

INSTRUÇÃO DE PROJETO RODOVIÁRIO

IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

A presente instrução normativa tem como objetivo estabelecer os padrões técnicos a serem seguidos referente aos estudos de topografia para a elaboração de projetos rodoviários das obras de implantação, restauração e melhoramentos executadas pela Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA), definindo os métodos de implantação da rede de marcos de apoio topográfico, levantamento cadastral planialtimétrico, definição do eixo longitudinal e apresentação dos serviços executados.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

Sumário

1- Objetivo	4
2- Referência normativa	4
3- Escopo dos serviços Topográficos.....	5
4 - Definição da Diretriz Definitiva de Projeto	5
5- Implantação da Rede Marcos para apoio topográfico	7
5.1 – Materialização da Rede geodésica de apoio	7
5.2 – Regras para o posicionamento e georreferenciamento dos Marcos.....	8
5.3 – Referenciais altimétricos.....	10
5.4- Regras para a verificação do erro relativo linear	11
5.5- Implantação de vértices de apoio à execução de obras em fase de projeto executivo de engenharia	11
5.6- Relatório de implantação da rede de marcos topográficos e arquivos digitais	12
6 - Levantamento cadastral	13
6.1- - Levantamento da diretriz definitiva	13
6.2 - Levantamento das ocorrências ambientais.....	16
6.3- Levantamento das ocorrências hidrológicas	17
6.4- Levantamento das ocorrências de materiais para construção	18
6.5- Levantamento de cadastro de propriedades e benfeitorias.....	18
7 - Definição e materialização do Eixo Longitudinal	19
8- Considerações Finais	20
9 – Apresentação dos Estudos.....	21
9.1- Relatório de apresentação dos estudos topográficos	21
9.2- Arquivos editáveis.....	23
9.2.1- Arquivos DWG e DXF	23

IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

9.2.2- Arquivos compatíveis com Sistemas de informações geográficas (S.I.G) em formato vetorial (shp, kml,).....	24
9.2.3- Arquivos compatíveis com Sistemas de informações geográficas (S.I.G) em formato raster (*Geotiff)	24
9.2.4- Arquivos nativos e Rinex dos equipamentos GNSS utilizados	24
☐ 9.2.5- Planilhas editáveis em formato xls	24
ANEXO.....	26
ANEXO A1: Modelo materialização de marco piramidal com base de sapata :.....	27
ANEXO A2: Modelo pilar de concreto com dispositivo de centragem forçada incrustado no topo.....	28
ANEXO A3: Modelo de chapa metálica de identificação do marco.....	29
ANEXO A4:Modelo de monografia de marco geodésico	30

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

1- Objetivo

Definir e especificar os serviços de estudos topográficos para os Projetos de Engenharia Rodoviária da GOINFRA, estabelecendo as metodologias, procedimentos e formas de apresentação a serem seguidos, para as fases de estudos preliminares e projeto executivo de implantação, restauração e melhoramentos de rodovias do Estado de Goiás.

2- Referência normativa

ABNT- NBR 13133-21 Execução de levantamento topográfico – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT NBR 15777, Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais - Escalas 1: 10.000, 1:5000, 1:2000 e 1:1000- ·Procedimentos;

Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte – GOINFRA – IP-02 Topografia;

Departamento de Estradas de Rodagem de Goiás – **DERGO – IS-01 Topografia**;

Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais – **DER/MG – Volume III - Estudos e Levantamentos Topográficos – maio 2019**;

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT- Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – 2006;

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT- Instrução normativa N° 55 de setembro de 2021 – *Estabelece diretrizes para o levantamento de bases ou estações de referência materializadas em campo, através de marcos geodésicos implantados e demais pontos de campo obtidos através da utilização de métodos e tecnologias de posicionamento geodésico por satélite*;

Especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao Sistema geodésico Brasileiro/ IBGE, Diretoria de Geociências, 1° ed – Rio de Janeiro: IBGE, 2017;

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

Modelo hgeoHNOR2020 para conversão de altitudes geométricas em altitudes normais / IBGE, Coordenação de Geodésia. - 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2023. 51 p. - (Relatórios Metodológicos, ISSN 0101-2843 ; v. 47);

Recomendações Para Levantamentos Relativos Estáticos - GPS – IBGE – abril 2008

3- Escopo dos serviços Topográficos

A execução de serviços de topografia para os projetos de obras rodoviárias de implantação, restauração e melhoramentos será dividida nas seguintes etapas:

- a) Definição da diretriz definitiva de projeto;
- b) Implantação da Rede Geodésica de apoio topográfico;
- c) Levantamento Planialtimétrico Cadastral;
- d) Definição e materialização do eixo longitudinal;
- e) Apresentação dos estudos e projeto executivo de topografia;

4 - Definição da Diretriz Definitiva de Projeto

Os estudos topográficos, nesta fase, deverão ser desenvolvidos seguindo as normas e especificações da GOINFRA, sendo elaborados por profissionais qualificados, responsáveis pela veracidade dos estudos e dados gerados. Esta fase objetiva a obtenção da diretriz e modelos topográficos digitais do terreno, necessários ao estudo dos corredores e à seleção da melhor alternativa de traçado.

Os modelos topográficos digitais do terreno utilizados para a seleção da melhor alternativa de traçado, 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 reprojetaas para a projeção UTM (Universal transversal Mercator) com indicação do Fuso. A GOINFRA se reserva ao direito de optar por determinar a forma a ser realizado de acordo com sua conveniência e necessidade.

Na fase de anteprojeto ou estudos preliminares para obras de construção, a diretriz inicialmente determinada deverá sobrepor e aproveitar ao máximo a estrada existente, podendo

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

ser posteriormente modificada, desde que apoiada nos demais estudos preliminares tais como: a Classe da Rodovia, condicionantes ambientais; arqueológicas; de drenagem; geológicas ou de interesse econômico e social. As condicionantes das modificações podem ser determinadas e justificadas a partir de relatórios de estudos, mapas, cartas, plantas e imagens de satélites para a definição da diretriz de projeto.

Nos projetos de restauração e/ou melhoria da geometria das rodovias a diretriz será o eixo da rodovia existente objeto do projeto executivo. Nos casos de melhoria da geometria da rodovia existente deverá ser levantado além de toda obra já executada, as faixas necessárias para a execução dos serviços necessários.

O resultado do estudo topográfico para a definição da diretriz de projeto deverá ser elaborado utilizando programas do tipo SIG (Sistemas de informações Geográficas), 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); com o objetivo de auxiliar na análise interdisciplinar para tomada de decisão do traçado da diretriz. Posteriormente esta etapa deverá ser elaborada em programas tipo CAD (Computer aided Design) 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.

Definida a diretriz de anteprojeto para implantação, a mesma deverá ser testada em campo para comprovar a fidelidade destas informações coletadas com aquelas encontradas no local. Neste momento, o profissional responsável pela checagem das informações em campo, deverá realizar o devido registro das coordenadas dos pontos notáveis, avaliando a necessidade de modificações através de observações a serem seguidas.

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 dele.

Deverá ser apresentada no mínimo 2 (duas) alternativas de traçado para obras de construção de rodovia, as mesmas deverão ser submetidas ao setor de Projetos Rodoviários da GOINFRA, para que sejam analisadas e devidamente aceita. Somente após a definição da Diretriz de Anteprojeto, será implantado a rede de marcos, o eixo definitivo e será realizado o cadastro planialtimétrico.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos**5- Implantação da Rede Marcos para apoio topográfico**

A implantação da rede de marcos, deverá seguir as orientações técnicas da NBR 13.133/2021 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 convencionais, 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 executivos das obras de construção e restauração e melhorias geométricas de rodovias, bem como implantação e restauração e Obras de artes especiais e Obras de arte corrente.

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), materializados em estruturas de concreto rígido devidamente padronizadas conforme projeto de construção em anexo a esta instrução normativa e identificadas por chapa metálica com informações que permitam sua identificação inequívoca.

5.1 – Materialização da Rede geodésica de apoio

Deverá ser implantado obrigatoriamente marcos próximos ao início e fim de cada trecho, independente da sua extensão;

A rede marcos deverão ser distribuída de maneira equidistante a extensão de cada trecho, com espaçamento de 3 Km (quilômetros) estas distâncias poderão sofrer uma variação de $\pm 1.000,00$ m em função das características da Região, (vegetação e ocupação da superfície). Para garantir a qualidade de implantação do marco geodésico deverá ser observado os seguintes critérios para sua materialização:

IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

- A. 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;
- B. Durante a coleta de dados em campo deverá ser evitado ao máximo locais que possam interferir no rastreamento e degradar a qualidade de sinais GNSS, como por exemplo: Fontes emissoras ou receptoras de radiação eletromagnética como: antenas emissoras de rádio, TV e telefonia celular; outras fontes como linhas de transmissão de alta tensão e subestações de energia elétrica; Feições físicas que possam provocar efeitos de multicaminho e/ou obstruir a recepção dos sinais GNSS, como superfícies refletoras de objetos metálicos, espelhos d'água, vegetação arbórea densa e outras feições elevadas.
- C. A estrutura física de construção dos marcos deverá seguir obrigatoriamente um dos modelos de projeto de construção inseridos nos Anexos A1 e A2 e a chapa de identificação do marco deverá seguir o modelo disponibilizado no anexo A3;

5.2 – Regras para o posicionamento e georreferenciamento dos Marcos

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 rastreamento 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 $5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$;
- 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;

IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

- 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;
- E. O ajustamento das observações deverá ser feito pelo “Método dos Mínimos Quadrados (M.M.Q)”, com precisão de 1 sigma (1σ) e “Erro Médio Quadrático (RMS)” igual ou menor do que 100 mm, usando como injunções os pontos da Rede Fundamental (SGB ou RBMC). 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%. 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 médio: < 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: 5 a 15 segundos;
 - 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

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

governo americano com atribuições semelhantes ao IBGE no que diz respeito à gestão da infraestrutura geodésica nacional dos EUA;

- G. O rastreamento 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.

5.3 – 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 13.133-21 em seu item 5.5.4 (Nivelamento com uso de tecnologia GNSS)*,

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 13.133-21 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 instrumento 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 13.133-21 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 caminhar 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.

5.4- 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:

- A- O erro relativo linear apresentado no relatório de ajustamento de rede do transporte de coordenadas do Sistema Geodésico Brasileiro para a rede de marcos implantada deverá atender a escala de 1:100.000 .
- B- O erro relativo linear para a poligonal formada pelos vetores que interligam a rede geodésica de marcos implantada que irá compor a poligonal principal terá que respeitar a escala de levantamento para a planimetria de 1:50.000 e respeitar a tolerância erro de 12mm/km para altimetria.

5.5- Implantação de vértices de apoio à execução de obras em fase de projeto executivo de engenharia

Para o posicionamento dos vértices de apoio a execução de obras, deve ser utilizado o método de posicionamento relativo estático rápido, partindo-se de marco de apoio topográfico implantado, e finalizando-se em outro marco de apoio implantado, de forma a permitir o fechamento da poligonal e, consequentemente, o controle e distribuição dos erros;

No levantamento de vértices de apoio, um receptor base é instalado no marco de apoio da poligonal principal e outro receptor no primeiro ponto a ser determinado (P1). Após o tempo mínimo de permanência de 20 minutos para se determinar o ponto P1, o receptor base é transferido para o próximo ponto a ser levantado (P2), enquanto o receptor instalado em P1 continua rastreando dados. Esta sequência é repetida até o último ponto da poligonal (PN), finalizando-se em um marco topográfico da poligonal principal implantada, que pode ser o mesmo de onde se iniciou a poligonal.

5.6- Relatório de implantação da rede de marcos topográficos e arquivos digitais

A implantação da rede marcos topográficos deverão ser descritos de maneira detalhada em capítulo específico do Volume de Estudo topográfico. Deverá ser contemplado os seguintes itens no corpo do relatório:

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 e certificados de funcionamento dos equipamentos utilizados;
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 com os vetores;
6. Apresentar resumo da tabela extraída da exportação do relatório de processamento das linhas bases das Estações de referência do SGB para a rede geodésica de apoio topográfica implantada, 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 resumo da tabela extraída da exportação do relatório de ajustamento de rede das Estações de referência do SGB para a rede de marcos topográficos implantados contendo as seguintes informações: Linha de base, Componentes ajustados (Azimute, Altura Elipsoidal, Distância Elipsoidal), Residuais, Razão da precisão horizontal, Razão da precisão 3D.
8. Apresentar tabela de coordenadas planimétricas Geodésicas, Planas UTM (Com indicação fuso), altitude geométrica, fator de correção da ondulação geoidal e Altitude normal, referenciadas ao sistema de referência geodésico brasileiro

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

(Datum) SIRGAS 2000 obtidas pós ajustamento das observações tendo como injeções as Estações ativas da RBMC ou Estações passivas do tipo GPS-SAT;

9. Apresentar tabela de coordenadas planialtimétricas Geodésicas, Planas UTM (Com indicação fuso), altitude geométrica, fator de conversão e Altitude normal, referenciadas ao sistema de referência geodésico brasileiro (Datum) SIRGAS 2000, obtidas pós ajustamento através do Serviço de posicionamento por Ponto Preciso (PPP) do IBGE;
10. Apresentar tabela de verificação do erro de fechamento linear e fechamento de altimetria, comparando as coordenadas planialtimétricas finais ajustas utilizando as RBMC ou Estações passivas tipo GPS-SAT como referência em relação as coordenadas planimétricas obtidas pela Serviço de posicionamento preciso (PPP) do IBGE. Sendo validadas conforme erros permitidos descrito nesta norma.
11. Monografia dos marcos geodésicos implantados conforme modelo no anexo A4 desta instrução normativa;

6 - Levantamento cadastral

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;

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

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 feitas irradiações 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 de modo a assegurar as precisões mínimas preconizadas por esta Instrução Normativa.

Poderá ser empregado técnicas de aerolevantamento 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) para escaneamento preciso do terreno. O processamento de imagens obtidas por câmeras multiespectrais ou o levantamento utilizando sensores LIDAR deverão obrigatoriamente ter como referência a rede de marcos geodésicos implantada e as e a nuvem de pontos deverá ser deverá ser classificada de acordo com a sua tipologia física.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

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 170 pontos por hectare 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.

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;
- Culturas e atividades econômicas;
- Imóveis e edificações próximas à via;
- Serviços de utilidade pública (postes, torres elétricas, rede de esgoto e água);
- Início e fim de áreas urbanas;
- 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;

6.2 - Levantamento das ocorrências ambientais

Todas as ocorrências ambientais poderão ser levantadas em campo no decorrer d a partir de 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, 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.

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;
- Remanescentes de vegetação nativa;
- Reserva Legal (RL)
- Sítios arqueológicos;
- Servidões administrativas;
- Terras indígenas;
- Unidades de conservação (UC'S) municipais, estaduais, federais ou privadas;

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.

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;

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

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;

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.

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:

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

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

7 - Definição e materialização do Eixo Longitudinal

Finalizado o levantamento cadastral planialtimétrico conforme recomendações do item 6 desta Instrução normativa, deverá ser elaborado com base em todas as informações cadastrais levantadas a definição do eixo longitudinal de projeto.

Esta definição se aplica para obras de implantação, restauração e melhoramentos. 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 fiel do terreno de inserção do projeto.

Para obras de implantação e melhoramentos será definido as tangentes e os pontos de interseção, deverá ser gerado relatório contendo as coordenadas dos pontos, distâncias entre estes pontos das tangentes, ângulos horizontais determinados pelas tangentes para propiciar a locação do eixo longitudinal de projeto. 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, acrescentando 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).

Para obras de restauração deverá ser adotado como parâmetros os pontos notáveis já existentes na obra implantada objeto de restauração e os mesmos deverão ser apresentados com a mesma metodologia estaqueamento para obras de implantação e melhoramentos.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

Ficará a critério do corpo técnico da GOINFRA estabelecer a necessidade de materialização dos pontos do eixo para obras de implantação e melhoramentos, se adotadas, serão realizadas através de piquetes de madeira de lei com as dimensões 15x3x3 cm, com estacas testemunhas de madeira com a identificação do ponto, com as dimensões de 40x5x1,5 cm, pintadas de branco com descrição em vermelho. As amarrações planialtimétricas dos pontos do eixo deverá ser a partir de rede marcos da poligonal principal implantada conforme recomendações do item 5 desta Instrução normativa, utilizando 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) compatível ao referencial planialtimétrico de elaboração do projeto.

Para projetos de restauração a materialização do eixo será obrigatória, deverá, também, ser amarrada a poligonal principal implantada, deve ficar explícito em relatório se ela será materializada no bordo direito, bordo esquerdo ou eixo. Deverá ser pintado o estaqueamento do eixo in loco, utilizando para locação 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) ou equipamento similar que permita a materialização do eixo no mesmo referencial planialtimétrico no qual foi elaborado todos os serviços topográficos do projeto atendendo as precisões estabelecidas por esta Instrução normativa.

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

8- Considerações Finais

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 do mesmo.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

9 – Apresentação dos Estudos

9.1- Relatório de apresentação dos estudos topográficos

O relatório de apresentação dos Estudos topográficos deverá seguir a seguinte estrutura:

1-APRESENTAÇÃO

1.1- IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

1.2- IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA

2- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

3- DEFINIÇÃO DA DIRETRIZ DEFINITIVA DE PROJETO E ESTUDO DE TRAÇADO

4- IMPLANTAÇÃO DA REDE MARCOS DE APOIO TOPOGRAFICO

4.1- DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E SUAS RESPECTIVAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS; APRESENTAÇÃO DE CERTIFICADOS DE FUNCIONAMENTO E CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

4.2- METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO

4.3- APRESENTAR QUADRO RESUMO DA TABELA DE PROCESSAMENTO DE LINHA DE BASE

4.4- APRESENTAR QUADRO RESUMO DA TABELA EXTRAÍDA DO RELATÓRIO DE AJUSTAMENTO DE REDE

4.5- TABELA DE COORDENADAS PLANIALTIMÉTRICAS FINAIS PÓS PROCESSADAS DOS MARCOS DE CONTROLE AJUSTADOS TENDO COMO REFERÊNCIA DUAS ESTAÇÕES DA REDE ATIVA DA RBMC EM FORMATO UTM; GEODÉSICO, ALTITUDE GEOMÉTRICA, FATOR CORREÇÃO DA ONDULAÇÃO GEOIDAL, ALTITUDE NORMAL, PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL.

5- APRESENTAR TABELA DE VERIFICAÇÃO DE ERRO RELATIVO DA PLANIMETRIA E FECHAMENTO ALTIMETRIA DAS COORDENADAS FINAIS DOS MARCOS QUE FORMAM A POLIGONAL PRINCIPAL

6- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REDE MARCOS DA POLIGONAL PRINCIPAL IMPLANTADA

7- MONOGRAFIAS DOS MARCOS TOPOGRÁFICOS DA POLIGONAL IMPLANTADOS CONFORME MODELO PADRÃO DISPONIBILIZADO

8- LEVANTAMENTOS CADASTRAIS PLANIALTIMÉTRICOS

8.1 – METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

8.2 - DEFINIÇÃO DO EIXO LONGITUDINAL

8.3- LEVANTAMENTO CADASTRAL DOS PONTOS NOTÁVEIS

8.4- LEVANTAMENTO DE OCORRÊNCIAS AMBIENTAIS

8.5 LEVANTAMENTOS DE OCORRÊNCIAS HIDROLOGIAS

8.6 LEVANTAMENTOS CADASTRAL FUNDIÁRIO

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

9- DECLARAÇÕES

9.1- DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELO ESTUDO DA DISCIPLINA

*9.2 – DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA PELA EDIÇÃO DA MALHA TIN (MDT)
APRESENTADA*

9.3- ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

10- ANEXOS

- *Descritivo IBGE de estações da rede ativa da Rede Brasileira de monitoramento contínuo utilizadas;*
- *Relatórios PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) emitidos;*
Relatórios de ajustamento de rede,
Relatórios de processamento de linhas de base
- *Levantamento cadastral planialtimétrico;*
- *Documentações pertinentes;*

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.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

9.2- Arquivos editáveis

9.2.1- Arquivos DWG e DXF

Os arquivos editáveis do projeto de estudo topográfico deverão ser apresentados em formato DWG e DXF compatíveis com softwares CAD, devidamente georreferenciados ao sistema projeção adotado para execução de todo o escopo dos serviços topográficos apresentados

Os desenhos deverão conter obrigatoriamente as seguintes informações:

- Indicação de Sistema de referência geodésico (Datum)
- Todos os Pontos de cadastro com descrição de elevação atendendo o item 6 desta Instrução normativa;
- Eixo projetado;
- Perfil longitudinal;
- Modelo digital de terreno (MDT) da Superfície primitiva;
- Curvas de nível de 1m em 1m com cotas de curva mestre;
- Marcos e poligonal principal;
- Cadastro fundiário de todas as propriedades inseridas na faixa de domínio (Obras de implantação e melhoramentos);
- Relatório das distâncias e ângulos das diretrizes definidas;
- 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.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

9.2.2- Arquivos compatíveis com Sistemas de informações geográficas (S.I.G) em formato vetorial (shp, kml,)

Deverão ser apresentados arquivos SIG, referente aos seguintes itens:

- Localização da rede de marcos de apoio topográfico Shp;
- Relatório de ajuste da rede em formato KML exportado do programa utilizado para o ajustamento das observações ;
- Eixo estaqueado projetado em formato Shp;
- Faixa de domínio em formato Shp;
- Levantamento cadastral planialtimétrico em formato Shp;
- Ocorrências ambientais em formato Shp;

9.2.3- Arquivos compatíveis com Sistemas de informações geográficas (S.I.G) em formato raster (*Geotiff)

- Apresentar imagens ortoretificadas em formato *Geotiff;
- Apresentar imagens de satélite utilizadas para levantamentos secundários de apoio a elaboração do projeto em formato *Geotiff;

9.2.4- Arquivos nativos e Rinex dos equipamentos GNSS utilizados

- Apresentar arquivos nativos de todas as operações de rastreamento estático utilizadas para composição do estudo topográfico, estes arquivos possuem formatos variados, apresentá-los conforme formato do fabricante dos equipamentos GNSS;
- Apresentar arquivos em formato Rinex em sua versão 2.11 devidamente convertidos e tratados tendo como origem os arquivos nativos apresentados de todas as operações de rastreamento estático utilizadas para a composição do estudo topográfico;
- Apresentar arquivos em formato Rinex de todas as estações da rede ativa da RBMC utilizado para os pós processamentos e ajuste das observações de implantação da rede topográfica de apoio,
- **9.2.5- Planilhas editáveis em formato xls**

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

- Tabela de coordenadas planialtimétricas da rede marcos implantado;
- Tabela de coordenadas do levantamento cadastral planialtimétrico executado;
- Tabela de verificação de erro relativo linear e fechamento altimétrico;
- Tabela de cadastro de propriedades;
- Tabela de elementos geométricos horizontais;

MANUT

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

ANEXO

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

ANEXO A1: Modelo materialização de marco piramidal com base de sapata :

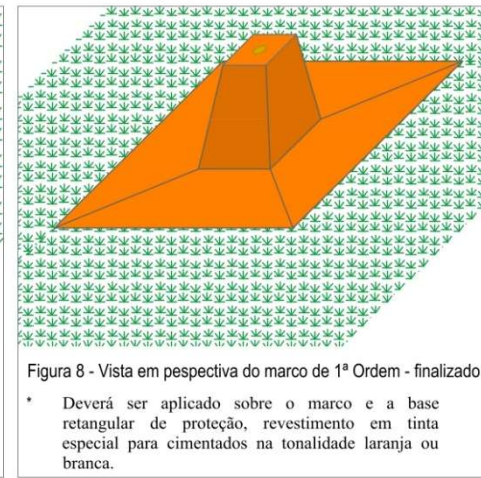
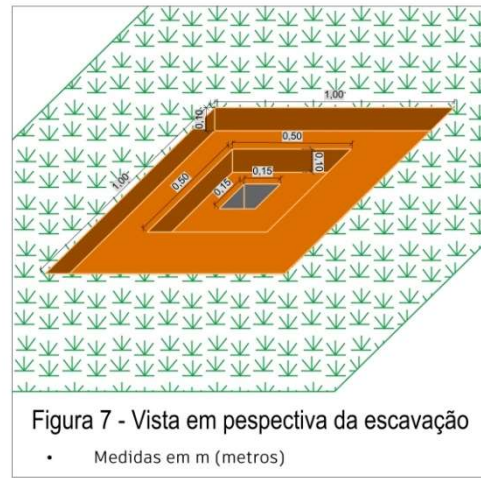
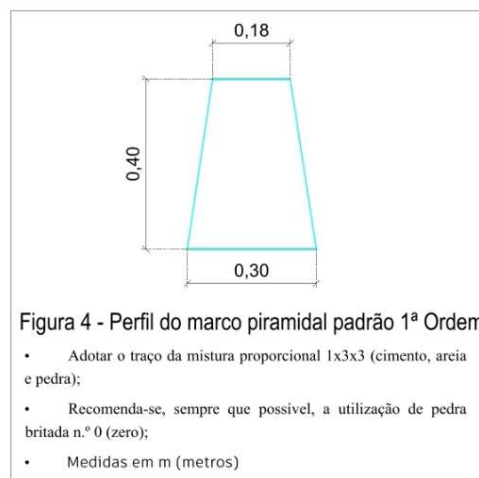
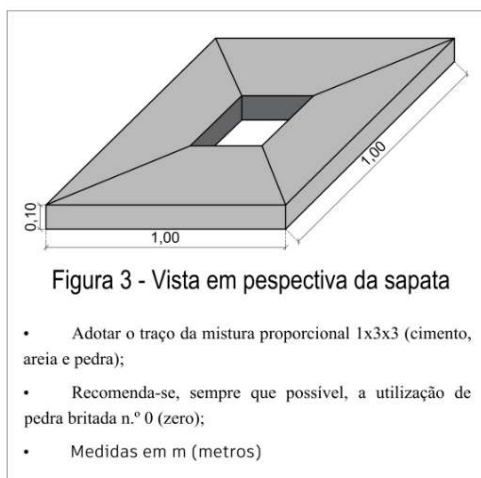
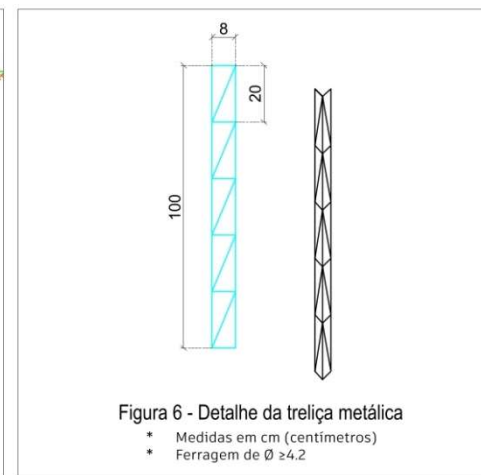
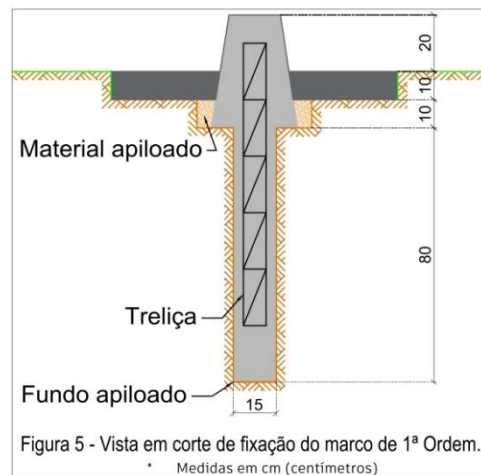
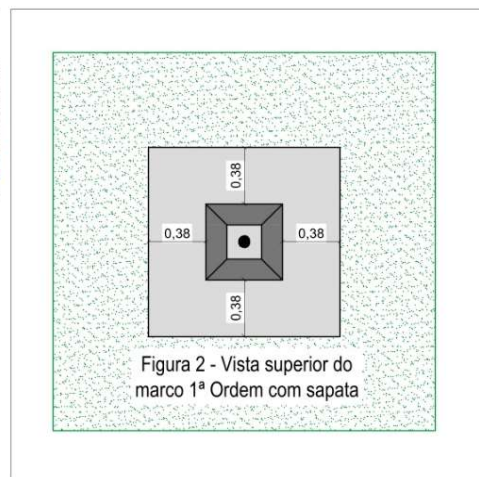
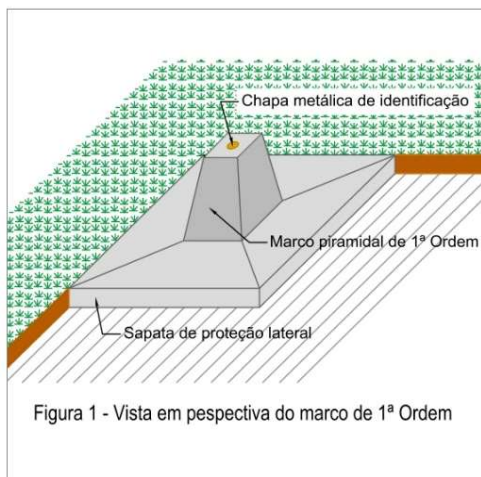


Figura 1 - Modelo de marco piramidal com base de sapata

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

ANEXO A2: Modelo pilar de concreto com dispositivo de centragem forçada incrustado no topo.

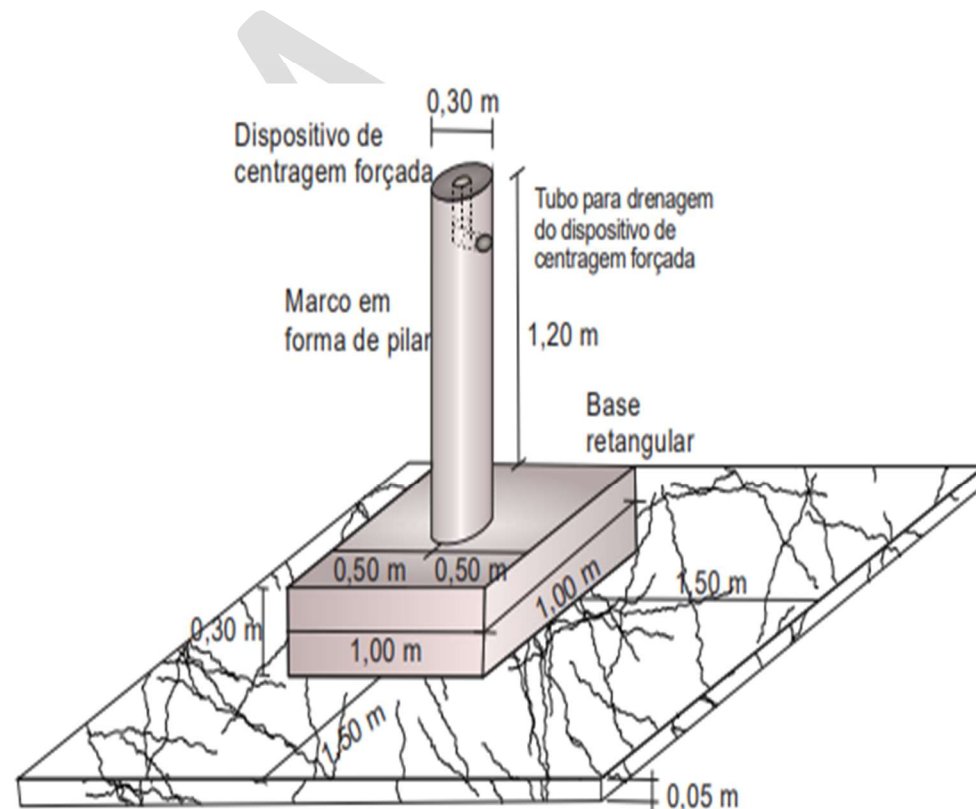
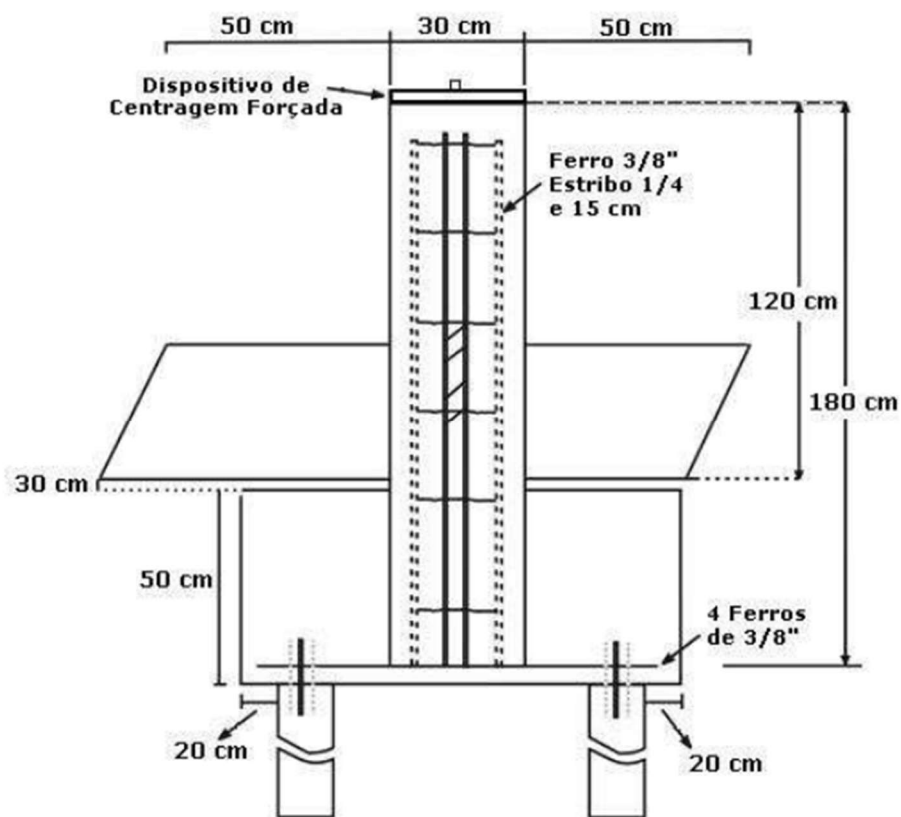


Figura 2 - Modelo de marco em formato de pilar de concreto - Fonte: Padronização de marcos geodésicos, 2008.

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

ANEXO A3: Modelo de chapa metálica de identificação do marco.

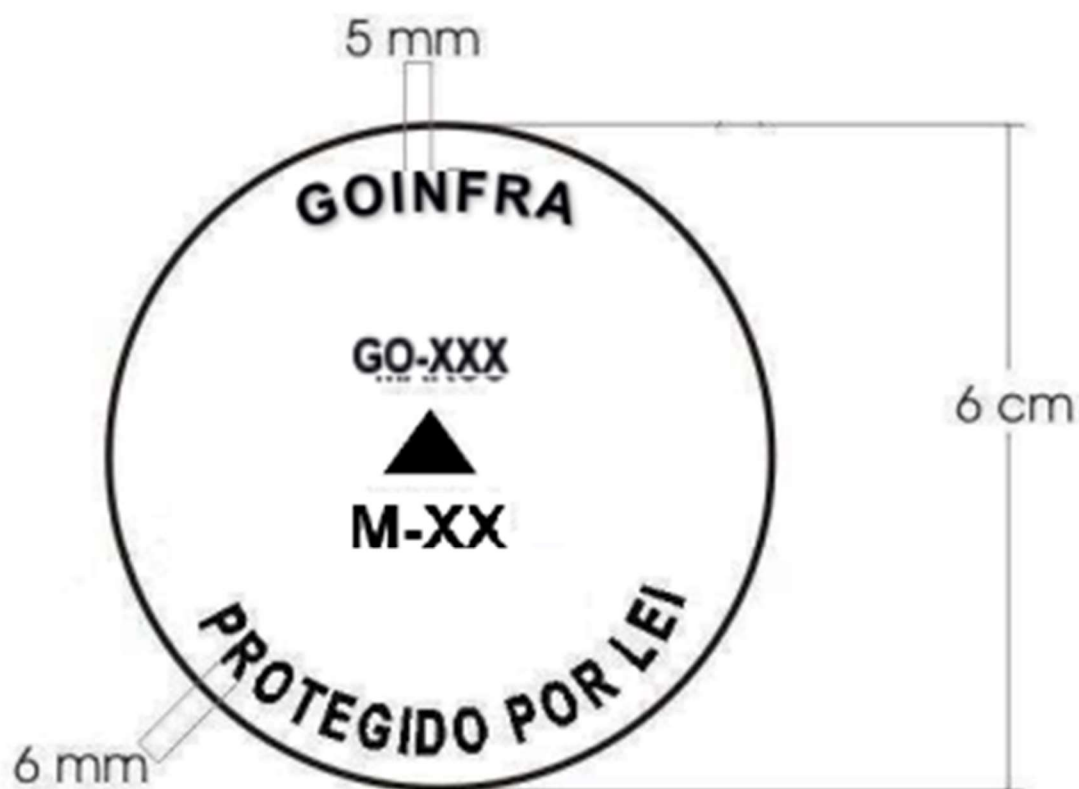
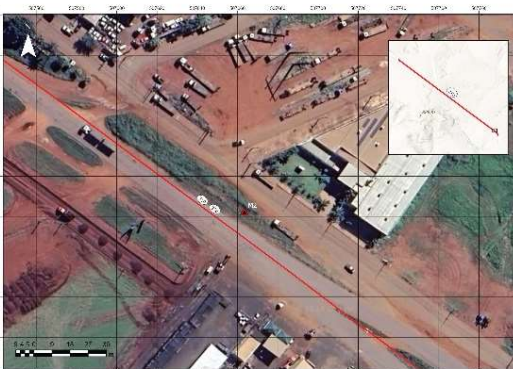


Figura 3 - Modelo de chapa metálica

Instrução de Projetos Rodoviários
IP-02 GOINFRA – Estudos Topográficos

ANEXO A4:

Modelo de monografia de marcos geodésico de apoio topográfico

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICO AFERIDO					
Nome	M2-controle	Referência	RBMC - GOGY, GOJA	Data rastreio	13/03/24
Estado	GO	Município	Rio verde	Tempo de Rastreio	05:26:10.000
Receptor	TRIMBLE R8S	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	RBMC
Antena	TRIMBLE R8S	Altura da antena (m)	1,438	Merdiano Central	-51°W
SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
GEODÉSICAS		UTM		PLANO TOPOGRAFICO	
Lat	17°45'52.54674"S	Este (m)	507664,355	Marco referência	M2
Long	050°55'39.71317"W	Norte (m)	8036061,9520	X	4209790,08
X		Fuso	22L	Y	1130021,758
ALTIMETRIA					
Altitude Geométrica (m)	770,86	Correção Ondulação Geoidal	-6,23	Altitude Normal	777,09
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
σ Latitude (m)	0,001	σ Longitude (m)	0,004	σ Altitude (m)	0,005
DESCRIÇÃO					
Marco em concreto localizado a margem esquerda na saída para Montividiu no perímetro urbano de Rio verde					
FOTOGRAFIAS					
 22K-507663 8036063 GO174-RIO. VERDE MARCO M.02					
ITINERÁRIO					
Marco localizado na saída para Montividiu no perímetro urbano de Rio verde					