

APÊNDICE A – DIRETRIZES BIM

1.0 DIRETRIZES GERAIS

Com o intuito de garantir uma implementação bem-sucedida dos processos BIM (*Building Information Modelling*), a CONTRATADA deverá elaborar projetos conforme a metodologia tendo como premissas, além das Normativas EPL, normas ou resoluções vigentes da VALEC, as da ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres, as da ABNT, bem como normativas do comitê gestor da estratégia do Building Information Modelling, conforme decreto 9.983, de 22 de agosto de 2019 e as normas internacionalmente consagradas. A contratação de projetos nesta modalidade tem o intuito de convergir para a estratégia nacional de disseminação do BIM, com base no Decreto supracitado.

A obtenção do CERTIFICADO DE QUALIDADE não isenta a responsabilidade da empresa CONTRATADA na elaboração dos projetos conforme as especificações do presente Anexo.

É desejável a realização de uma reunião inicial para a apresentação de um Projeto Piloto em BIM Infraestruturas por parte da CONTRATADA de forma permitir à CONTRATANTE a compreensão da Maturidade BIM e tomada de decisões permitindo assim a fiscalização do projeto. A obtenção do Relatório de Grau de Maturidade BIM, desenvolvida por consultorias especializadas, não isenta empresa CONTRATADA da importância da apresentação do Projeto Piloto.

2.0 REGRAS GERAIS PARA MODELAGEM BIM

Os modelos em BIM deverão ser desenvolvidos como Projeto Básico atendendo as dimensões 3D, 4D e 5D, de forma a possibilitar a extração de quantitativos para elaboração de orçamentos, permitir a conferência da consistência dos dados de projetos e a verificação da compatibilidade com informações provenientes de outras fontes/projetos.

2.1 **LOD - LEVEL OF DETAIL**

O LOD - Level of Development, em português, Nível de Desenvolvimento (ND), se baseia em uma estrutura conceitual, fundamentada na quantidade e na forma da informação necessária à modelagem do projeto virtual e, para o presente Termo de Referência, está associada à execução das disciplinas envolvidas no projeto ferroviário.

É importante salientar que não há uma relação direta do LOD com as fases de um projeto, neste caso o Projeto Básico. O LOD deverá permitir o atendimento dos requisitos inerentes às dimensões BIM pré-definidas.

Especificamente, os elementos a detalhar deverão seguir os seguintes níveis de desenvolvimento (ND) em termos de detalhamento:

- ✓ Topografia deverá seguir, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, apresentando o modelo digital do terreno a partir de informações provenientes do levantamento topográfico;
- ✓ Geometria e Terraplenagem deverá seguir, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, apresentando o modelo completo graficamente representado com localização, orientação e quantidades, com detalhamento e informações não gráficas associadas aos elementos;
- ✓ Drenagem superficial deverá seguir, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, com detalhamento dos elementos de concreto da drenagem superficial (sarjetas, valetas, guias e passeios);
- ✓ Elementos de segurança deverão seguir, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, com detalhamento da geometria das barreiras e defensas;
- ✓ Contenções e obras de arte especiais deverão apresentar, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, com detalhamento da geometria dos elementos estruturais de contenção;
- ✓ Pavimento deverá seguir, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, com detalhamento das espessuras e tipos de materiais;
- ✓ Superestrutura deverá seguir, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, com detalhamento das espessuras e tipos de materiais;
- ✓ Elementos Ferroviários deverão seguir, no mínimo ND 350, sendo desejável ND 400, com detalhamento das espessuras e tipos de materiais;

Para os demais elementos e fases não explicitados acima, porém necessários para complementação do projeto funcional, será facultada a elaboração de detalhamento em metodologia BIM ou convencional (2D). Da mesma forma, estes projetos deverão ser entregues em formato nativo aberto e editável, em formato compatível com as plataformas disponíveis para a CONTRATANTE à época, sem perda de informações.

As minúcias inerentes a este tópico deverão ser acordados no BEP.

Para mais informações acerca dos níveis de detalhamento pode-se utilizar como base a coletânea de guias elaborados pela ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, Autodesk, Bim Experts entre outras instituições consagradas.

2.2 BEP (BIM EXECUTION PLAN)

O método de desenvolvimento das atividades inerentes aos projetos deverá ser apresentado no BEP - BIM Execution Plan ou, em português, Plano de Execução BIM, que corresponde ao PLANO DE TRABALHO BIM e deverá ser desenvolvido pela CONTRATADA e apresentado à CONTRATANTE para análise e aprovação, sendo este um documento dinâmico, ou seja, sofrerá revisões ao longo do ciclo de vida do projeto.

Cada integrante da equipe de projeto deverá estar alinhado com o BEP e EAP, de forma a garantir que o trabalho esteja em conformidade com as estratégias de desenvolvimento e atingimento os requisitos normativos para a Dimensão BIM 5D.

O fornecimento de um PLANO DE TRABALHO simplificado, não isenta a responsabilidade da empresa CONTRATADA da elaboração do BEP conforme padrões acadêmicos e melhores práticas do mercado, devendo possuir no mínimo especificações do presente Anexo.

O BEP deverá conter, no mínimo, as seguintes estruturas:

1. GERAL
 - 1.1. Introdução
 - 1.2. Glossário
 - 1.3. Autoridade do Documento
2. INFORMAÇÕES DO PROJETO
 - 2.1. Identificação

- 2.2. Descrição
- 2.3. Documentos relevantes
- 2.4. Expectativas e Requerimentos do Cliente
- 2.5. Etapas de Trabalho
- 2.6. Cronograma e Marcos de Projeto relevantes
3. EQUIPE BIM DO PROJETO
 - 3.1. Funções BIM e suas responsabilidades
4. NORMAS BIM
 - 4.1. Normas oficiais
 - 4.2. Normas BIM do Cliente
 - 4.3. Bibliotecas
 - 4.4. Templates de Projeto
5. METAS DE PROJETO E USOS BIM
 - 5.1. Metas de projeto
 - 5.2. Usos BIM
6. ENTREGÁVEIS DO PROJETO EM BIM
 - 6.1. Processo de projeto BIM
 - 6.2. Exclusões e Informações Necessárias
7. COLABORAÇÃO E COMUNICAÇÃO
 - 7.1. Reuniões BIM
 - 7.2. Software e Hardware
 - 7.3. Fluxo de informações BIM
8. CONFIGURAÇÃO DO MODELO
 - 8.1. Organização do modelo
 - 8.1.1. Convenção de nomes de arquivos
 - 8.1.2. Unidades de medidas do projeto
 - 8.1.3. Coordenadas
 - 8.1.4. LOI e LOD
 - 8.1.5. Precisão e tolerâncias
9. CONTROLE DE QUALIDADE
 - 9.1. Verificações de qualidade
 - 9.1.1. Clash Detection
10. REFERÊNCIAS

A partir da implantação do BEP e, seguindo o prazo determinado pela CONTRATANTE, a CONTRATADA deverá elaborar os modelos, de forma a fazer toda a gestão de projetos de forma integrada, mitigando as interferências e otimizando os resultados.

Os modelos serão basicamente aplicados em duas frentes:

- Modelos BIM restituídos: Restituição da estrutura existente na ferrovia, principalmente aquelas onde não estão previstas obras de melhorias e ampliação de capacidade, mas obras de recuperação e manutenção.

- Modelos BIM do projeto: Modelagem a ser elaborada e entregue pela CONTRATADA, para todas os projetos das obras de ampliação de capacidade e melhorias previstas.

2.3 PROFISSIONAIS BIM

A CONTRATADA deverá indicar, inclusive através do BEP, o Coordenador BIM e seus suplentes, que deverão possuir poder de tomada de decisão conforme suas funções, trabalhando em conjunto com o Gerente de Projetos. Os modeladores BIM e representantes oficiais de cada disciplina, assim como a estrutura hierárquica, formação acadêmica, cargos, funções e responsabilidades deverão estar contidas de forma detalhada no BEP considerando todos os profissionais integrantes do projeto, inclusive os Modeladores BIM.

2.4 REUNIÕES BIM

As reuniões técnicas, Design Reviews, apresentações dos relatórios de Clash Detection para compatibilização de projetos, apresentação dos modelos em Infracore, Navisworks ou software compatível, reuniões de alinhamento técnico, entre outras reuniões deverão ser agendados em comum acordo com a EPL, tendo como anfitrião o Coordenador BIM, Gerente de Projeto ou seus suplentes, profissional este que deverá ser capaz de manusear os softwares BIM, conduzir o evento, além de ser responsável pela gestão das Atas de Reuniões entre outras ações pertinentes. Deverão estar presentes nestas reuniões pelo menos um representante de cada disciplina de projeto.

As reuniões de Planejamento e Cronogramas poderão ser conduzidas pelo responsável da disciplina de Planejamento, sendo necessário também a presença do representante BIM garantindo a comunicação eficiente em todo o ciclo de vida do projeto.

2.5 CRONOGRAMAS

Deverá ser desenvolvido pela CONTRATADA o programa de planejamento e gerenciamento de projetos contendo o cronograma de execução para a gestão de prazos, recursos, monitoramento do progresso do estudo, vinculação de tarefas e

identificação de caminhos críticos, permitindo a exportação para formatos de arquivos eletrônicos diferentes através do software MICROSOFT PROJECT que deverá ser disponibilizado periodicamente através

Os prazos de entrega, aceite, respostas e revisões de cada fase de projeto deverão ser definidos com base no BEP aprovado pela CONTRATANTE, observando a utilização dos softwares especificados e apresentação das disciplinas conforme os níveis de desenvolvimento (ND) estipulados.

É desejável a disponibilização por parte da CONTRATADA de dashboards em Power BI, ou plataformas similares de interface gráfica, que permitam a compreensão do andamento global do projeto de forma visual propiciando a visualização rápida e eficiente dos dados periodicamente.

2.6 ARMAZENAMENTO E COMPARTILHAMENTO DOS PROJETOS - ENTREGÁVEIS

O Ambiente Digital Colaborativo (ADC), ou também chamado de Ambiente Comum de Dados da EPL, é o HUB da Autodesk Construction Cloud, que deverá ser a fonte única de informações para gerenciamento, compartilhamento e armazenamento de documentos e modelos entre stakeholders do projeto.

Serão concedidos à CONTRATADA acessos ao HUB da EPL em duas pastas, uma pasta de trabalho e uma pasta para entrega oficial de arquivos que serão considerados para as medições.

Os projetos e modelos BIM, parciais e/ou finais deverão ser integralmente encaminhados à CONTRATANTE através deste Ambiente Digital Colaborativo (ADC) sem perda de informações e/ou propriedades dos elementos. Uma vez disponibilizados, não haverá possibilidade de alteração de versões no sistema por parte da CONTRATANTE sem o devido registro e controle de versionamento comunicado à CONTRATANTE. Deverão ser mantidos os padrões de codificação de documento de projeto em vigência e definidos pela CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá disponibilizar, no ADC, os modelos nos formatos originais, editáveis, permitindo a interoperabilidade e compatíveis com a (s) plataforma (s) utilizada (s) pela CONTRATANTE - além do modelo IFC, que é uma especificação da ISO/PAS 16739:2013 cujas especificações estão disponíveis no seguinte website: <http://www.buildingsmart-tech.org>.

Os acessos e alçadas de aprovações deverão ser listados no BEP para configuração dos Fluxos BIM.

A organização das pastas em nuvem seguirá a Instrução Normativa da EPL em sua última revisão, conforme parâmetros da nuvem utilizada, podendo a EPL realizar adequações e alterações na estrutura.

2.7 NOMENCLATURA

A convenção de nomes de pastas, arquivos e atributos especiais de projeto a serem adotados deverão seguir as Normativas da EPL conforme documentos Instrução_Normativa_EPL, CódigosDocsMefFuncional, CodigosDocsProjeto, Código_Obras_EPL, CodigosSegHomogeneos, Instruções_Autodesk_Construction_Cloud_EPL entre outras diretrizes em suas últimas revisões. Os modelos previstos para a elaboração do projeto deverão ser listados no BEP.

2.8 MEMORIAL DESCRITIVO

A CONTRATADA deverá compor o Memorial Descritivo com base nas informações contidas em todos os Modelos BIM. Sempre que no Memorial Descritivo for mencionado determinado tipo de composição e/ou elemento de projeto, este deverá estar citado em quais pranchas a informação está disponível e/ou, de preferência, criar vínculos com o Modelo BIM.

2.9 PRINCIPAIS SOFTWARES E PLUGINS

A CONTRATANTE dispõe das plataformas de modelagem BIM fornecidas pela Autodesk®, Portanto, a seguir, serão descritos os materiais entregáveis para composição de projetos funcionais em modelagem BIM, utilizando, obrigatoriamente, as plataformas: AutoCAD Civil 3D 2021, Dynamo 2021, Autodesk Infraworks 2021, Revit 2021, Navisworks Manage 2021, entre outros softwares e plug-ins compatíveis e que possibilitem a interoperabilidade.

2.9.1 AUTOCAD CIVIL 3D 2021

O projeto básico desenvolvido em Civil 3D deverá ser modelado e atribuído de forma a possibilitar a extração de quantidades para verificação dos requisitos propostos no modelo econômico-financeiro, assim como a

Padrões e Estilos: Os arquivos deverão ser gerados utilizando template *Country* *kit* *Brazil*

([https://knowledge.autodesk.com/support/civil-](https://knowledge.autodesk.com/support/civil-3d/downloads/caas/downloads/content/civil-3d-country-kits-for-brazil.html)

[3d/downloads/caas/downloads/content/civil-3d-country-kits-for-](https://knowledge.autodesk.com/support/civil-3d/downloads/caas/downloads/content/civil-3d-country-kits-for-brazil.html)

[brazil.html](https://knowledge.autodesk.com/support/civil-3d/downloads/caas/downloads/content/civil-3d-country-kits-for-brazil.html)). Deverá ser priorizada a utilização dos padrões disponíveis no kit e eventuais adaptações deverão também ser feitas a partir dos padrões nele disponíveis.

Sistema de Coordenadas: Os projetos deverão ser desenvolvidos utilizando-se o sistema de coordenadas UTM SIRGAS 2000 ou outro que venha a ser adotado oficialmente por parte da CONTRATANTE, apresentando as equivalências entre estaqueamento de projeto, código de SNV (conforme cadastro oficial do DNIT) e cadastros de campo

Forma de compartilhamento:

- Autodesk Construction Cloud (nuvem)

Tipos de arquivos / entidades dos desenhos: os arquivos deverão ser entregues em formato .dwg (AutoCAD Civil3D 2021), nativo, aberto, editável, com as entidades originais geradas pelo programa (alinhamentos verticais e horizontais, assemblies, corredores, etc.), sem nenhum tipo de pós formatação (não serão aceitos arquivos explodidos ou exportados para AutoCAD por exemplo).

2.9.2 DYNAMO 2021

O Dynamo é um software de programação visual de código aberto utilizado para automações, aplicação da Inteligência Artificial, manipulação e exportação de informações, entre outras funções, nas quais seu diálogo com Civil 3D e Revit permite uma modelagem mais complexa, otimizada em menor espaço de tempo. As rotinas

Dynamo e seus códigos Python deverão ser fornecidas pela CONTRATADA de forma aberta, sem utilização de senhas para acesso aos códigos de programação utilizados durante seu desenvolvimento, permitindo assim a fiscalização, conferência das informações, atributos, quantitativos, entre outros dados de projeto. A CONTRATADA deverá fornecer instruções por escrito e/ou vídeos sobre o correto funcionamento de cada rotina disponibilizada.

Forma de compartilhamento:

- Autodesk Construction Cloud (nuvem)

2.9.3 REVIT 2021

O Revit permite o desenvolvimento de um modelo virtual tridimensional (3D) com informações paramétricas dos elementos construtivos, ou seja, é uma plataforma para construção virtual baseado na construção real, que permite a modelagem de elementos e famílias não disponíveis em outros softwares ou plug-ins BIM. As famílias, elementos de infraestrutura, modelagem especial de drenagem, dispositivos ferroviários, OAE, entre outros, deverão ser modelados, parametrizados e seus quantitativos gerados e disponibilizados também através das tabelas do Revit. O software poderá ser utilizado em conjunto com o Infracore e Civil 3D para desenvolvimento de soluções BIM.

Sistema de Coordenadas: deverá ser atribuído ao projeto o sistema de coordenadas de posição global UTM SIRGAS 2000 ou outro que venha a ser adotado oficialmente por parte da CONTRATANTE, permitindo a inserção do projeto de Revit em posição, elevação e ângulos exatos quando vinculados aos demais softwares, permitindo a interoperabilidade e compatibilização global dos projetos.

Forma de compartilhamento:

- Autodesk Construction Cloud (nuvem)

Tipos de arquivos / entidades dos desenhos: os arquivos deverão ser entregues em formato .rvt as famílias disponibilizadas em formato .rfa (Revit 2021), nativo, aberto, editável, com as entidades

originais geradas pelo programa, sem nenhum tipo de pós formatação (não serão aceitos arquivos explodidos ou exportados para AutoCAD por exemplo).

2.9.4 AUTODESK INFRAWORKS 2021

Na fase de Projeto Básico o Infracore deverá ser utilizado para criação da Maquete Eletrônica do projeto e de suas propostas de traçado de forma a permitir a compreensão da totalidade do escopo e elaboração de vídeos e apresentações durante as reuniões de Designer Review e de Modelo Federado. O projeto em Infracore deverá ser o espelho do projeto desenvolvido no Civil 3D. Para tanto, poderão ser utilizados alinhamentos horizontais e verticais (entre outras entidades) desenvolvidos no Civil 3D.

Padrões e Estilos: Os arquivos deverão ser gerados utilizando template *Country* *kit* *Brazil*

(<https://knowledge.autodesk.com/support/civil-3d/downloads/caas/downloads/content/civil-3d-country-kits-for-brazil.html>). Deverá ser priorizada a utilização dos padrões disponíveis no kit e eventuais adaptações deverão também ser feitas a partir dos padrões nele disponíveis.

Sistema de Coordenadas: deverá ser atribuído ao projeto o sistema de coordenadas de posição global UTM SIRGAS 2000 ou outro que venha a ser adotado oficialmente por parte da CONTRATANTE.

Forma de compartilhamento:

- Autodesk Construction Cloud (nuvem)
- Arquivo .sqlite e .files (ADC)

Tipos de arquivos / entidade dos desenhos: os arquivos deverão ser entregues em formato Infracore 2021, nativo, aberto, editável, com as entidades originais geradas pelo programa (alinhamento, componentes etc.), sem nenhum tipo de pós formatação (não serão aceitos arquivos explodidos ou exportados para AutoCAD ou formato IMX por exemplo).

2.9.5 NAVISWORKS MANAGER 2021

O Navisworks permite a gestão e compatibilização de projeto, a integração dos modelos das diferentes especialidades em um arquivo BIM unificando geometria + dados, e inclui um robusto conjunto de funcionalidades para coordenação no BIM 3D, planejamento (BIM4D) e análise de custos (BIM 5D), que facilitam a comunicação da solução entre todos no projeto, a programação dos trabalhos de obra e a análise dos custos de construção, além de possibilitar a realização de análises de Clash Detection (Detecção de Conflitos). Deverá ser o software principal para a realização das reuniões de Design Review. A ferramenta deve alinhar o projeto aos fluxos de trabalho conforme cronograma, auxiliar as análises da planilha do modelo econômico-financeiro e ser utilizado para geração dos entregáveis de BIM 4D e BIM 5D. Os arquivos gerados devem ser editáveis.

Sistema de Coordenadas: deverá ser atribuído ao projeto o sistema de coordenadas de posição global UTM SIRGAS 2000 ou outro que venha a ser adotado oficialmente por parte da CONTRATANTE.

Forma de compartilhamento:

- Autodesk Construction Cloud (nuvem)

Tipos de arquivos / entidade dos desenhos: os arquivos deverão ser entregues em formato Navisworks 2021, nas três extensões existentes (NWD, NWF e NWC), abertos, editáveis, com as entidades originais geradas pelo programa (agrupamentos etc.), sem nenhum tipo de pós formatação (não serão aceitos arquivos explodidos ou exportados para AutoCAD por exemplo). Os elementos devem estar atribuídos de forma que seja possível extrair quantidades volumétricas de maneira segregada por tipo (exemplo: volume de material Concreto asfáltico do revestimento do pavimento flexível da duplicação; volume do concreto de cimento Portland da barreira New Jersey da duplicação etc).

2.10 DETALHAMENTO DOS MODELOS

2.10.1 MODELO PRODUZIDO NO AUTOCAD CIVIL 3D 2021

Modeláveis: Os arquivos deverão ser elaborados no software AutoCAD Civil 3D 2021 e deverão ser compostos de entidades modeláveis básicas, quais sejam:

- Modelo digital da superfície do terreno natural e sua composição de origem (nuvem de pontos e/ou levantamento topográfico com suas respectivas linhas obrigatória e triângulos originados pela nuvem de pontos ou levantamento topográfico após tratamento).
- Modelos digitais das superfícies de 2ª, 3ª categorias e solos de baixa capacidade de suporte, que foram considerados no projeto de terraplenagem.
- Alinhamentos Horizontal
 - ✓ Linhas de eixo dos traçados para todas as obras de ampliações previstas com detalhamento dos elementos (tangentes, curvas circulares e espirais);
 - ✓ Indicação de pontos notáveis do traçado (PI, PC, PT, SC, CS, etc.);
 - ✓ Labels de alinhamento indicando quilometragem a cada 100 m e pontos notáveis, características de curvas horizontais;
 - ✓ Tabela de alinhamento, contendo quilometragem a cada 100 m, pontos notáveis e suas respectivas coordenadas em UTM SIRGAS 2000.
- Alinhamento vertical
 - ✓ Desenho em perfil contendo o terreno natural e o greide projetado;
 - ✓ Labels de perfil indicando pontos notáveis do greide, inclinação e comprimento de tangentes verticais e características das curvas verticais (parâmetros k, e, Y);
 - ✓ Bands de perfil indicando quilometragem de projeto, cota de projeto, cota do terreno natural, diferença entre cotas, esquema

com elementos do perfil, esquema com elementos da planimetria.

- Seções e Corredores
 - ✓ Assemblies e Subassemblies configurados para representação e identificação dos elementos de projeto, incluindo taludes e banquetas;
 - ✓ Corredores configurados com os estilos associados aos assemblies e subassemblies, além da superfície do corredor, para fins de extração de volumes;
 - ✓ Sample lines e seções transversais indicando as áreas de corte e aterro, de 20 em 20 metros e nos pontos notáveis do alinhamento horizontal.
- Outras obras:

Duplicações, marginais e terceiras faixas:

 - ✓ As ampliações devem ser representadas em conjunto com corredor e seções transversais da linha geral. Eventualmente, podem ser desenvolvidas com base em alinhamento e greide próprios. Além disso, no projeto devem constar: pontos georreferenciados demarcando início e fim de duplicações, marginais e terceiras faixas;

Acessos, interseções, dispositivos em nível e desnível:

 - ✓ Representação em planta com identificação de cada eixo;
 - ✓ Apresentação de alinhamentos horizontais principais;
 - ✓ Perfil longitudinal dos eixos;
 - ✓ Assemblies e Subassemblies configurados para representação e identificação dos elementos de projeto, incluindo obras de arte especiais, contenções, taludes e banquetas;
 - ✓ Corredores configurados com os estilos associados aos assemblies e subassemblies, além da superfície do corredor, para fins de extração de volumes;
 - ✓ Sample lines e seções transversais indicando as áreas de corte e aterro, de 20 em 20 metros e nos pontos notáveis do alinhamento horizontal;

Obras de arte especiais:

- ✓ Representação em planta;
- ✓ Ponto georreferenciado demarcando o centro da OAE;
- ✓ Label indicando quilometragem e descrição do tipo de OAE.

Contenções:

- ✓ Representação em planta;
- ✓ Ponto georreferenciado demarcando o centro da contenção;
- ✓ Label indicando quilometragem e descrição do tipo de contenção.

Barreiras e defensas:

- ✓ Representação em planta;
- ✓ Ponto georreferenciado demarcando início e fim de trechos existentes e de implantações;

Drenagem e OACs:

- ✓ Delimitação de bacias de drenagem e entrega do respectivo shape;
- ✓ Representação em 3D das OAC's existentes (conforme cadastro e topografia) e das OAC's projetadas considerando a cota e dimensões reais;
- ✓ Ponto georreferenciado demarcando o centro das OACs;

Faixa de domínio e desapropriação:

- ✓ Representação em planta.
- Para todos os itens descritos em "Outras obras", deve haver diferenciação entre existente e a implantar.
- Dado início e fim do projeto, alinhamento e greide devem ser lançados ininterruptamente.
- Ao final desta fase, o modelo BIM nativo editável em AutoCAD Civil3D 2021 a ser fornecido deverá permitir:
 - ✓ Edição dos alinhamentos de planta e perfil, com atualização automática dos mesmos;
 - ✓ Extração automática de relatório de alinhamento horizontal (planilha com início e fim de cada elemento: tangente, curva e suas respectivas características geométricas – raio de curva, comprimento etc.);

- ✓ Extração automática de relatório de alinhamento vertical (planilha com o início e fim de cada elemento: rampas e curvas verticais e suas respectivas características geométricas – declividade de rampa, parâmetro de curvatura ‘k’ das curvas etc.
- ✓ Extração automática de relatório de cotas vermelhas (planilha contendo as alturas de corte e aterro a cada 20 metros e nos pontos notáveis do alinhamento horizontal, além da indicação dos pontos de passagem entre corte e aterro).
- Organização dos arquivos a entregar:
 - ✓ A depender da extensão de projeto e tamanho dos arquivos, o projeto pode ter seus corredores segmentados, a fim tornar os arquivos mais leves e fáceis de operar, utilizando um arquivo principal de base (.dwg) com entidades como Data Shortcuts vinculados.
 - ✓ Quando houver necessidade de anexar referências externas, os arquivos deverão ser organizados como Referências Externas para manter o caminho correto.
- Ao final desta fase, o modelo BIM nativo editável do AutoCAD Civil3D 2021 a ser fornecido deverá permitir:
 - ✓ Checagem dos volumes totais de corte e aterro pelo confronto das superfícies do terreno natural versus superfície do corredor projetado, para cada ampliação/obra projetada;
 - ✓ Edição de qualquer elemento (alinhamento horizontal, vertical, assemblies e subassemblies) com atualização automática dos demais elementos – exemplo: alteração do alinhamento horizontal, com atualização automática do desenho do perfil do terreno natural e dos desenhos das respectivas seções transversais;
 - ✓ Geração de desenhos de perfis e seções transversais automaticamente;
 - ✓ Relatório automático de áreas de corte e aterro das seções transversais geradas de 20 em 20 metros e nos pontos notáveis do alinhamento horizontal;

- ✓ Geração automática da planilha de volumes de corte e aterro e diagrama de Bruckner;
- ✓ Delimitação das bacias de drenagem.

2.10.2 **MODELO PRODUZIDO NO AUTODESK INFRAWORKS 2021**

Modeláveis: Os arquivos deverão ser elaborados no software Infracore e deverão ser compostos de entidades modeláveis em nível de projeto básico, quais sejam:

- Modelo digital da superfície do terreno, com foto aérea agregada de uma área abrangente (área superior à do levantamento topográfico);
- Alinhamento horizontal e greide;
- Representação do corredor com montagem, componentes, elementos e acabamentos (defensas, barreiras, sinalização);
- Representar dispositivos modelados;
- Representar obras de arte especiais, suas fundações e estruturas de contenção.
- Ao final desta fase, o modelo BIM nativo editável do Infracore a ser fornecido deverá permitir:
 - ✓ Seleção e edição dos elementos de forma segregada/nativa (adição, exclusão ou edição de características geométricas de faixas de rolamento, além dos demais elementos - canteiro central, barreiras e outros).
 - ✓ Visualização da maquete eletrônica 3d do projeto;
 - ✓ Extração automática de quantidades, por elemento (quantidade concreto em OAEs; volumes de corte e aterro etc.);
 - ✓ Edição de qualquer elemento com atualização automática dos demais elementos (exemplo: alteração do alinhamento vertical, com atualização automático do perfil do terreno natural e as respectivas seções transversais);
 - ✓ Geração de desenhos de perfis e seções transversais automaticamente;
 - ✓ Delimitação das bacias de drenagem;

- ✓ Possibilidade de elaboração/edição de animações/filmes;
- ✓ Pelo menos um vídeo / animação por rodovia percorrendo todo o traçado e evidenciando pontos importantes com duração de até 1 minuto.

2.10.3 **MODELO PRODUZIDO NO AUTODESK NAVISWORKS 2021**

Modeláveis: Os arquivos deverão ser elaborados no software Navisworks e deverão ser compostos de entidades modeláveis básicas, para tanto:

- O projeto desenvolvido na plataforma deve conter a representação de terraplenagem, pavimento, obras de arte especiais, contenções, interseções e dispositivos;
- Deve ser apresentada a planilha de quantificação estruturada;
- Deve ser apresentado o cronograma em forma de Gráfico de Gantt, sendo as tarefas apresentadas em associação aos elementos 3D;
- O arquivo deve possibilitar a detecção de interferências (“Clash Detective”) ao longo do tempo (“Time Liner”);
- O arquivo deve ser organizado de forma a possibilitar a simulação, criação de eventos automáticos e animações/apresentações;
- Apresentar relatórios formalizando os resultados (planilha de quantitativos e cronograma).
- Ao final desta fase, o modelo BIM nativo editável do Navisworks 2021 deverá permitir:
 - ✓ Clash detection entre os elementos geométricos;
 - ✓ Seleção agregada por tipo e agrupamento de elementos;
 - ✓ Extração automática dos quantitativos agregados por: (i) tipo de obra: duplicação km x, interseção do km y, faixa adicional do km z etc.; (ii) classe de projeto: terraplenagem; pavimentação, drenagem, dispositivos de segurança etc.; (iii) tipo de elemento: base, sub-base, revestimento de pavimento; defesa metálica, barreira new Jersey, sarjeta de pé de corte;

canaleta de montante etc.; (iv) material: Concreto de cimento Portland, asfalto, aço-CA25, aço CA-50 etc.;

- ✓ Edição das listas de classificação citadas (adição, exclusão, alteração etc.);
- ✓ Visualização de animação / simulação das etapas construtivas das obras.