: LL ≤ 40 e IP ≤ 15

Os materiais deverão atender, além das exigências mínimas anteriormente especificadas, às especificações particulares de cada caso, definida em Projeto. Em caso de não atendimento das especificações da norma, deverão ser estudadas no mínimo três alternativas de mistura conforme normas atualizadas da GOINFRA, devendo ser:

- Estabilizado Granulometricamente com Produtos de Britagem.
- Solo melhorado com Cimento.
- Brita Graduada.

4.5.2 Materiais Asfálticos

Os materiais deverão apresentar os ensaios listados a seguir:

4.5.2.1 Imprimação:

- Ensaio do ponto de fulgor e combustão.
- Ensaio de viscosidade.
- Ensaio de destilação para os asfaltos diluídos, para verificação da quantidade de resíduo.
- Ensaio de resíduo por evaporação.

- Ensaio de peneiração.

4.5.2.2 Pintura de ligação:

- Ensaio de viscosidade.
- Ensaio de resíduo por evaporação.
- Ensaio de peneiração.
-

4.5.2.3 Revestimento Asfáltico – CAUQ:

a) Agregados:

- Ensaio de Abrasão Los Angeles;
- Ensaio de Adesividade;
- Ensaio de Durabilidade;
- Análise Granulométrica;
- Ensaio de Índice de forma;
- Ensaio de Massa específica;
- Ensaio de Absorção.

b) Filler:

- Análise granulométrica.

c) Ligante Asfáltico:

- Ensaio de penetração.
- Ensaio do ponto de fulgor.
- Ensaio de viscosidade.

d) Composição da mistura:

- Análise granulométrica.
- Ensaio marshall.

4.6 Estudos Hidrológicos

Os elementos obrigatórios a serem apresentados no estudo hidrológico são:

- a) Identificação de pontos baixos, talvegues e depressões;
- b) Delimitação de bacias hidrográficas;
- c) Coleta de dados pluviométricos em estações localizadas na região do projeto ou em textos científicos divulgados, referentes à região.

Com base nos dados coletados, deve ser realizado o cálculo das descargas das bacias, que dependerá de parâmetros como: tempo de concentração, período de recorrência e escolha do método adequado (Racional, Racional Modificado e Hidrograma Unitário Triangular).

4.7 Projeto Geométrico

O projeto geométrico é parte fundamental na elaboração de Projetos de Interseções, e deve ser atendido os critérios, parâmetros e instruções para sua elaboração.

Essa instrução de projeto está fundamentada no Manual de Elaboração de Projetos de Interseções Rodoviárias elaborado pelo DNIT, IPR-718 MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES, que tem por objetivo estabelecer conceitos, critérios, métodos de análise e instruções específicas, bem como assegurar um tratamento uniforme dos elementos geométricos de projeto, segundo as técnicas mais avançadas da engenharia rodoviária, reunindo as informações necessárias para a sua execução.

Este objetivo se alinha à necessidade da GOINFRA em estabelecer um conjunto de parâmetros para elaboração de projetos de interseções em nível, retornos em vias não duplicadas, tratamento de pontos críticos de tráfego e correlatos. Em virtude desse alinhamento, por se tratar de material técnico específico para o fim esperado e da reconhecida capacidade e acurácia técnica do referido MANUAL IPR-718, a Diretoria de Manutenção o adota como parâmetro instrutivo primário para a elaboração dos projetos que tratam essa instrução de projeto.

Além do atendimento ao dimensionamento de faixas de mudança de velocidade e da visibilidade mínima aceitável para implantação da interseção, evidencia-se ainda os elementos obrigatórios mínimos que devem estar contidos nos projetos geométricos:

- a) Eixos de projeto, com estaqueamento de 20 em 20 metros;
- b) Perfis longitudinais com terreno natural e greide de projeto;
- c) Representação dos taludes de corte e aterro em planta;

- d) Desenhos, em planta, de todos os elementos considerados no projeto de interseção, tais como faixas de mudança de velocidade, tapers, curvas horizontais, gabarito de giro do veículo de projeto.
- e) Indicação de todas as dimensões, tais como raios de curvas, comprimento e largura de faixas.

Em caso de ausência de informações ou parâmetros que se façam suficientes para exaurir as necessidades de orientação para elaboração do Projeto Geométrico pretendido aplicado à projetos de pequeno porte deverão ser adotados os parâmetros da IP-08 GOINFRA – Projeto Geométrico.

4.8 Projetos de Terraplenagem

Iniciar pesquisas para a determinação de possíveis locais de caixas de empréstimos. Identificar com base em dados preexistentes as áreas empregadas para obtenção de material de empréstimo para outras obras na região e também a conveniência da localização de cada uma em relação ao projeto em foco, sob os aspectos 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 “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, para se evitar 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 deverão ser apresentadas à 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 e fundações de aterro;
- e) Apresentação das notas de serviço de terraplenagem e as planilhas do cálculo dos volumes conforme estimativa;
- f) Estudo das fundações de aterro nos locais onde existem solos compressíveis com baixa capacidade de suporte e levantamentos de sondagem tipo SPT para estimativa do seu volume.

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

- As seções transversais de terraplenagem devem ter largura de 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 apresentar a justificativa comprovação junto ao setor de Projetos Rodoviários da GOINFRA, aguardando sua manifestação;
- Nos cortes com substituição de material por insuficiência de ISC, deve ser devidamente considerado e quantificado 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, não é necessária a computação da compactação da primeira camada, por se tratar de subleito, que tem sua compactação inclusa no serviço “Regularização e compactação do Subleito”;
- Para os aterros com altura inferior a 3,0 metros, deve-se 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;
- As soluções adotadas para as fundações de aterros sobre solos compressíveis com baixa capacidade de suporte, deverão 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-se pedra

rachão ou solo de melhor qualidade.

- O empolamento a ser considerado não deve ser arbitrado em função de históricos ou estimativas, mas ensaiado para cada empréstimo individualmente e tratado estatisticamente, considerando-se 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.

4.9 Projetos de Pavimentação

Projetos de pavimentação enquanto parte integrante de projetos de pequeno porte devem ser elaborados, conduzidos e apresentados conforme orientações e determinações apresentadas nessa instrução.

O dimensionamento das camadas do pavimento deverá ser realizado conforme definido no item 4.5. dessa instrução.

Em casos excepcionais de projetos elaborados pela agência para atendimento de forma emergencial, desde que justificado e demandado por via Judicial ou pela Autoridade Máxima da Agência, com prazo de entrega do projeto em até 20 dias, onde não foi possível realizar estudos geotécnicos, poderá ser realizado o dimensionamento das camadas conforme Figura 2, a fim de garantir a segurança de capacidade de suporte da estrutura do pavimento projetada.

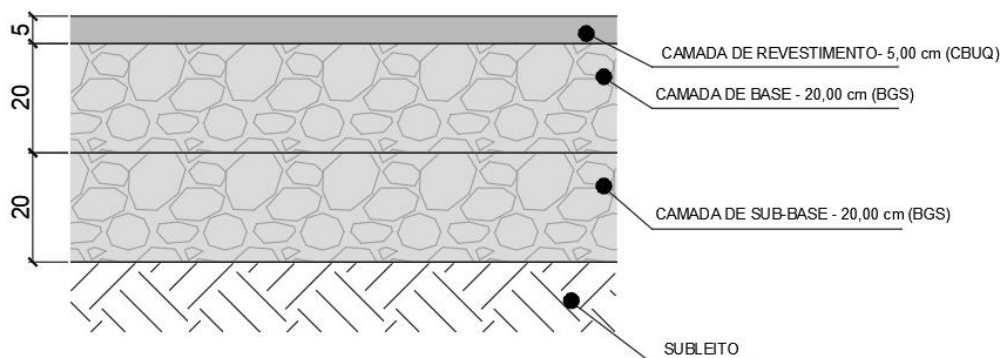


Figura 2 - Modelo Padrão de dimensionamento de pavimentação para projetos sem de estudos geotécnicos.

Por se tratar de projetos de pequeno porte, esta IP elenca os seguintes itens como obrigatórios na apresentação do Projeto Executivo de Pavimentação:

- Apresentação da capacidade de suporte do subleito e do material das demais camadas da estrutura do pavimento, em segmentos homogêneos, fundamentada por ensaios e justificativas apresentadas pelo projetista;
- Gráfico de distribuição dos materiais e espessuras das camadas;
- Planta apresentando cada ocorrência geotécnica a ser utilizada, sua situação relativa no trecho, as posições dos furos de sondagem realizadas e utilizadas em projeto e um resumo das características físicas do material;
- Desenho esquemático com as distâncias de transporte dos materiais utilizados nas camadas do pavimento;
- Memória descritiva e de cálculo com o dimensionamento do pavimento da pista de rolamento, acessos e interseções a serem implantados ou reconstruídos;
- Detalhamento dos elementos especiais do projeto, indicando trevos, acessos, terceiras faixas, retornos, super larguras, etc.;
- Seções transversais conforme estaqueamento dos eixos de projeto;
- Demais desenhos que elucidem o projeto.
-

4.10 Projetos de Sinalização

Projetos de sinalização viária enquanto parte integrante de projetos de pequeno porte, devem ser elaborados, conduzidos e apresentados conforme orientações e determinações a seguir.

Deverão ser desenvolvidas as seguintes atividades:

- Projeto de sinalização horizontal das vias, interseções e acessos;
- Projeto de sinalização vertical das vias, interseções e acessos;
- Projeto de sinalização dinâmica por semáforos e painéis informativos.

4.10.1 Sinalização Horizontal

O projeto de sinalização horizontal será composto por marcas longitudinais e transversais e por inscrições no pavimento, complementado por dispositivos auxiliares de segurança de trânsito.

O projeto de sinalização horizontal deve conter as especificações de todos os materiais e serviços e apresentar quadros com os quantitativos por tipo de dispositivo, material e serviço.

Deverá ser previsto o quantitativo necessário para execução de sinalização horizontal provisória, separada da sinalização definitiva, implantados em trechos em execução, contemplando, no mínimo, a sinalização do eixo em sua totalidade.

4.10.2 Sinalização Vertical

Já o projeto de sinalização vertical conterá indicações, localização, dimensões e tipos de suporte, abrangendo os seguintes tipos de placas:

- a) Advertência;
- b) Regulamentação;
- c) Indicação (localidades);
- d) Orientação (serviços);
- e) Educativas;
- f) Marcos quilométrico.

Apresentará o tipo de suporte de cada placa, isto é, se suspensas em pórticos, semipórticos ou postes (com braços projetados ou não) e placas em colunas. Estes suportes deverão ser adequadamente dimensionados e detalhados como parte do projeto. Considerar detalhes como tipo de fixação da placa no suporte, fundação do pórtico e semipórticos ou, se for o caso, fixação em muretas centrais ou laterais, ou outros dispositivos.

Todas as placas devem ser diagramadas com o intuito de determinar dimensões e auxiliar no processo construtivo.

Serão informadas as alturas de letras (função da velocidade da via) e os tipos caixa maiúscula ou minúscula.

O projeto apresentará, para efeito de orçamento, os quantitativos correspondentes às áreas de placas, conforme o tipo de película refletiva, número de placas a serem instaladas e do suporte.

4.10.3 Projeto de Sinalização por Semáforos e Painéis Informativos

O projeto de sinalização dinâmica deve conter:

- a) No caso de semáforos:

- i. Indicação do tipo: veicular ou para travessia de pedestres;
- ii. Indicação do tipo de controle: pista, faixa ou acesso;
- iii. Indicação de controle dos fluxos, pista/faixa aberta e pista/faixa fechada e se atuado, semi-atuado ou monitorado por programação prévia (pretimed);
- iv. Estudos dos ciclos e respectivas repartições semafóricas, com base em contagem de tráfego existente ou realizado para este fim específico. Para controle monitorado por programação prévia (pretimed), será determinada programação semafórica para 24 h, sete dias da semana. Se necessário deve ser especificada programação especial na ocorrência de situações atípicas (grande volume de tráfego nos feriados, eventos que gerem quantidade de viagens, entre outros).
- v. Para o controle atuado ou semi-atuado, apresentar as aproximações atuadas, os verdes mínimos, quantidade e duração das extensões e todos os parâmetros necessários para completa programação do controlador em campo;
- vi. Diagrama de fases e estágios, apresentando a liberação no tempo dos diversos movimentos;
- vii. Diagrama de repartições semafóricas;
- viii. Projeto de cabeamento elétrico e transmissão de dados, com a planta baixa e diagrama de ligações;
- ix. Especificação dos materiais empregados, como: controladores, grupos focais, repetidores, botoeiras, postes de sustentação, cabos, caixas de passagem;
- x. Quadros de quantitativos dos dispositivos empregados.

b) No caso de Painéis Informativos:

- i. Especificação do dispositivo, incluindo: dimensões das letras, detalhe dos pixels, dimensões do painel, modo de gerenciamento a partir da central;
- ii. Indicação da forma de fixação no solo ou em outros locais;
- iii. Projeto de cabeamento elétrico e transmissão de dados a partir da central;
- iv. Banco de mensagens a serem veiculadas e as situações em que serão empregadas, forma sucinta e acordo com as determinações detalhadas no projeto de operação.

4.10.4 Disposições Específicas

Não será permitida a apresentação do projeto de sinalização em diagramas lineares ou esquemas. A localização e situação dos elementos de sinalização serão lançadas sobre os desenhos do projeto, em reproduções simplificadas (sem curvas de nível, por exemplo), por motivos de clareza.

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) publicou manuais de sinalização de trânsito que estabelecem as diretrizes e parâmetros a serem atendidos nos projetos de sinalização viária no Brasil. Esses manuais elencam as diversas situações de entroncamentos, convergências e demais conjunturas possíveis em interseções rodoviárias e demonstram claramente as configurações de sinalização horizontal e vertical necessárias para manutenção da segurança viária nesses pontos.

Já o Manual de Sinalização Rodoviária – Volume I: Projeto, que compila informações e instruções de projeto de sinalização rodoviária, baseado nos manuais do CONTRAN. Esse manual aborda informações relevantes a rodovias rurais e localizadas em perímetro urbano, inclusive no tocante a interseções rodoviárias.

Sendo assim, o projetista deverá obedecer, simultaneamente, a todos os manuais supracitados e a esta instrução de projeto, para garantir a plena segurança viária na região de projeto.

4.11 Projetos de Drenagem

Projetos de drenagem enquanto parte integrante de projetos de pequeno porte, devem ser elaborados, conduzidos e apresentados conforme orientações e determinações a seguir.

- a) O Estudo Hidrológico conforme item 4.6 dessa instrução.
- b) A escolha da solução definitiva será efetuada de acordo com os critérios técnico, econômico, estético e administrativo, utilizando-se preferencialmente os sistemas e dispositivos de drenagem definidos no Manual de Drenagem de Rodovias, do DNIT (versão vigente) adotado pela GOINFRA, devendo abranger, de acordo com a necessidade, os seguintes sistemas de drenagem:
 - Drenagem superficial;
 - Drenagem do pavimento ou subsuperficial;
 - Drenagem subterrânea ou profunda;
 - Drenagem de travessia urbana;
 - Drenagem de transposição de talvegues.

Deverão ser relacionados todos os elementos necessários à construção da obra, sendo desenvolvidos do seguinte modo:

- As diversas estruturas que compõem o projeto de drenagem serão dimensionadas pelos métodos e fórmulas consagradas, devendo ser apresentada a memória de cálculo em que constem as normas e especificações adotadas, as hipóteses de cálculos, os valores dos condicionantes do projeto, as verificações de trabalho e os esforços e taxas resultantes;
- Desenhos de execução definidos por plantas, gráficos e tabelas. Neles devem estar incluídos a locação em planta, o perfil, possíveis escavações, regularizações e contenções que se fizerem necessárias; as dimensões de todas as peças; os materiais construtivos de cada uma, com especificações e quantitativos perfeitamente definidos; os planos de lançamento ou montagem, escoramento, processos construtivos, acabamentos e providências especiais para a execução da obra, caso necessário;
- Quando for o caso distinguir no desenho os dispositivos existentes, os dispositivos a serem demolidos, os dispositivos a serem prolongados, e os dispositivos projetados através de legendas bem definidas. Informar os elementos essenciais ao claro entendimento do sistema de drenagem existente em relação ao projetado. Os Projetos-tipo dos Dispositivos de Drenagem devem atender ao desenho no álbum de Projeto-tipo de Dispositivo de Drenagem, do DNIT, ou outro adotado pela GOINFRA;
- Todos os serviços a serem executados deverão seguir especificação, quantitativo, custo e metodologia de acordo com as Normas, da GOINFRA ou, nos casos não contemplados, apresentar especificações complementares nos mesmos moldes,
- No plano de execução da obra devem ser definidas as condições como prazos de execução e quantificação dos equipamentos e pessoal técnico, indicação do canteiro da obra e posição das instalações, jazidas e fontes de materiais, com suas distâncias de transporte e acessos.

4.12 Projetos de Obras Complementares

Deverão conter todas as intervenções realizadas em obras adjacentes à rodovia dentro da faixa de domínio. São elas:

- a) Realocação de postes de iluminação e distribuição de pontos de ônibus;
- b) Identificação em planta de pontos de ônibus, porteiros, mata-burros, cercas, alambrados e postes;
- c) Remoção e implantação de cercas e alambrados de divisa;

- d) Implantação de defensas metálicas e barreiras longitudinais (conforme ABNT NBR 6971 - Dispositivos auxiliares - Critérios de implantação e requisitos para a manutenção de defensas metálicas - Fabricação e fornecimento de defensas metálicas do tipo maleável, semi-maleável e tripla onda, para manutenção destes sistemas e ABNT NBR 14885:2016 - Segurança no tráfego - Barreiras de concreto);
- e) Demolições de toda e qualquer estrutura existente necessária à realização do projeto, tais como bueiros, defensas, postes e correlatos;
- f) Reconstrução dos elementos demolidos, com detalhamento necessário para tal.

4.13 Projetos de Sinalização de Obras

O projeto de sinalização de obras especifica o conjunto de elementos que visam alertar, orientar e regular o tráfego durante a execução de obras em um determinado trecho rodoviário e devem ser elaborados, conduzidos e apresentados conforme orientações e determinações da IPR-738 MANUAL DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS E EMERGÊNCIAS EM RODOVIAS, que tem como objetivo uniformizar a sinalização de obras em rodovias.

4.14 Apresentação dos estudos e projeto

Todos os estudos e projetos dessa instrução normativa deverão ser entregues em volumes conforme definido no Procedimento Operacional Padrão (POP) da Diretoria de Manutenção que está disponível no site da GOINFRA.

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 arquivo editável, com extensão *.DOC, *.DOCX, *.XLS compatíveis com os utilizados pela GOINFRA.

Poderá ser solicitado ao projetista quaisquer arquivos editáveis que se encontrem dentro dos volumes não editáveis que forem necessários para conferência do projeto.

5 REGISTROS

- Projeto de Pequeno Porte – Processos Erosivos

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

Identificação	Armazenamento	Proteção	Recuperação	Retenção	Disposição
Projeto de Pequeno Porte – Interseções Rodoviárias	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
--	---	---