

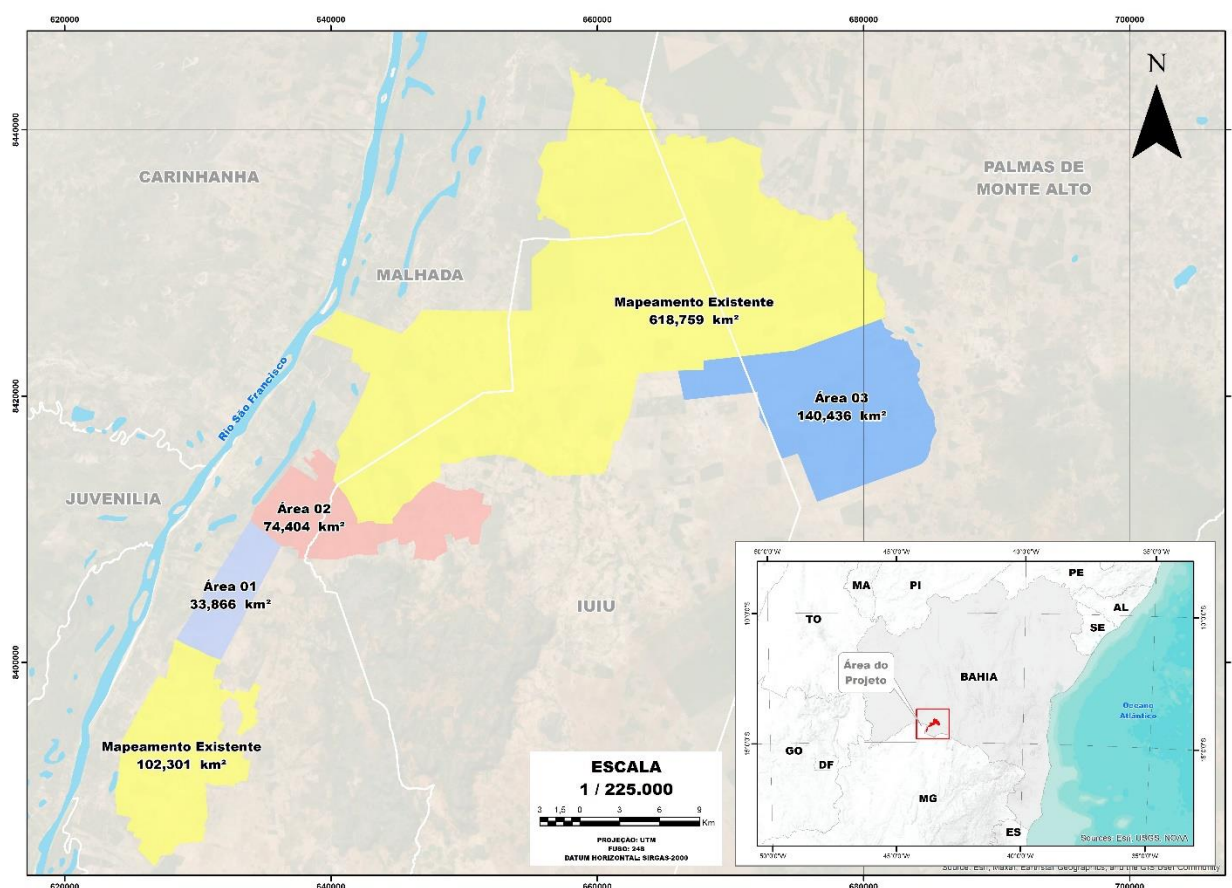
## ANEXO VII - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA OS SERVIÇOS DE CARTOGRAFIA

### 1 OBJETIVO

1.1 Estabelecer normas e critérios para a execução dos serviços de levantamentos cartográficos visando à elaboração de estudos básicos de engenharia.

1.1.1 Os objetivos específicos dos trabalhos consistem no levantamento cartográfico, subsídios para o desenvolvimento das demais atividades técnicas vinculadas ao projeto Iuiú, que para fins de contratação dos serviços objeto deste termo de referência, encontra-se subdividido nas seguintes áreas abaixo discriminadas, que complementam os mapeamentos existentes na região:

- Área 01 = 33,866 km<sup>2</sup>
- Área 02 = 74,404 km<sup>2</sup>
- Área 03 = 140,436 km<sup>2</sup>



1.1.2 As três regiões que compõem as áreas dos trabalhos deste Termo de Referência, bem como as áreas referentes ao mapeamento existente, serão disponibilizadas para as licitantes em formato shapefile.

- 1.1.3 O voo aerofotogramétrico deverá ser executado no período de maior estiagem possível, ao fim do período de seca, visando sobrevoo em período de maior exposição do terreno e menor acúmulo de água.
- 1.2 As especificações são gerais e aplicam-se somente aos itens pertinentes, referentes aos serviços pagos a preços unitários da planilha orçamentária.

## **2 PLANO DE TRABALHO E MOBILIZAÇÃO**

- 2.1 A CONTRATADA deverá apresentar um Plano de Trabalho, o qual deverá conter de forma detalhada os seguintes itens:
- a) Estrutura Analítica de Projeto (EAP), com relação às atividades a serem desenvolvidas;
  - b) Metodologia de execução das etapas de trabalho (métodos, técnicas e ferramentas a serem utilizadas) e os respectivos resultados esperados (obtenção, apresentação e entrega dos produtos);
  - c) Cronograma de execução dos serviços, listando os prazos e produtos estabelecidos pela CONTRATANTE;
  - d) Organograma da equipe técnica, alocada por etapa de trabalho e atividade planejada, contendo a relação dos profissionais envolvidos e suas funções, com comprovação do vínculo e experiência e registro de responsabilidade técnica quando for o caso, de acordo aos requisitos do presente TR;
  - e) Instalações, equipe, equipamentos e aplicativos alocados para cada etapa de trabalho, com discriminação detalhada de suas características;
  - f) Plano de mobilização para todas as etapas de trabalho;
  - g) Plano de avaliação da qualidade de cada etapa de trabalho, para garantir o atendimento das normas técnicas existentes e das especificações técnicas previstas no presente TR.
- 2.2 O Plano de Trabalho deverá ser entregue à CONTRATANTE para análise e aprovação por parte da fiscalização do Contrato, a fim de garantir a qualidade das atividades.
- 2.3 Os serviços só poderão ser iniciados se aprovados previamente pela CONTRATANTE.
- 2.4 Adicionalmente aos relatórios parciais que deverão ser entregues na conclusão de cada etapa de trabalho, a CONTRATADA deverá apresentar relatórios mensais que mostrem o andamento geral dos serviços contratados e apontem eventuais problemas, mudanças ou atrasos no cronograma de entregas, com as devidas justificativas.

## **3 REALIZAÇÃO DO RECOBRIMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO**

- 3.1 Previamente à execução do serviço de recobrimento aerofotogramétrico, a CONTRATADA deverá apresentar, um Relatório Técnico de Planejamento do Aerolevanteamento, o qual deverá conter de forma detalhada os seguintes itens:

- a) Documentação comprobatória da capacidade de execução do aerolevantamento por parte da CONTRATADA como licença, habilitação e homologação, o que couber, das agências e órgãos reguladores (CREA, ANAC, DECEA e MD) e Seguro RETA;
  - b) Certificado de calibração atualizado das câmeras aerofotogramétricas digitais que serão utilizadas no recobrimento aerofotogramétrico, expedido por autoridade competente, bem como quaisquer outros instrumentos utilizados;
  - c) Plano de voo analítico, assinado pelo responsável técnico, contendo os detalhes técnicos da execução do serviço de aerolevantamento;
  - d) Plano de voo gráfico, em meio digital no formato KML e SHP, contendo os elementos do aerolevantamento e apoio de campo na área objeto de trabalho;
- 3.2 O serviço de recobrimento aerofotogramétrico somente poderá ser executado por empresa devidamente inscrita no Ministério da Defesa (MD) na categoria "A", ou por consórcio de empresas de categorias "A" e "C" ou "B" e "C", e após obter prévia autorização para execução do aerolevantamento, conforme Portaria Normativa nº 101/GM-MD, de 26/12/2018, que dispõe sobre os procedimentos para a atividade de aerolevantamento no território nacional.
- 3.3 O recobrimento aerofotogramétrico deverá ser realizado por aeronaves que permitam voar a uma altitude que garanta a geração de um GSD (Ground Sample Distance) compatível com a produção de ortomosaicos cuja resolução espacial final seja de 10 (dez) cm/pixel.
- 3.4 A aeronave deverá estar adaptada e equipada com câmera aerofotogramétrica digital para a aquisição de dados que permita a geração de imagens digitais coloridas e compatíveis com as especificações técnicas definidas para a geração das ortofotos.
- 3.5 Será permitido a utilização de aeronaves tripuladas e/ou aeronaves remotamente pilotadas (RPA-Remotely Piloted Aircraft).
- 3.6 Não será permitida a combinação de dois ou mais tipos de aeronaves e/ou equipamento fotográfico para a realização de um mesmo aerolevantamento em uma mesma área.
- 3.7 Em caso de uso de RPA, não será permitido uso de aeronave ou tecnologia totalmente automática, devendo o piloto ser capaz de intervir durante a operação de voo quando necessário.
- 3.8 Serão obrigatórias licença e habilitação emitidas pela ANAC para pilotos de operações com aeronaves não tripuladas RPA da classe 1 (peso máximo de decolagem de mais de 150 kg) ou da classe 2 (mais de 25 kg e até 150 kg) ou da classe 3 (até 25 Kg) que pretendam voar acima de 400 pés.
- 3.9 Pilotos remotos de aeronaves não tripuladas RPA da classe 1 (mais de 150 kg) e da classe 2 (mais de 25 kg e até 150 kg) deverão possuir ainda o Certificado Médico Aeronáutico emitido pela ANAC ou, em alguns casos, pelo DECEA.
- 3.10 Pilotos da classe 3 (até 25kg) que pretendam operar acima de 400 pés também estão obrigados a portar o Certificado Médico Aeronáutico (CMA). Para voar abaixo dessa altitude, dispensa-se o CMA.
- 3.11 CONTRATADA deverá encaminhar à CONTRATANTE o Certificado de Calibração das câmeras aerofotogramétricas digitais que serão utilizadas, bem como quaisquer outros instrumentos utilizados. O documento deverá

informar o período de validade da calibração, o qual não poderá ser superior a dois anos.

- 3.12 A CONTRATADA deverá garantir ainda que as câmeras aerofotogramétricas digitais possuam os seguintes requisitos:
- a) Sejam de médio ou grande formato com capacidade para obtenção de imagens no espectro eletromagnético do visível;
  - b) Possuam resolução radiométrica mínima do elemento sensor de 16 (dezesesseis) bits por banda espectral RGB (Red-Green-Blue).
- 3.13 O recobrimento aerofotogramétrico será executado a partir de um Plano de Voo (Analítico e Gráfico) previamente planejado em escritório e que deverá ser documentado no Relatório Técnico de Planejamento do Aerolevantamento.
- 3.14 O Plano de Voo deverá considerar, minimamente, os seguintes itens:
- a) Altitude do voo: deverá ser adotada a altitude que permita a produção de ortomosaicos com 10 (dez) cm/pixel, sem que estas apresentem arrasto com a utilização de câmera aerofotogramétrica digital;
  - b) Altura do voo: deverá ser compatível com a diferença de altitude de voo e a altitude média do terreno a ser imageado.
- 3.15 O Relatório Técnico de Planejamento do Aerolevantamento deverá ser entregue à CONTRATANTE para análise e aprovação, a qual poderá aprovar a execução do serviço ou solicitar novos documentos para análise à CONTRATADA.
- 3.16 O serviço de recobrimento aerofotogramétrico somente será aprovado pela CONTRATANTE e poderá ser realizado se os documentos apresentados pela CONTRATADA forem válidos, estiverem de acordo com a legislação vigente e atenderem às especificações técnicas previstas no presente TR.
- 3.17 O voo destinado a obter o recobrimento aerofotogramétrico deverá ser executado seguindo o Plano de Voo aprovado, e observando os seguintes aspectos técnicos:
- a) A altitude de aquisição das imagens deverá prever um GSD compatível com a produção de ortomosaicos cuja resolução espacial final seja de 10 (dez) cm/pixel. Não será permitido o recurso de reamostragem ou pansharpening na geração da imagem/ortomosaico final;
  - b) A sobreposição longitudinal entre fotos, bem como a sobreposição lateral entre faixas de voo serão definidas para atender o GSD citado no item “a” acima, a depender do equipamento/sensor utilizado;
  - c) A obtenção das fotografias aéreas digitais deverá ser feita com ângulo solar mínimo de 35° (trinta e cinco graus) para regiões planas e 45° (quarenta e cinco graus) para regiões montanhosas e/ou de grande densidade urbana (caracterizada pela existência de grande quantidade de edificações com vários pavimentos), em horário que garanta o máximo aproveitamento, a fim de evitar o excesso de luz ou a projeção de sombras que possam prejudicar a identificação ou conduzir à oclusão de feições do terreno;
  - d) As fotografias deverão ser obtidas em condições atmosféricas favoráveis, em dias claros, com céu limpo, sem a presença de neblina, fumaça, poeira, nuvens ou sombras de nuvens. Excepcionalmente, as fotografias que apresentem pequenas nuvens ou fumaça poderão ser aceitas, desde que não prejudiquem a perfeita definição dos detalhes visíveis na imagem. Ficará a critério da CONTRATANTE a aceitação de fotografias

- que não atendam às exigências deste item, desde que não venham a prejudicar a elaboração das ortofotos e ortomosaicos;
- e) Caso haja mudança das características radiométricas das imagens, causadas por alterações de condições climáticas, como precipitações ou por épocas distintas de aquisição, a CONTRATADA deverá executar novamente os trechos da última faixa recoberta de modo a garantir a homogeneidade radiométrica entre os blocos;
  - f) As tomadas das fotografias aéreas digitais deverão ser efetuadas com tempo de exposição e velocidade da aeronave controlada para que não ocorra o arrastamento nas imagens (não serão aceitas imagens com efeito de arrastamento ou de reflexão solar em lâminas d'água ou coberturas metálicas que prejudiquem a interpretação das fotografias aéreas digitais).
- 3.18 Posteriormente à execução do serviço de recobrimento aerofotogramétrico, a CONTRATADA deverá consolidar todos os relatórios de voos parciais e apresentar, um Relatório Técnico de Execução do Aerolevantamento.
- 3.19 Os relatórios de voos parciais deverão ser entregues à CONTRATANTE, à medida que são elaborados, para análise e aprovação e deverão conter obrigatoriamente as seguintes informações:
- a) Nome da empresa responsável pelo voo;
  - b) Designação e descrição sumária do projeto de aerolevantamento;
  - c) Tipo de aeronave e respectivo prefixo;
  - d) Tipo, modelo e número de série da câmera fotogramétrica digital usada;
  - e) Data do voo e período de tempo estimado e executado;
  - f) Número da Licença do Ministério da Defesa e Autorização de voo do Estado Maior da Aeronáutica (AVOEM);
  - g) Número de identificação das imagens;
  - h) Sobreposição longitudinal entre fotos e sobreposição lateral entre faixas de voo (mínima, média e máxima);
  - i) Altura média do voo;
  - j) Altitude média de voo;
  - k) Telemetria do voo.
- 3.20 Processamento das Imagens Digitais
- a) As imagens obtidas no recobrimento aerofotogramétrico deverão obedecer às seguintes especificações gerais:
  - b) Modo de aquisição: as imagens deverão ser adquiridas em formato digital, conforme o recobrimento da área de interesse prevista no TR, empregando obrigatoriamente dispositivo sensor imageador do tipo câmera aérea fotogramétrica digital;
  - c) Resolução espacial: A altitude de aquisição das imagens deverá prever um GSD compatível com a produção de ortomosaicos cuja resolução espacial final seja de 10 (dez) cm/pixel. Não será permitido o recurso de reamostragem ou pansharpening na geração da imagem/ortomosaico final;
  - d) Resolução radiométrica: as imagens digitais nativas deverão ter, no mínimo, 16 (dezesesseis) bits de resolução radiométrica para cada banda espectral RGB (Red-Green-Blue);
  - e) Resolução espectral: as bandas espectrais das imagens digitais deverão ser adquiridas simultaneamente pelo dispositivo sensor imageador; estar perfeitamente registradas; não apresentar deslocamentos entre bandas; e abranger as bandas do espectro eletromagnético do visível;



- f) Sejam tomadas em dias claros de céu limpo;
  - g) Estejam isentas da presença de neblina, fumaça, poeira, nuvens ou sombras decorrentes destes elementos;
  - h) Estejam isentas de ruídos, imperfeições, linhas ou colunas com radiometria inadequada, devido a detectores defeituosos, e áreas ou elementos distorcidos ou desfocados da cena original causados por problemas de processamento e/ou aquisição da imagem pela câmera aérea;
  - i) Sejam obtidas na direção de voo descritas no Plano de Voo, de modo a se obter o menor número de fotografias;
  - j) Sejam obtidas com ângulo solar mínimo de 35° (trinta e cinco graus) para regiões planas e 45° (quarenta e cinco graus) para regiões montanhosas e/ou para as regiões de grande densidade urbana, caracterizadas pela existência de grande quantidade de edificações com vários pavimentos;
- 3.21 Ficará a critério da CONTRATANTE a aceitação de fotografias que não atendam às exigências do subitem 5.5.1, desde que não venham a prejudicar a elaboração das ortofotos e ortomosaicos.
- 3.22 Após a realização do recobrimento aerofotogramétrico digital, deverá ser realizado o processamento das imagens utilizando softwares fornecidos pelo fabricante da câmera ou softwares específicos comprovadamente compatíveis.
- 3.23 As imagens "nativas" deverão ser processadas a partir de sua resolução radiométrica original em 16 (dezesseis) bits e exportadas para o formato TIFF (Tagged Image File Format) e georreferenciadas, sem compressão, sem degradação, utilizando técnicas de processamento digital de modo a melhorar a qualidade, contraste e a uniformidade de cores para toda a área recoberta, isto é, para toda a área objeto do contrato.
- 3.24 As imagens deverão ser tratadas de forma a ajustar o histograma e minimizar as discrepâncias de brilho, saturação e contraste em regiões distintas da imagem (por exemplo: hot spot em espelhos d'água).
- 3.25 O processamento deverá ser realizado de forma a possibilitar a geração, nas fases subsequentes, de imagens ortorretificadas das fotografias aéreas das faixas de voo executadas, as quais deverão permitir reconstituir com nitidez e sem distorções a área imageada no recobrimento aerofotogramétrico.
- 3.26 Ao término desse processamento, amostras das imagens obtidas para cada faixa e bloco de voo, deverão ser apresentadas à CONTRATANTE para análise e aprovação.
- 3.27 A CONTRATADA deverá entregar à CONTRATANTE, em dispositivos de armazenamento (SSD externo), todas as fotografias aéreas digitais das faixas de voo executadas, com os seus respectivos metadados, contendo obrigatoriamente, dentre outras informações, os parâmetros (X0, Y0, Z0,  $\phi$ ,  $\omega$ ,  $\kappa$ ) resultantes do processamento realizado. Estes arquivos deverão ser entregues conforme segue:
- a) Identificados e organizados por bloco de voo, se for o caso, e por faixa de voo;
  - b) Sem processo de compressão. Se for necessário o uso de compressão, este processo não poderá causar a perda de qualidade dos produtos fotogramétricos que serão extraídos das mesmas;

- c) Sem qualquer correção radiométrica e/ou geométrica, fusão ou processamento de reamostragem de pixel, de modo a preservar o menor valor do GSD obtido com o dispositivo sensor imageador empregado;
- d) Em 3 (três) bandas individuais (bandas do espectro visível);
- e) Em 1 (uma) composição colorida RGB;
- f) Em formato de arquivo GEOTIFF;
- g) Com cabeçalho da imagem digital da fotografia aérea possuindo os seguintes metadados:
  - Data da aquisição;
  - Escala do voo;
  - Distância focal calibrada da câmera usada;
  - Resolução espacial, representada por GSD;
  - Número da imagem;
  - Número da faixa de voo;
  - Coordenadas do centro perspectivo da câmera e seus ângulos de atitude ( $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$ ,  $\phi$ ,  $\varpi$ ,  $\kappa$ );
  - Nome do CONTRATANTE;
  - Nome da CONTRATADA.

#### 4 APOIO DE CAMPO PLANIALTIMÉTRICO

4.1 **Apoio Terrestre Básico:** É o apoio de campo realizado, quando necessário, por meio do transporte de coordenadas de vértices pertencentes à Rede Planialtimétrica do IBGE para dentro da área do projeto, a partir da implantação e medição de uma Rede de Referência Geodésica. O objetivo é estabelecer uma infraestrutura de apoio geodésico e topográfico para apoiar as operações fotogramétricas e demais atividades voltadas à elaboração de bases cartográficas. Admite-se o uso do serviço PPP do IBGE para esse fim.

4.2 **Transporte de Coordenadas:** Os transportes serão efetuados por meio do processo de posicionamento tridimensional por satélites GPS (*Global Positioning System*), sendo possível operar com os equipamentos das seguintes classes:

a) Receptores Geodésicos de dupla frequência (L1/L2):

1. Características gerais:

- precisão mínima pós-processada de 5mm + 1 ppm, para um desvio padrão de 68,7%;
- observável básica: Códigos C/A e/ou Y e fase da portadora; e
- combinação entre observáveis: dupla diferença de fase da portadora com aceleração dos códigos para busca das ambiguidades;

2. Fatores influentes na precisão:

- proximidade da estação de referência;
- condições atmosféricas na região do rastreamento de base e móvel;
- configuração geométrica da constelação de satélites; e
- disposição de obstruções que prejudicam a recepção dos sinais;

3. Condições a serem observadas durante o rastreamento:

- PDOP máximo: 8, recomendável <6;

- razão sinal/ruído mínima do sinal GPS: >8, recomendável >12;
  - horizonte mínimo de rastreamento (máscara): 15°;
  - operar sempre no modo 3D, sendo necessários no mínimo 5 satélites rastreados simultaneamente para a inicialização e um mínimo de 4, durante a execução do levantamento; e
  - intervalo de gravação: 1 s;
  - Processamento off-line, com programa dotado de algoritmos de combinação de observáveis (fase e portadora), busca de ambiguidades e com capacidade de processar as fases da(s) portadora(s); e
  - Receptores com um mínimo de 8 canais;
- b) Receptores Geodésicos de uma frequência (L1) para densificação das redes implantadas com GPS de dupla frequência:
1. Características dos aparelhos:
    - Precisão mínima pós-processada de 20mm + 2 ppm, para um desvio padrão de 68,7%;
    - Observável básica: Códigos C/A e/ou Y e fase da portadora; e
    - Combinação entre observáveis: Duplas diferenças.
  1. Fatores influentes na precisão:
    - Proximidade da estação de referência;
    - Condições atmosféricas na região do rastreo de base e móvel;
    - Configuração geométrica da constelação de satélites; e
    - Disposição de obstruções que prejudiquem a recepção dos sinais;
  2. Condições a serem observadas durante o rastreo:
    - Distância máxima de linha de base de 15 km (quinze quilômetros);
    - PDOP máximo: 8, recomendável <6;
    - Razão Sinal/Ruído mínima do sinal GPS: >8, recomendável >12;
    - Horizonte mínimo de rastreamento (máscara): 15°;
    - Operar sempre no modo 3D, sendo necessário no mínimo 5 satélites rastreados simultaneamente para a inicialização e um mínimo de 4, durante a execução do levantamento;
    - Intervalo de gravação: 1 s;
  3. Processamento *off-line*, com programa dotado de algoritmos de combinação de observáveis (fase e portadora), busca de ambiguidades em todos os pontos levantados e capacidade de processar a fase da portadora; e
  4. Receptores com um mínimo de 8 canais.
- 4.3 Após processados os dados obtidos em campo, serão armazenados os relatórios que apresentam as condições gerais dos equipamentos, condições de processamento, coordenadas finais e a respectiva qualidade atingida.
- 4.4 A Rede de Referência Geodésica será composta por vértices coordenados que, além de estarem referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB),



- permitirão a amarração de todos os levantamentos futuros por qualquer método: topografia, GNSS, aerofotogrametria ou imagens de satélite, assegurando a condição básica para atualização da base cartográfica.
- 4.5 Preferencialmente existirá coincidência entre as redes planimétrica e altimétrica, compartilhando os mesmos vértices. Porém, desde que justificada a conveniência e necessidade, as redes poderão ser independentes ou parcialmente coincidentes. Ambas as redes deverão estar referenciadas e amarradas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).
- 4.6 Os marcos deverão estar monumentalizados na área do projeto. Estes deverão ser materializados e identificados por plaquetas metálicas com 55 mm de diâmetro, cravadas em rocha ou afixadas no topo de marcos. Devem ser de concreto armado, de formato tronco-piramidal, padrão INCRA. O marco deverá ficar aflorado 10 cm do solo, após a implantação. A plaqueta de metal deverá conter, pelo menos, o nº do marco, o nome da instituição contratante e a inscrição “Protegido por Lei”. Quanto às outras informações, a CONTRATADA deverá apresentar um modelo da plaqueta para posterior aprovação da CONTRATANTE. Deverá ser elaborada monografia para cada marco de referência implantado cujo modelo deverá ser aprovado pela CONTRATANTE.
- 4.7 Deverá ser adotado o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) para o Datum Horizontal e à Rede de Referência de Nível Nacional (RRNN) – Marégrafo de Imbituba – Santa Catarina (IBGE) para o Datum Vertical, sendo que as coordenadas resultantes dos cálculos deverão estar vinculadas ao Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).
- 4.8 As coordenadas planialtimétricas de cada marco deverão ser determinadas conforme permitido pela NTGIR do INCRA.
- 4.9 **Apoio Terrestre Suplementar:** É o apoio de campo realizado com o objetivo de determinar, diretamente no terreno, as coordenadas de pontos perfeitamente fotoidentificáveis (pontos de controle de amarração dos modelos aerofotogramétricos), previamente selecionados ao longo do perímetro da área e no recobrimento lateral entre as faixas de voo, e em locais preferencialmente planos, de modo a satisfazer as exigências da orientação absoluta de escala e orientação ao horizonte do modelo fotogramétrico.
- 4.10 No caso de utilização de Sensores embarcados com GNSS de dupla frequência, seja RPA ou aeronave tripulada, a obrigação de Apoio Terrestre Suplementar é reduzida ou simplificada, pois os softwares de processamento utilizam uma tecnologia de inteligência artificial (algoritmos de reconhecimento automático de feições) que possibilitam determinar as coordenadas dos pontos de controle sem a necessidade de se levantar em campo. No entanto, mesmo assim, para atender as recomendações do INCRA, será necessária a implantação em solo de pontos de controle para amarração dos blocos de levantamento e de pontos de checagem/verificação para validação da qualidade posicional das imagens ortorretificadas.
- 4.11 Os pontos de Apoio Suplementar (pontos de controle) deverão ser também referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para tal devem ser considerados como injunções dos pontos da Rede de Referência Geodésica implantada na área dos trabalhos.
- 4.12 Estes pontos deverão ser perfeitamente fotoidentificáveis para as operações fotogramétricas de aerotriangulação, sendo necessária a implantação e

elaboração de monografias, pois os mesmos serão utilizados nas fases seguintes desse serviço e em serviços posteriores desenvolvidos pela CONTRATANTE.

- 4.13 Os pontos do Apoio Suplementar deverão ser escolhidos em coincidência com acidentes naturais ou artificiais do terreno e em áreas relativamente planas. Deverão ser perfeitamente definidos e identificáveis nas fotografias aéreas.
- 4.14 Fica a cargo da CONTRATADA definir o número suficiente de pontos de apoio suplementar que garantam a geração de pontos de aerotriangulação com a acurácia necessária para serem utilizados nos processos posteriores.
- 4.15 Caso já exista base de referência ou pontos de apoio implantados na área dos trabalhos, a CONTRATADA deverá averiguar a precisão posicional dos pontos, e se for o caso, utilizá-los para os serviços. Para compor os relatórios, a CONTRATADA deverá mencionar a autoria da implantação dos marcos existentes, solicitando à CONTRATANTE as suas monografias e o número da ART para anexar ao Contrato.

## 5 AEROTRIANGULAÇÃO

- 5.1 A aerotriangulação é o processo realizado para obter a densificação de pontos de controle utilizados para correlacionar as imagens obtidas no recobrimento aerofotogramétrico e o sistema de coordenadas usado no mapeamento, partindo de poucos pontos fotointerpretáveis com coordenadas conhecidas tanto no sistema de medida da foto como no sistema de medida do terreno. O objetivo da aerotriangulação é orientar as imagens captadas de modo que qualquer ponto contido nestas possua uma coordenada relacionada a um sistema previamente definido.
- 5.2 Todo o processo de aerotriangulação, desde a orientação até o ajustamento e adensamento dos pontos fotogramétricos, deverá ser executado em ambiente computacional.
- 5.3 O relatório da etapa da aerotriangulação digital deverá apresentar resultados, precisões atingidas, descrição dos métodos utilizados e conter pelo menos:
  - a) Coordenadas dos pontos medidos com respectivos códigos de identificação;
  - b) Desvios-padrão (ou pesos) das foto-coordenadas dos pontos;
  - c) Desvios-padrão (ou pesos) das coordenadas dos pontos, utilizados no ajustamento da aerotriangulação;
  - d) Fator de variância a priori (variância da observação de peso unitário ou variância de peso unitário);
  - e) Coordenadas X, Y, Z dos pontos aerotriangulados com respectivo código de identificação bem como os desvios-padrão estimados;
  - f) Código de identificação dos pontos fotogramétricos, além dos respectivos resíduos das coordenadas;
  - g) Resíduos das coordenadas X, Y, Z com os respectivos códigos de identificação, valores médios e erro quadrático médio por componente;
  - h) Dados de posição e atitude das faixas de voo adquiridas pelo sistema de posicionamento IMU/GNSS e arquivos de posicionamento GNSS, os quais deverão ser armazenados no mesmo SSD externo em que forem gravadas as fotografias aéreas das faixas de voo processadas.

## 6 GERAÇÃO DE ORTOFOTOS E ORTOMOSAICOS DIGITAIS

- 6.1 Deverão ser geradas ortofotos digitais georreferenciadas, com resolução espacial de 10 (dez) cm/pixel ou melhor, coloridas, de toda a área incluída no recobrimento aerofotogramétrico.
- 6.2 Por meio da composição, combinação, união ou fusão de várias fotos ortorretificadas, deverão ser formados mosaicos ortorretificados de toda área levantada, garantindo perfeita coincidência geométrica e colorimétrica.
- 6.3 A correção geométrica (ortorretificação) das imagens aéreas será executada a partir do Modelo Digital de Terreno – MDT (altitudes relacionadas ao geoide – Marégrafo de Imbituba – SC) cuja geração será de responsabilidade da CONTRATADA, por meio de um conjunto de pontos X, Y e Z, eliminando-se distorções provenientes do relevo e da projeção cônica original das imagens.
- 6.4 A ortorretificação deverá ser complementada por ajustes radiométricos das ortofotos, visando eliminar mudanças de luminosidade entre ortofotos adjacentes, uniformizar o contraste e tonalidade dos ortomosaicos, e aumentar a quantidade de informações que poderão ser discernidas no produto final, tendo-se o cuidado de não haver perda de informações visuais.
- 6.5 Já a coincidência colorimétrica deverá ser obtida durante a mosaicagem, por meio da utilização de softwares específicos, eliminando as discrepâncias exageradas por meio da compensação de cores, suavizando as diferenças, sem perda de informações visuais.
- 6.6 As especificações das ortofotos e dos ortomosaicos digitais deverão ser consistentes com as Especificações Técnicas para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG) vigentes, e obedecer no mínimo às seguintes:
  - a) Devem ser compostos por três bandas, onde cada banda está corrigida das distorções do relevo, ou seja, ortorretificada;
  - b) Devem ser do tipo matricial, grade regular, formadas por três bandas do espectro do visível (Vermelho, Verde e Azul), no formato de arquivo GEOTIFF;
  - c) Resolução espacial: 10 (dez) cm/pixel;
  - d) Resolução radiométrica: 8 (oito) bits para cada banda espectral RGB (Red-Green-Blue);
  - e) Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000);
  - f) Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba – SC;
  - g) Coordenadas planimétricas vinculadas ao Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM);
  - h) Todos os arquivos de metadados deverão ter um perfil conforme previsto para este produto na ET-PCDG vigente.
- 6.7 Após a geração dos ortomosaicos digitais, a CONTRATADA deverá elaborar um relatório estatístico de validação da qualidade posicional dos mesmos, por meio da escolha de pontos de checagem/verificação, visando atender às recomendações do INCRA.

## 7 VETORIZAÇÃO DE FEIÇÕES GEOGRÁFICAS

- 7.1 A vetorização sobre as imagens ortorretificadas (ortomosaicos) visa obter o traçado de elementos físicos e geográficos que compõem a paisagem por meio do processo de digitalização vetorial de feições visíveis em pontos, linhas e polígonos usando aplicativo computacional SIG e/ou CAD.
- 7.2 Os procedimentos para a criação de um arquivo vetorial poderão ser por meio de:
- a) **Restituição digital**, onde o resultado será o vetor obtido a partir da restituição fotogramétrica com base nas imagens aéreas, constituindo a base cartográfica;
  - b) **Vetorização em tela**, a qual se utiliza uma imagem raster em que a vetorização manual é realizada por meio de programa específico, no qual se desenhavam as entidades visíveis na imagem sob forma de vetor.
- 7.3 O processo para criação dos arquivos vetoriais deverá ser manual para a maioria das feições. Excepcionalmente, algumas feições poderão ser obtidas de forma semiautomática, a menos que a CONTRATADA comunique a CONTRATANTE para análise e aprovação.
- 7.4 A restituição ou vetorização deverá ser realizada na escala 1:5.000 em aparelhos restituidores compatíveis com a escala da planta final e com a equidistância das curvas de nível requeridas, em “níveis” diversos de informações, conforme a identidade dos detalhes que representarão, para redesenhos futuros em outras escalas.
- 7.5 Os arquivos decorrentes da restituição deverão ser concatenados com as cartas adjacentes já restituídas para o projeto Iuiú Norte, dando continuidade às linhas e áreas.
- 7.6 As feições mínimas a serem vetorizadas (restituídas) sobre os ortomosaicos da área dos trabalhos (área de levantamento) estão listadas a seguir:

TEMA	CLASSES	PONTO	LINHA	POLÍGONO
REFERÊNCIAS	Ponto_Apoio_Básico	X		
	Ponto_Apoio_Suplementar	X		
	Marco_Perimetral	X		
	Marco_Geodésico	X		
ALTIMETRIA	Curva_Principal		X	
	Curva_Secundária		X	
LIMITES	Unidades_Parcelares			X
	Área_Levantamentos			X
	Municipal			X
	Estadual			X
	Reserva Legal			X
	APP			X
ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS	Cerca_Artificial		X	
	Cerca_Viva		X	
	Muro_Alvenaria		X	
	Talude_Natural			X
	Talude_Concreto			X
	Linha_LD_LT_Energia		X	
	Poste_LD	X		
	Poste_LT	X		
	Poste_Duplo_LT	X		
	Torre_LT	X		
INFRAESTRUTURA DE IRRIGAÇÃO	Reservatorios			X
	Estações_Elevatórias			X
	Canais de irrigação			X
	Estações de Pressurização			X
	Adutoras			X
	Subestações de Energia			X
	Condutos_Diversos			X
	Canais de Aproximação			X

TEMA	CLASSES	PONTO	LINHA	POLÍGONO
HIDROGRAFIA	Rio			X
	Riachos			X
	Corrego			X
	Linha_Agua			X
	Lagoa			X
	Lago			X
	Represas			X
	Alagado			X
	Pantano			X
	Drenagem_Natural		X	
	Drenagem_Artificial			X
SISTEMA VIÁRIO E DE TRANSPORTE	Rodovia Federal			X
	Rodovia Estadual			X
	Rodovia Municipal			X
	Caminho			X
	Faixas_Servidao			X
	Faixas_Domínio			X
	Tunel			X
	Ponte			X
	Aeroporto			X
	Arruamentos			X
	Ferrovia			X
LOCALIDADES	Municípios			X
	Vilas			X
	Núcleos Habitacionais			X
	Setor			X
	Glebas			X

- 7.7 Para todas as classes listadas no subitem 7.6 deverão haver indicações de suas respectivas toponímias.
- 7.8 No que concerne às curvas de nível, estas deverão ser restituídas a cada 1 (um) metro sendo destacada a curva de nível mestra a cada 5 (cinco) metros;
- a) A fim de garantir a precisão requerida pela Codevasf, a restituição das curvas de nível será precedida de um reticulado toda vez que o afastamento das curvas de nível for superior a 2 cm;
- b) Deverão ser levantados pontos cotados em terrenos planos, como também nas elevações e depressões e níveis d'água.
- 7.9 Os arquivos digitais vetoriais deverão ser editados e preparados conforme as Especificações Técnicas para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) e as Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) vigentes, e obedecer no mínimo às seguintes especificações:
- a) Deverão ser gerados arquivos vetoriais nos formatos DWG e SHP, com coordenadas X, Y e Z, e apresentação dos registros em metros com duas casas decimais;
- b) Datum Horizontal: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000);



- c) Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba – SC; Coordenadas planimétricas vinculadas ao Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM);
- d) Coordenadas planimétricas vinculadas ao Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM);
- e) Previamente ao início dos trabalhos a CONTRATADA deverá apresentar tabela, em concordância com a CONTRATANTE, sobre a simbologia e representação das classes de objetos de dados geoespaciais a serem vetorizadas de acordo com a ET-EDGV vigente.
- f) Os arquivos vetoriais gerados deverão ser complementados com informações obtidas na reambulação de campo, corrigindo assim eventuais erros e/ou omissões, bem como organizados em arquivos separados por níveis de informação conforme sua classificação e natureza, seguindo orientações da CONTRATANTE, de forma a permitir a qualquer momento sua recuperação, combinada ou isoladamente, de acordo com as necessidades.
- g) As folhas deverão seguir a nomenclatura das cartas do mapeamento sistemático brasileiro.

7.10 Deverão ser apresentados copiões digitais 1:5.000 das folhas editadas contendo:

- a) legendas das convenções adotadas;
- b) malha de coordenadas com reticulado a cada 100 metros;
- c) o título Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba e a sua logomarca;
- d) as escalas numérica e gráfica, o nome da firma executora, a data do levantamento, escalas das fotos, o fator de deformação (K), convergência meridiana no centro da folha, datum horizontal, vertical e projeção e fuso;
- e) o quadro de articulação e código da folha, contendo datas de voo, apoio de campo, aerotriangulação e restituição;
- f) os valores das coordenadas geográficas nos quatro cantos da folha.

7.11 Deverão ser geradas reduções em escala 1:25.000 de toda área restituída. Estas reduções deverão seguir a nomenclatura das cartas do mapeamento sistemático brasileiro.

7.12 A empresa contratada deverá possuir todos os recursos técnicos e de pessoal necessários para realização dos serviços – profissionais especializados, equipamentos de informática, softwares, etc.

7.13 A empresa contratada deverá, caso necessário, arcar com as partes ou a totalidade dos serviços, incluindo despesas de deslocamento, hospedagem e alimentação dos profissionais envolvidos nos trabalhos, bem como por todos os encargos trabalhistas decorrentes da prestação de serviços, objeto deste Edital, visando a execução dos procedimentos de edição final e reambulação.

7.14 Os padrões de níveis de informação, cores e informações deverão ser executados conforme solicitado pela fiscalização da Codevasf.

## **8 REAMBULAÇÃO DE CAMPO E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO SEMICADASTRAL**

- 8.1 Deverá ser realizada uma reambulação de campo conforme as melhores práticas do mercado, visando a coleta de informações essenciais e atualizadas a respeito das feições vetorizadas anteriormente, corrigindo assim eventuais erros e/ou omissões. Esta etapa é importante pois permitirá que os arquivos vetoriais estejam aptos para geração do banco dados geoespaciais (GDB) e posterior elaboração das plantas gerais semicadastrais da área dos trabalhos.
- 8.2 Deverão ser entregues arquivos digitais em formato DWG e SHP dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais com as respectivas coordenadas tridimensionais referenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), com Datum Horizontal SIRGAS 2000, Datum Vertical Marégrafo de Imbituba – SC, e Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

## 9 GERAÇÃO DE BANCO DADOS GEOESPACIAIS (GDB)

- 9.1 Deverá ser gerado um banco de arquivos e metadados geoespaciais (GDB) em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) e CAD (Computer-Aided Design), compatível com softwares livres, a partir dos dados produzidos na restituição cartográfica (vetorização).
- 9.2 A geração do Banco de Dados Geoespaciais (GDB) deverá seguir o padrão de Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB) vigente e as práticas das especificações técnicas de estruturação de dados geoespaciais vetoriais (ET-EDGV) vigentes.
- 9.3 Os arquivos vetoriais gerados anteriormente que irão compor o GDB, necessitarão serem validados, visando garantir uma estrutura topológica do tipo arco-nó (1D), segundo os padrões da OGC (Open Geospatial Consortium).
- 9.4 As principais operações de validação e verificação de consistência a serem executadas para garantir esta estruturação são:
- a) Simplificação para a representação gráfica das entidades espaciais;
  - b) Eliminação de vértices, denominados “ponta livre” em segmentos de reta causados por overshoot (posicionamento do vértice após a linha ou vértice no qual deveria estar conectado) ou undershoot (posicionamento do vértice antes da linha ou vértice no qual deveria estar conectado);
  - c) Definição da quebra dos elementos gráficos em pontos de intersecção;
  - d) Eliminação de pontos redundantes;
  - e) Remoção de linhas duplicadas ou entidades duplicadas;
  - f) Fechamento de polígonos abertos;
  - g) Conectividade e continuidade de elementos gráficos contínuos;
  - h) Identificação única para cada polígono;
  - i) Complementação de elementos ausentes, tais como, segmentos de reta, polígonos ou pontos;
  - j) Eliminação de vértices em forma de picos existentes em segmentos de retas e contornos de polígonos;
  - k) Revisão e correção da topologia.
- 9.5 A estruturação do GDB e as definições de atributos e metadados, bem como toda a sua especificação será proposta pela CONTRATADA e aprovada posteriormente pela CONTRATANTE.

## 10 PRODUTOS A SEREM ENTREGUES

- 10.1 Fotografias aéreas digitais coloridas (RGB) de cada um dos sobrevoos, na escala nominal do voo; geotagueadas; classificadas por dia e voo realizado, com seus respectivos metadados, conforme subitem 4.8;
- 10.2 Arquivos de nuvem de pontos (com densidade de 4 pontos por m<sup>2</sup>);
- 10.3 Ortofotos e ortomosaicos digitais (formato GEOTIFF) da área dos trabalhos, com resolução espacial de 10 cm/pixel. Os ortomosaicos podem ser divididos com base no tamanho para que facilitem o carregamento das imagens;
- 10.4 Implantação e monografias de pontos de apoio geodésico planialtimétrico (Apoio Básico e Apoio Suplementar);
- 10.5 Implantação de pontos de checagem/verificação para validação geométrica dos produtos cartográficos, atendendo às recomendações do INCRA;
- 10.6 Relatório técnico de planejamento do aerolevanteamento contendo: documentação comprobatória (CREA, ANAC, DECEA e MD), certificados de calibração e seguro RETA, planos de voo analítico e gráfico, conforme subitem 3.1;
- 10.7 Relatório técnico de execução do aerolevanteamento contendo: relatórios de voos, conforme subitem 3.19;
- 10.8 Relatórios de processamento e ajustamento dos pontos de apoio geodésico planialtimétrico utilizados (Apoio Básico e Apoio Suplementar);
- 10.9 Relatório de aerotriangulação e ajustamento, conforme subitem 6.3;
- 10.10 Arquivos vetoriais de feições geográficas obtidos na etapa de vetorização dos ortomosaicos, nos formatos DWG e SHP, referenciados ao *Datum* Horizontal SIRGAS 2000, *Datum* Vertical Marégrafo de Imbituba – SC, e Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), organizados em arquivos separados por temas específicos e níveis de informação diversos, conforme orientações da CONTRATANTE;
- 10.11 Banco de arquivos e metadados geoespaciais (GDB) em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) e CAD (Computer-Aided Design), compatível com softwares livres, e de acordo com o padrão de Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB) vigente.
- 10.12 Armazenamento (Backup) em duas vias de todo o trabalho gerado, em memória (tipo SSD externo) de 1 (um) TB ou superior.
- 10.13 Relatórios mensais/parciais (plano de trabalho, aerolevanteamento, processamento das imagens digitais, apoio de campo, aerotriangulação, modelos digitais, ortofotos e ortomosaicos etc.), descrevendo as atividades realizadas e desconformidades observadas;
- 10.14 Produtos para guarda de peças técnicas e documentação, em meio digital, que deverão ser organizados com a seguinte estrutura de pastas (ainda que subdivididos em SSDs):
  - a) Recobrimento Aerofotogramétrico
    - a.1 Insumos
      - a.1.1. Planos de Voo (Analítico e Gráfico)
      - a.1.2. Fotografias Aéreas Brutas;
      - a.1.3. Fotografias Aéreas Geotagueadas;
      - a.1.4. MDS
      - a.1.5. MDT
      - a.1.6. Curvas de Nível
      - a.1.7. Nuvem de Pontos

- a.1.8. Ortofotos
- a.1.9. Ortomosaicos
- a.1.10. Arquivos PPK
- a.1.11. Arquivos de Telemetria
- a.1.12. Metadados
- a.2. Pontos de Apoio Básico
  - a.2.1. Arquivos GNSS Brutos (RINEX e Nativo)
  - a.2.2. Arquivos GNSS Processados
  - a.2.3. Cadernetas de Campo (Digitalizadas e TXT)
  - a.2.4. Relação de Coordenadas
  - a.2.5. Relatórios de Cálculos
  - a.2.6. Monografias
- a.3. Pontos de Apoio Suplementar
  - a.3.1. Arquivos GNSS Brutos (RINEX e Nativo)
  - a.3.2. Arquivos GNSS Processados
  - a.3.3. Cadernetas de Campo (Digitalizadas e TXT)
  - a.3.4. Relação de Coordenadas
  - a.3.5. Relatórios de Cálculos
  - a.3.6. Monografias
- a.4. Pontos de Checagem
  - a.4.1. Arquivos GNSS Brutos (RINEX e Nativo)
  - a.4.2. Arquivos GNSS Processados
  - a.4.3. Cadernetas de Campo (Digitalizadas e TXT)
  - a.4.4. Relação de Coordenadas
  - a.4.5. Relatórios de Cálculos
  - a.4.6. Fotografias
- a.5. Copiões na escala 1:5.000
- a.6. Relatórios Parciais
  - a.6.1. Plano de Trabalho
  - a.6.2. Planejamento do Aerolevanteamento
  - a.6.3. Execução do Aerolevanteamento
  - a.6.4. Processamento das Imagens Digitais
  - a.6.5. Processamento e Ajustamento dos Pontos de Apoio Básico
  - a.6.6. Processamento e Ajustamento dos Pontos de Apoio Suplementar
  - a.6.7. Aerotriangulação Digital
  - a.6.8. Geração dos Modelos Digitais (MDT e MDS)
  - a.6.9. Geração das Ortofotos e Ortomosaicos
  - a.6.10. Validação Posicional dos Pontos de Checagem
  - a.6.11. Restituição/Vetorização
  - a.6.12. Reambulação de Campo
  - a.6.13. Levantamento Topográfico
  - a.6.14. Geração do Banco de Dados Geoespaciais (GDB)

a.7. Relatório Final

- 10.15 Para Relatório Final: a via impressa deverá ter a encadernação do tipo “capa-dura” conforme NBR (6029), não sendo aceitas espirais ou garras plásticas. O conteúdo do arquivo digital deverá ser exatamente igual ao impresso.
- 10.16 Sumário Geral: De acordo com a norma ABNT NBR 6027;
- 10.17 Formatação do papel (NBR 5339):
- 10.18 Ilustrações (Tabelas, quadros, gráficos, etc.): Conforme ABNT NBR 10719, “qualquer que seja o tipo de ilustração, sua identificação aparece na parte superior, precedida da palavra designativa (desenho, esquema, fluxograma, fotografia, gráfico, mapa, organograma, planta, quadro, retrato, figura, imagem, entre outros), seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismos arábicos, travessão e do respectivo título. Após a ilustração, na parte inferior, indicar a fonte consultada (elemento obrigatório, mesmo que seja produção do próprio autor), legenda, notas e outras informações necessárias à sua compreensão (se houver). A ilustração deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do trecho a que se refere.”.
- 10.19 Numeração progressiva das seções de um documento (ABNT NBR 6024):
- Numeração e registro dos documentos:
- a) Numeração: os desenhos, especificações e material etc., deverão ser numerados cronologicamente e de acordo com as diversas áreas;
  - b) Registro: os documentos emitidos deverão ser registrados conforme padrão da Codevasf, permitindo o controle da emissão desses documentos pela CONTRATADA e pela Codevasf.
- 10.20 Cada PRODUTO deverá ser entregue em formato de Relatório, elaborado conforme especificações da CODEVASF.
- 10.21 Os produtos e relatórios devem ser apresentados considerando as seguintes diretrizes:
- a) Unidades: Sistema Métrico Internacional. Se necessário citar outras unidades, os valores expressos serão indicados entre parênteses, ao lado da correspondente Unidade Oficial.
  - b) Redação: os relatórios e a documentação pertinente serão, obrigatoriamente, apresentados na Língua Portuguesa, excluídos os eventuais termos técnicos específicos.
- 10.22 Os trabalhos de natureza técnica observarão as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. A CONTRATADA poderá substituir as normas da ABNT por outras aceitas internacionalmente, desde que demonstre que as substituições são equivalentes ou superiores. As normas, em qualquer hipótese, antes de sua aplicação, estarão sujeitas à aceitação pela CODEVASF.
- 10.23 Os relatórios e documentos deverão ser gerados em ambientes de trabalho e softwares compatíveis com os disponíveis na CODEVASF, em especial os do pacote Microsoft Office®, AutoCAD® e ArcGIS®. Caso a CONTRATADA, a seu critério, prefira gerar os trabalhos produzidos em softwares não disponibilizados pela CODEVASF, ficará obrigada a fornecer os softwares originais completos e licenciados, com os respectivos manuais e garantias.

- 10.24 A CONTRATADA deverá exercer controle de qualidade sobre as informações apresentadas, tanto no texto como nos memoriais e desenhos, objetivando clareza, objetividade, consistência das informações, justificativas de resultados, com texto isento de erros de português e de digitação.