



AGÊNCIA NACIONAL DE  
TRANSPORTES TERRESTRES

# **MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS**

**VOLUME 8**

**DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS VOLTADOS À  
DEFINIÇÃO DE CUSTOS PARA COMPLEMENTAÇÃO E  
INSERÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA E DE  
EXECUÇÃO DE OUTROS SERVIÇOS DE ENGENHARIA  
CONSULTIVA**

**2021**

**MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA**  
Exmo. Sr. Tarcísio Gomes de Freitas

**DIRETOR GERAL DA ANTT**  
Sr. Rafael Vitale Rodrigues

**SUPERINTENDENTE DE CONCESSÃO DA INFRAESTRUTURA**  
Sr. Renan Essucy Gomes Brandão

**GERÊNCIA DE PROJETOS DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**  
Sra. Larissa Wendlin

# **MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS**

**VOLUME 8**

**DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS VOLTADOS À  
DEFINIÇÃO DE CUSTOS PARA  
COMPLEMENTAÇÃO E INSERÇÃO DE PROJETOS  
DE ENGENHARIA E DE EXECUÇÃO DE OUTROS  
SERVIÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA**

## MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

### A. VERSÃO ATUAL

#### EQUIPE TÉCNICA:

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 086/2014)

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 029/2018)

#### SUPERVISÃO DA ANTT (Superintendência de Concessão da Infraestrutura):

Superintendente: Renan Essucy Gomes Brandão

Especialista em Regulação(Gerente): Larissa Wendling

### B. PRIMEIRA EDIÇÃO

#### EQUIPE TÉCNICA:

Elaboração: Departamento de Engenharia e Construção – DEC (Termo de Cooperação Técnica nº 011/ANTT/2009)

#### SUPERVISÃO DA ANTT:

Especialista em Regulação: Jean Mafra dos Reis

Especialista em Regulação: Alexandre Porto Mendes de Souza

Especialista em Regulação: Andre Luis Oliveira de Melo

Especialista em Regulação: Silvio Vinhal da Silva

Brasil, Agência Nacional de Transportes Terrestres.  
Manual de Custos Referenciais Ferroviários. 2ª Edição - Brasília, 2021.

1 v. em 65 p.

V. 8: Desenvolvimento de Estudos Voltados à Definição de Custos para Complementação e Inserção de Projetos de Engenharia e de Execução de Outros Serviços de Engenharia Consultiva

**MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA  
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES**

**MANUAL DE CUSTOS  
REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS**

**VOLUME 8**

**DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS VOLTADOS À DEFINIÇÃO DE CUSTOS  
PARA COMPLEMENTAÇÃO E INSERÇÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA E  
DE EXECUÇÃO DE OUTROS SERVIÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA**

2<sup>a</sup> Edição

**BRASÍLIA  
2021**

**MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA  
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES**

Setor de Clubes Esportivos Sul – SCES, trecho 03, lote 10, Projeto Orla Polo 8 – Bloco A – 1º Andar  
Brasília – DF  
CEP: 70200-003  
Tel.: (061) 3410-1000  
Site: [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)  
E-mail: [ouvidoria@antt.gov.br](mailto:ouvidoria@antt.gov.br)

**TÍTULO: MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS**

Segunda edição: MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS, 2021

VOLUME 8 – Desenvolvimento de estudos voltados à definição de custos para complementação e inserção de projetos de engenharia e de execução de outros serviços de engenharia consultiva

Revisão:

Fundação Getúlio Vargas - FGV  
Contratos 086/2014-00 e 029/2018 (ANTT)

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

*Direitos autorais exclusivos da ANTT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (ANTT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.*

## APRESENTAÇÃO

O Manual de Custos Referenciais Ferroviários cumpre o estabelecido nos Contratos nº 086/2014 e 029/2018, celebrados entre a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e a Fundação Getúlio Vargas.

Este manual, em sua versão integral, é apresentado em 10 volumes com os seguintes títulos:

Volume 1 – Metodologia e Conceitos

Volume 2 – Pesquisa de Preços

Volume 3 – Equipamentos

Volume 4 – Mão de obra

Volume 5 – Materiais

Volume 6 – Manuais Técnicos

- Conteúdo 01 – Instalação de Obra
- Conteúdo 02 – Superestrutura
- Conteúdo 03 – Transportes
- Conteúdo 04 – Serviços Auxiliares
- Conteúdo 05 – Sinalização
- Conteúdo 06 – Telecomunicação
- Conteúdo 07 – Energização

Volume 7 – Canteiro de Obras Ferroviárias

Volume 8 – Desenvolvimento de estudos voltados à definição de custos para complementação e inserção de projetos de engenharia e de execução de outros serviços de engenharia consultiva

Volume 9 – Fator de interferência de tráfego ferroviário

Volume 10 – Produções de Equipes Mecânicas

- Tomo 01
- Tomo 02
- Tomo 03
- Tomo 04

## RESUMO

O Manual de Custos Referenciais Ferroviários SICFER apresenta metodologias, conceitos, critérios e parâmetros utilizados no desenvolvimento do projeto, cuja finalidade é a elaboração de composições de custos referenciais para subsidiar os orçamentos de projetos ferroviários.

## ABSTRACT

The SICFER Transport Infrastructure Costs Manual presents the methodologies, concepts, criteria and parameters used in the development of the project, whose purpose is the elaboration of reference cost compositions for railway project budgets.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Etapas de projeto.....	8
Figura 2: Disciplinas dos projetos .....	10
Figura 3: Visão geral de uma imagem via satélite de um traçado ferroviário.....	15
Figura 4: Composição dos Estudos e Projetos Ferroviários .....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atividades do projeto .....	10
Quadro 2: Quadro de Recursos.....	12
Quadro 3: Descrição das atividades para os estudos topográficos .....	14
Quadro 4: Descrição das atividades para os estudos geológicos.....	17
Quadro 5: Descrição das atividades para os estudos e projetos geotécnicos.....	20
Quadro 6: Descrição das atividades para a geometria do traçado .....	24
Quadro 7: Descrição das atividades para os estudos operacionais .....	27
Quadro 8: Descrição das atividades para os Estudos Hidrológicos .....	30
Quadro 9: Descrição das atividades para os estudos e projetos de terraplenagem.....	33
Quadro 10: Descrição das atividades para as OAEs.....	36
Quadro 11: Descrição das atividades para as OAEs –Túneis.....	39
Quadro 12: Descrição das atividades de Superestrutura .....	41
Quadro 13: Descrição das atividades de Sinalização .....	43
Quadro 14: Descrição das atividades de drenagem .....	45
Quadro 15: Descrição das atividades de obra de arte corrente.....	47
Quadro 16: Descrição das atividades de obra de arte complementares.....	48
Quadro 17: Descrição do item dos relatórios de engenharia .....	49
Quadro 18: Descrição do item dos Estudos de Investimento .....	50
Quadro 19: Descrição do item de orçamento da obra .....	50
Quadro 20: Exemplo de precificação de software.....	54
Quadro 21: Lista de CCUs do SICFER .....	55

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	2
2.	OBJETIVO .....	4
3.	METODOLOGIA .....	8
3.1	Etapas de projeto .....	8
3.2	Identificação das Disciplinas do Projeto .....	9
3.3	Atividades Vinculadas às Disciplinas do Projeto.....	10
3.4	Análise e Distribuição da Mão de Obra Técnica Especializada.....	11
3.5	Escritório-Modelo e Quantificação da Mão de Obra Especializada .....	11
3.6	Identificação dos Recursos.....	11
4.	IDENTIFICAÇÃO DAS DISCIPLINAS.....	14
4.1	Estudos Topográficos .....	14
4.1.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	14
4.1.2	Projeto Básico.....	16
4.1.3	Projeto Executivo .....	16
4.2	Estudos Geológicos .....	17
4.2.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	17
4.2.2	Projeto Básico.....	18
4.3	Estudos Geotécnicos.....	19
4.3.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	20
4.3.2	Projeto Básico.....	21
4.3.3	Projeto Executivo .....	22
4.3.4	Equipamentos Utilizados.....	23
4.4	Geometria do Traçado .....	24
4.4.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	24
4.4.2	Projeto Básico.....	25
4.4.3	Projeto Executivo .....	26
4.5	Estudos Operacionais .....	27
4.5.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	27
4.5.2	Projeto Básico.....	29
4.5.3	Projeto Executivo .....	29
4.6	Estudos Hidrológicos .....	30
4.6.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	30
4.6.2	Projeto Básico.....	31
4.6.3	Projeto Executivo .....	32
4.7	Terraplenagem.....	32

4.7.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	33
4.7.2	Projeto Básico.....	34
4.7.3	Projeto Executivo .....	34
4.8	Obras de Arte Especiais (OAEs) .....	35
4.8.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	36
4.8.2	Projeto Básico.....	37
4.8.3	Projeto Executivo .....	38
4.9	OAEs (Túneis).....	38
4.9.1	EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	39
4.9.2	Projeto Básico.....	39
4.9.3	Projeto Executivo .....	40
4.10	Superestrutura.....	40
4.10.1	EVTE- Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	41
4.10.2	Projeto Básico.....	42
4.10.3	Projeto Executivo .....	42
4.11	Sinalização.....	43
4.11.1	Projeto Básico.....	44
4.11.2	Projeto Executivo .....	44
4.12	Drenagem .....	45
4.12.1	Projeto Básico.....	45
4.12.2	Projeto Executivo .....	46
4.13	Obras de Arte Corrente (OAC) .....	47
4.13.1	Projeto Básico.....	47
4.13.2	Projeto Executivo .....	47
4.14	Obras Complementares .....	48
4.15	Relatórios de Engenharia.....	49
4.15.1	EVTE- Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica .....	49
4.15.2	Projeto Básico.....	49
4.15.3	Projeto Executivo .....	49
4.16	Estudos de Investimento.....	50
4.17	Orçamento da Obra .....	50
4.17.1	Projeto Básico.....	51
4.17.2	Projeto Executivo .....	51
5.	COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS.....	53
5.1	CCUs SICFER - Serviços e atividades de escritório.....	54
5.1.1	Engenharia Preliminar (EVTE) .....	56
5.1.2	Engenharia Básica (Projeto Básico) .....	57

---

5.1.3	Engenharia Detalhada (Projeto Executivo) .....	60
5.2	CCUs SICRO - Serviços e atividades de campo.....	62
5.3	Custos adicionais .....	62
6.	UTILIZAÇÃO DAS CCUs SICRO E SICFER .....	65

## **1. INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

Os Estudos Especiais foram concebidos pela ANTT e FGV/IBRE para preencher uma lacuna existente no Sistema de Custos Referenciais Ferroviários – SICFER, e são essenciais a sua completa definição.

As particularidades do projeto de engenharia ferroviária, associadas à escassez de mão de obra qualificada, em consequência das descontinuidades dos investimentos neste modal de transporte, marcam a redução na formação de profissionais técnicos e gestores de projetos ferroviários. O fórum aberto a essas questões corrobora para a construção e consolidação de consenso à volta dos custos e das características atribuídas à organização do espaço de trabalho, empenhadas nos serviços de engenharia consultiva. O caráter multidisciplinar conferido ao projeto ferroviário exige, sobretudo, uma constante interação entre as disciplinas percorridas com a imersão dos profissionais envolvidos e dedicação exclusiva aos objetivos demandados.

Dante das particularidades destacadas à engenharia ferroviária, cabe aos órgãos envolvidos com o desenvolvimento dos sistemas de transporte e sistema de custos de referência oferecer suporte à elaboração deste estudo.

O estudo referente ao Volume 8 abrange o estudo especial de “Desenvolvimento de estudos voltados à definição de custos para complementação e inserção de projetos de engenharia e de execução de outros serviços de engenharia consultiva”, abreviado de Custos de Projetos de Engenharia Consultiva.

A engenharia Consultiva é o setor da engenharia que atua nos estudos preliminares e de viabilidade técnica e ambiental, concepção, projetos, supervisão e gerenciamento de um empreendimento. Os serviços de Engenharia Consultiva permitem a realização dos empreendimentos com qualidade técnica, segurança e economia, a partir de estudos e planejamentos. Desta forma, as empresas prestam serviços técnicos especializados em oferecer soluções individualizadas aos empreendimentos da indústria, da construção civil e de infraestrutura, atuando tanto nas fases do projeto, como na sua implementação.

Neste contexto, o presente manual contempla a identificação, suportada por análise criteriosa e alocação de recursos, no formato de composição de custo, com a finalidade de mensurar, quantitativamente, os recursos necessários para o desenvolvimento dos projetos de infraestrutura e superestrutura ferroviária.

## **2. OBJETIVO**

## 2. OBJETIVO

A justificativa predominante para o desenvolvimento desta metodologia está vinculada à evidente carência de informação no que tange ao referencial de custo, para balizar o processo de orçamentação dos projetos ferroviários.

Assim, o estudo visou estabelecer embasamento para o possível desdobramento dos custos em composições organizadas nas disciplinas do projeto de via, destacando o recurso da mão de obra especializada, que se apresenta como principal ativo para o desenvolvimento das atividades de engenharia consultiva. Numa outra vertente, tem-se os insumos necessários para o desenvolvimento dos serviços integrantes dos projetos.

Alinhado à iniciativa do DNIT, propondo a elaboração das Instruções de Serviços Ferroviários (ISF) por atividade, o estudo acompanha a metodologia proposta e complementa o trabalho com as composições de custo das atividades desenvolvidas, a fim de cumprir com as etapas destacadas e precisar os entregáveis relacionados nas referidas instruções técnicas.

O objetivo geral desta metodologia foi o desenvolvimento de composições de custos para as atividades de engenharia consultiva em escritório associadas à elaboração dos estudos técnicos e projetos de engenharia, para infra e superestrutura e sinalização do traçado ferroviário. No desenvolvimento da metodologia, foram levantados e estudados os seguintes itens:

- Identificação das atividades e produtos da engenharia consultiva, alinhados com as instruções de serviços ferroviários, publicados pelo DNIT, VALEC e outras especificações de projeto de Concessionárias;
- Associação das atividades de engenharia à organização do escritório de projetos, distribuindo competências entre profissionais, na razão de suas qualificações;
- Apropriação dos recursos atribuídos às atividades do projeto, para que estes estejam comprometidos com a qualidade técnica necessária, à luz das melhores iniciativas de engenharia, para histórico recente

Desta forma, o estudo concentrou nas disciplinas técnicas que compõem a engenharia consultiva, aplicada aos projetos de infraestrutura e superestrutura ferroviária. O desdobramento dessas atividades cobre a elaboração do projeto do traçado da ferrovia, com soluções contidas pela faixa de domínio da via.

O referido estudo especial avança com a criação de composições de custo de engenharia conceitual para o sistema SICFER, desde os Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE), evoluindo às etapas dos Projetos Básicos até a etapa de Projeto Executivo.

Quanto aos serviços técnicos, há a inclusão de métodos e equipamentos, ainda não considerados nos sistemas de referência vigentes, vinculados à etapa do desenvolvimento de engenharia.

As componentes econômicas, ambientais, sociais e histórico-preservacionistas são fatores condicionantes do traçado, demandando estudos e projetos prévios, básicos e complementares. Essas componentes estão condicionadas à região onde se insere o traçado, tendo suas demandas definidas em processos de consulta pública e outros instrumentos utilizados para mapear e monitorar seus impactos e oportunidades geradas. Assim, este estudo especial não avança nos desdobramentos das componentes econômicas, ambientais, sociais e histórico-preservacionistas.

A metodologia se atém às componentes técnicas de engenharia. Os itens a seguir apresentam os grupos preliminarmente considerados:

- Estudos geológicos;
- Estudos hidrológicos;
- Estudos topográficos
- Estudos geotécnicos;
- Estudos de traçado e projeto geométrico;
- Projeto de terraplenagem;
- Projeto de drenagem;
- Projeto de obras de arte corrente;
- Projeto de obras de arte especiais (pontes e viadutos);
- Projeto de obras de arte especiais (túneis);
- Projeto de sinalização;
- Projeto de superestrutura;
- Estudos operacionais;
- Estudo de investimento;
- Relatórios de engenharia
- Orçamento do projeto; e
- Projeto de obras complementares.

---

Nas composições de custo desenvolvidas para o sistema SICFER constam estritamente os serviços e atividades de escritório desenvolvidos para elaboração de projetos ferroviários.

Posto isto, as composições de serviços e atividades de campo, não incorporadas nesse sistema, serão contempladas pelo trabalho em desenvolvimento no âmbito da manutenção do Sistema de Custos de Referenciais de Obras - SICRO do DNIT.

Assim sendo, a metodologia adequada ao cálculo dos custos referenciais para as atividades de engenharia consultiva engloba as composições de ambos os sistemas. Portanto, o presente manual objetiva permitir fluidez na utilização do que está sendo desenvolvido para o SICRO do DNIT e o SICFER desta ANTT.

### **3. METODOLOGIA**

### 3. METODOLOGIA

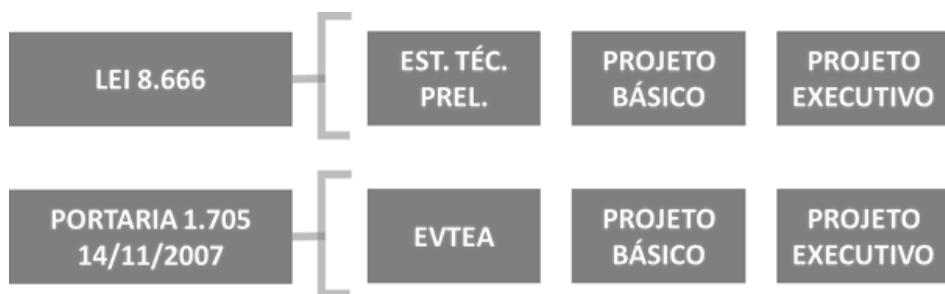
Historicamente, a linha metodológica para orçamentação de serviços de Engenharia Consultiva sempre esteve calcada na qualificação e quantificação dos custos. Haja vista a consistência dessa premissa, a presente metodologia visa detalhar ao máximo os custos afetos aos serviços de Engenharia Consultiva. Ademais, seus procedimentos objetivam possibilitar a orçamentação em função dos produtos, em detrimento à contratação baseada exclusivamente na prestação de serviços.

Neste âmbito, a metodologia consiste em organizar as atividades de engenharia consultiva em suas respectivas disciplinas e estabelecer uma relação entre as etapas de projetos, sendo ela desde a fase preliminar até a fase do Projeto Executivo. Para tanto, a sistemática adotada foi estabelecer relação de proporção dos diferentes níveis de projeto, de forma a ser refletida nas composições de custos. Desta forma, as composições de custos presentes no SICFER estão divididas de acordo com as etapas estabelecidas para cada modalidade de projeto, sendo uma premissa do orçamentista estabelecer a necessidade de aplicação de cada um dos níveis de estudo e elaboração dos projetos.

#### 3.1 Etapas de projeto

Para a construção da metodologia e suas composições de custos unitários (CCUs) foram abordados vários normativos presentes em atenção à necessidade de ancorar a metodologia para alocação de recursos nas etapas evolutivas dos estudos e projetos de engenharia, em sinergia com a Lei de licitações, nº 8.666, e a Portaria Nº 1.705 de 14 de novembro de 2007 do DNIT. Assim, foram identificados os níveis de detalhamento de engenharia, para o desenvolvimento dos projetos, conforme a Figura 1.

**Figura 1: Etapas de projeto**



Fonte: FGV IBRE

Analogamente ao preconizado pelo DNIT, pode-se inferir que o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE) é “o conjunto de estudos necessários à verificação da existência de viabilidade técnica e econômica para a execução de uma determinada obra de infraestrutura ferroviária, ou conjunto delas, nos segmentos considerados, dentre as alternativas propostas, consubstanciado, principalmente nos estudos de capacidade da ferrovia e seu nível de serviço, aliados às pesquisas complementares e outras similares, bem como aos demais trabalhos e estudos de engenharia e socioeconômicos necessários”.

O Projeto Básico consiste em um conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para caracterizar a obra ou serviço de engenharia, ou o complexo de obras, com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares. Além disso, no Projeto Básico devem ser realizados os levantamentos necessários e definida/validada a concepção do empreendimento a ser implantado, com objetivo de levantamento de quantidades necessárias para sua implantação. Os escopos dos itens do Projeto Básico devem seguir as Instruções de Serviços Ferroviários do DNIT.

O Projeto Executivo representa a fase de detalhamento da engenharia proposta na fase do Projeto Básico e considera, ainda, outras informações técnicas adicionais para execução completa da obra. Os escopos dos itens do Projeto Executivo devem seguir as Instruções de Serviços Ferroviários do DNIT.

É importante salientar que o Projeto Básico é exigência mínima para a realização da licitação da obra, mas nunca para a execução desta. Já o Projeto Executivo é fundamental para a execução de obras e serviços de engenharia. A principal diferença entre o Projeto Básico e o executivo é, basicamente, o nível de detalhamento dos estudos e, principalmente, projetos. O Projeto Executivo é mais detalhado, contendo informações suficientes para a execução da obra ou serviço.

### **3.2 Identificação das Disciplinas do Projeto**

A metodologia possui como referência as Instruções de Serviços Ferroviários (ISF) elaboradas pelo DNIT e os normativos técnicos publicados pela VALEC. Neste contexto foram identificadas as disciplinas necessárias para a elaboração dos projetos ferroviários em todas as fases integrantes do ciclo do projeto, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2: Disciplinas dos projetos**



Fonte: FGV IBRE

O escopo de cada disciplina de projeto, seja em fase de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE), de Projeto Básico ou Projeto Executivo é elucidado posteriormente no presente manual.

### 3.3 Atividades Vinculadas às Disciplinas do Projeto

Na definição das composições de custos unitários foram levantadas as atividades associadas à sua respectiva disciplina e nível de detalhamento do projeto, considerando a sequência executiva do procedimento normativo adotado, conforme exemplo apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1: Atividades do projeto**

DISCIPLINA	NÍVEL	ATIVIDADES
GEOMETRIA DO TRAÇADO (KM) ISF - 209	EVTE	Identificação do eixo diretriz e área de influência
		Lançamento e otimização de traçado e perfil
	BÁSICO	Lançamento e otimização de geometria básica
		Investigação de campo
		Estudo de variantes de geometria básica
		Comparativo de variantes de geometria básica
	EXECUTIVO	Lançamento e otimização de geometria executiva
		Investigação de campo
		Detalhamento dos projetos geométricos
		Geração das notas de serviço do projeto geométrico

Fonte: FGV IBRE

### **3.4 Análise e Distribuição da Mão de Obra Técnica Especializada**

Para a formalização das composições foi feito a distribuição da mão de obra técnica especializada necessária ao desenvolvimento das disciplinas, com a devida alocação proporcional em função do nível de detalhamento do projeto.

A etapa de EVTE, normalmente, implica maior quantitativo de engenheiros sêniores e plenos, uma vez que demanda uma visão de ampla síntese do projeto e definição de alternativas a serem avaliadas.

O Projeto Básico reflete o equilíbrio da alocação entre os níveis profissionais, uma vez que avança com a engenharia conceitual e inicia o detalhamento das soluções de engenharia.

O Projeto Executivo exige o detalhamento de uma engenharia já consolidada, o que representa o desdobramento das soluções em desenhos técnicos e notas de serviço para implantação. Assim, a engenharia detalhada emprega um maior quantitativo de técnicos projetistas e engenheiros auxiliares.

### **3.5 Escritório-Modelo e Quantificação da Mão de Obra Especializada**

Esta etapa compreende a distribuição da mão de obra em suas respectivas disciplinas, apoiada sobre a estrutura modelo proposta para o escritório de projeto.

### **3.6 Identificação dos Recursos**

Os recursos empregados no desenvolvimento das atividades de engenharia consultiva podem ser organizados em mão de obra, softwares, equipamentos e veículos. A mão de obra representa o principal custo das atividades e os demais recursos fornecem meios para o desenvolvimento destas. Segue, no Quadro 2, as categorias e os recursos considerados, a serem alocados nas atividades.

**Quadro 2: Quadro de Recursos**

CATEGORIA	RECURSOS
MÃO DE OBRA	CONSULTOR
	COORDENADOR
	ENGENHEIRO/PROFISSIONAL SÊNIOR
	ENGENHEIRO/PROFISSIONAL PLENO
	ENGENHEIRO/PROFISSIONAL JÚNIOR
	ENGENHEIRO/PROFISSIONAL AUXILIAR
	TÉCNICO ESPECIAL
	TÉCNICO SÊNIOR
	TÉCNICO PLENO
	TÉCNICO JÚNIOR
	TÉCNICO AUXILIAR
EQUIPAMENTOS	EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA
	INSTRUMENTAL DE GEOLOGIA
	INSTRUMENTAL DE GEOTECNIA
VEÍCULOS	VEÍCULO LEVE (53kW)
	VEÍCULO CAMINHONETE - (147kW)
SOFTWARE	SOFTWARE PARA CÁLCULO E EDIÇÃO DE PROJETOS CAD
	SOFTWARE SIG PARA COLETA DE DADOS E ORIENTAÇÃO, EM DISPOSITIVOS MÓVEIS
	SOFTWARE SIG PARA PROCESSAMENTO DE DADOS E TRATAMENTO DE IMAGENS E MAPAS
	SOFTWARE PARA TRATAMENTO DE IMAGENS FOTOGRÁFICAS
	SISTEMA OPERACIONAL WINDOWS E PACOTE OFFICE

Fonte: FGV IBRE

#### **4. IDENTIFICAÇÃO DAS DISCIPLINAS**

## 4. IDENTIFICAÇÃO DAS DISCIPLINAS

Os Estudos e Projetos Ferroviários contemplam as etapas necessárias para a elaboração de Estudos de Viabilidade Técnica, Projeto Básico e Projeto Executivo, a fim de proporcionar as melhores e mais otimizadas soluções para a implantação das estradas de ferro, empregando métodos qualificados e atualizados com o melhor custo dos empreendimentos de infraestrutura. Desta forma, para a definição das composições de custos unitários foram levantadas as atividades associadas à sua respectiva disciplina e o nível de detalhamento do projeto.

Aqui são delimitadas as disciplinas e atividades que cada grupo de composições contempla. Além disso, as composições de custos estão separadas de acordo com a tipologia de cada grupo de projetos, sendo cada grupo abordado separadamente.

### 4.1 Estudos Topográficos

Os estudos topográficos foram inseridos conforme ISF – 203/204 elaboradas pelo DNIT e normativo Valec 80-EG-000A-28-0000. Os referidos normativos visam estabelecer as diretrizes básicas dos serviços topográficos para implantação de ferrovias, de acordo com as fases de projeto EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo. O Quadro 3 apresenta as atividades referentes a cada fase dos estudos topográficos.

**Quadro 3: Descrição das atividades para os estudos topográficos**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
ESTUDOS TOPOGRÁFICOS (KM) ISF - 203/204	EVTE	DEFINIÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA
		REALIZAÇÃO DA COBERTURA COM AQUISIÇÃO DE DADOS
		DEFINIÇÃO DO PRODUTO CARTOGRÁFICO
	BÁSICO	IMPLANTAÇÃO DA POLIGONAL TOPOGRÁFICA PRINCIPAL
		LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO COMPLEMENTAR
	EXECUTIVO	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DE EIXO
		LEVANTAMENTO DE SEÇÕES E NUVEM DE PONTOS
		CADASTRO TOPOGRÁFICO DA FAIXA DE DOMÍNIO
		LEVANTAMENTO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

Fonte: FGV IBRE

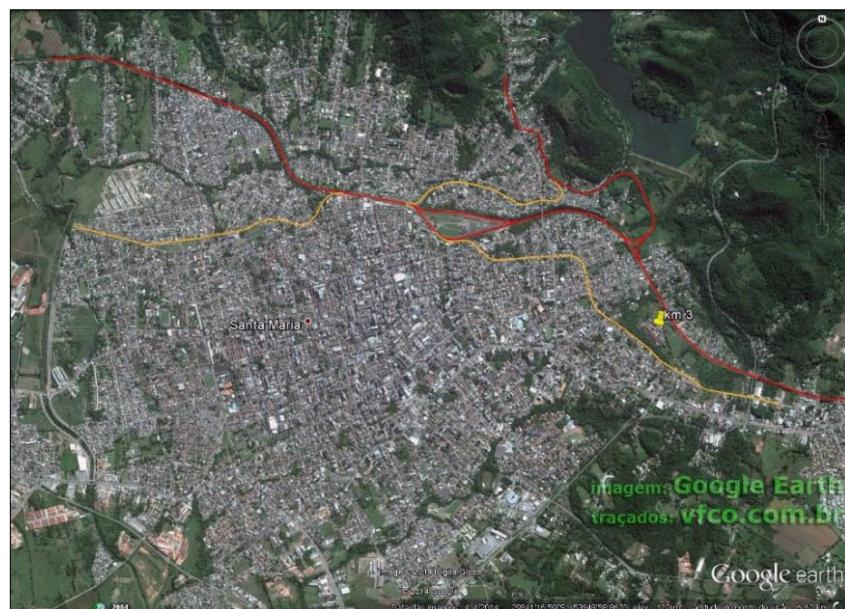
#### 4.1.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Na fase de EVTE, o estudo topográfico tem como objetivo a obtenção de modelos topográficos digitais do terreno, imprescindíveis ao estudo dos corredores e à escolha da melhor alternativa de traçado.

No que se refere à aplicação da tecnologia nos estudos topográficos, estas podem ser inseridas para obtenção conceitual do traçado da ferrovia por meio de imagem de satélite.

As imagens de satélite são empregadas para reproduzir o trajeto dos projetos ferroviários, verificando as alternativas e viabilidade técnica do traçado, em função da meteorologia e dos satélites que melhor servem o seu propósito de monitoramento. Cabe ressaltar a importância de especificar a frequência com a qual deseja o esmagamento, e quais alvos e características deve-se analisar (tamanho, movimento, qualidade da vegetação etc.). A Figura 3 apresenta um exemplo de um esmagamento via satélite realizado para verificação do traçado ferroviário de Santa Maria.

**Figura 3: Visão geral de uma imagem via satélite de um traçado ferroviário**



**Fonte:** <http://vfcobrazilia.jor.br/estacoes-ferroviarias/vfrgs/mapa-trilhos-ferrovia-Santa-Maria.shtml>

As atividades dessa etapa são:

- **Definição da área de influência** - fase preliminar do projeto, deve compreender a delimitação da área de abrangência da implantação do traçado ferroviário;
- **Realização da cobertura com aquisição de dados** - atividade que consiste no levantamento da área, que deverá ter largura suficiente para permitir o desenvolvimento dos estudos de traçado, inclusive variantes, os estudos de meio ambiente e de drenagem;
- **Definição do produto cartográfico** - etapa do EVTE que se constitui na determinação dos componentes necessários para o desenvolvimento dos serviços topográficos. O produto deve constar de referencial planimétrico, referencial altimétrico, assim como a convergência meridiana e declinação magnética.

#### 4.1.2 Projeto Básico

Na fase de Projeto Básico, faz-se necessária a elaboração de um modelo digital do terreno que viabilize a definição da geometria da ferrovia e forneça, além de elementos topográficos indispensáveis à elaboração dos estudos, desenhos que compõem essa fase de projeto. Portanto, o estudo básico topográfico deverá em sua totalidade os seguintes atributos mínimos:

- **Implantação da poligonal topográfica principal** - fase do projeto que consiste na transferência das coordenadas geográficas para o sistema de projeção UTM dos marcos da rede oficial do IBGE ou DSG para marcos na proximidade do início e do final da linha ferroviária;
- **Levantamento planialtimétrico complementar** - auxilia na identificação de informações necessárias para locação e posterior elaboração das seções. Essa atividade poderá, alternativamente, ser executada por aerofotogrametria, devendo, nesse caso específico, obedecer ao dispositivo na Instrução de Serviço ISF 201, que se refere ao Levantamento Aerofotogramétrico para Projeto Básico de Ferrovias.

#### 4.1.3 Projeto Executivo

Na fase do Projeto Executivo, o principal objetivo dos estudos topográficos é a materialização do eixo do projeto definitivo aprovado na fase de Projeto Básico. Sendo assim, o estudo consiste nos serviços de apoio, com a implantação da poligonal de transferência, das coordenadas cartesianas do sistema e da projeção UTM a partir dos marcos geodésicos, implantação da rede de referenciais de nível e marcação do projeto geométrico com locação de seus pontos notáveis.

Com base nas análises da ISF 202/204 e do normativo Valec 80-EG-000A-28-0000, foi possível estabelecer as atividades a serem produzidas pela mão de obra presente nas composições.

As atividades dessa etapa são:

- **Locação e nivelamento de eixo** - essa atividade comprehende a locação dos pontos do eixo, que deve ser executada por coordenadas, por meio de um equipamento com nível de precisão, segundo a ABNT – NBR 13133/94;
- **Levantamento de seções e nuvem de pontos** - essa etapa do processo se refere à identificação das seções transversais para retratar com precisão o relevo do terreno, incluindo seus acidentes topográficos, de modo a fornecer as distâncias do offset para

embasar o projeto de terraplenagem. Vale frisar que as seções transversais devem ser levantadas de 20m em 20m, sendo sua extensão, a priori, até 15m da projeção dos offsets;

- **Cadastro topográfico da faixa de domínio** - atividade que consiste no levantamento cadastral da faixa de domínio, fornecendo a posição das cercas, levantamento das edificações e benfeitorias, nome do proprietário e outros elementos para caracterização e definição da faixa de domínio;
- **Levantamento de ocorrências de materiais** - levantamento preliminar das predominâncias de materiais identificados na área de abrangência de implantação do projeto ferroviário.

## 4.2 Estudos Geológicos

Os estudos geológicos foram inseridos conforme ISF – 206 e normativo Valec 80-EG-000A-29-0000. Essas instruções/normativos têm por objetivo definir e especificar os serviços constantes dos estudos geológicos nos projetos de engenharia de infraestrutura ferroviária nos níveis de projeto EVTE e Projeto Básico. Não há estudos geológicos na fase de Projeto Executivo, uma vez que no Projeto Básico já ocorre a consolidação das informações.

**Quadro 4: Descrição das atividades para os estudos geológicos**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
ESTUDOS GEOLÓGICOS (KM) ISF - 206	EVTE	COLETA E PESQUISA DE DADOS GEOLÓGICOS
		ANÁLISE COM A INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GEOLÓGICOS
		INVESTIGAÇÃO DE CAMPO
	BÁSICO	MAPEAMENTO GEOLÓGICO
		DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO
		ESTUDO DE SOLUÇÕES LOCALIZADAS
		RECOMENDAÇÕES GEOLÓGICAS

Fonte: FGV IBRE

### 4.2.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Na fase de EVTE, todos os elementos geotecnológicos lançados e apresentados no mapa geológico preliminar, no perfil longitudinal e no greide permitem uma diferenciação dos universos ou domínios geotecnológicos, base sobre a qual deverão ser desenvolvidas as investigações de campo.

O mapa preliminar do projeto e o relatório descritivo, realizados nessa fase, têm por finalidade fornecer o embasamento necessário para análise de maneira global do traçado para

cada subtrecho da via férrea, analisando as características geológicas da região e as restrições para a implantação da obra ferroviária.

As atividades dessa etapa são:

- **Coleta e pesquisa de dados geológicos** - essa fase compreende o levantamento de publicações, cartas, fotografias aéreas, informações topográficas da geomorfologia dos solos, da hidrologia do clima, bem como da composição vegetativa de toda a região de implantação do projeto da ferrovia. Cabe ressaltar a importância da coleta da maior quantidade de dados possíveis que possam agregar informações nessa primeira etapa do estudo geológico;
- **Análise com a interpretação dos dados geológicos** - etapa que consiste no estudo interpretativo de todas as informações levantadas na etapa anterior. A partir dessa análise detalhada, será possível verificar e mapear a ocorrência da tipologia dos materiais, as condições favoráveis e desfavoráveis de geotecnica, as zonas de solos moles, solos compressíveis, regiões serranas e planas, taludes de maior ocorrência e as principais criticidades;
- **Investigação de campo** - as investigações de campo compreendem uma fase de suma importância, uma vez que consolida e ratifica todas as principais características do terreno, definindo a sua estratigrafia levantada nas etapas anteriores. Nessa fase, tem-se a incorporação dos dados adicionais obtidos no campo e as interpretações dos dados geológicos.

#### 4.2.2 Projeto Básico

Na etapa de Projeto Básico, em cada domínio geológico, devidamente caracterizado pelos estudos geológicos preliminares, serão selecionados cortes representativos para cada segmento homogêneo, para o detalhamento geotécnico representativo e para o cálculo de estabilidade de taludes.

Nessa fase, a diretriz de traçado está consolidada e as soluções devem ser estudadas de forma específica, destinando-se a quantificar e a qualificar as áreas de materiais necessários à implantação da ferrovia. Será desenvolvida a partir das conclusões e recomendações do estudo na fase anterior, mediante aprovação prévia do órgão responsável.

Com base nas análises da ISF – 206 e do normativo Valec 80-EG-000A-29-0000, elaborou-se a descrição sucinta das atividades desenvolvidas na disciplina dos estudos geológicos de acordo com os níveis de Projeto Básico.

As atividades dessa etapa são:

- **Mapeamento geológico** - o mapeamento geológico caracteriza-se como princípio de qualquer projeto que necessite do uso da terra, pois produz informações que subsidiam a prospecção e a descoberta de jazidas. Nessa fase, os mapas geológicos preliminares passam por um detalhamento sistemático. Para isso, o profissional realizará o levantamento de dados necessários para mapear as ocorrências típicas da geomorfologia dos solos da região na qual será implantado o projeto da ferrovia para, *a priori*, prever o possível comportamento geotécnico dos solos estudados;
- **Descrição geológica da região** - fase que consiste na análise e descrição das feições geológicas identificadas, com descrição da situação geográfica do clima, dos solos, da vegetação, dos aspectos referentes à geomorfologia, estratigrafia, hidrogeologia e litologia da região em estudo;
- **Estudo de soluções localizadas** - as áreas com ocorrência de peculiaridades no projeto ferroviário (como regiões montanhosas que necessitam de projetos de túneis, regiões em que precisam ser projetados pontes, viadutos, ou ainda zonas de solos moles) devem ser analisadas por meio de um estudo específico e, a depender da complexidade, haverá necessidade de contratação de um profissional especialista para promover soluções técnicas e econômicas ao projeto;
- **Recomendações geológicas** - para a finalização dos estudos geológicos, deve-se realizar as considerações conclusivas, de modo a orientar as soluções geotécnicas necessárias aos projetos. Nesse item, se faz necessário possíveis recomendações de ensaios adicionais e/ou detalhamento de especificações do projeto para o desenvolvimento da fase de Projeto Básico.

#### 4.3 Estudos Geotécnicos

Os estudos e projetos de geotecnia foram inseridos conforme ISF – 207 e normativo Valec 80-EG-000A-29-0000. Tais normativos preconizam que esses estudos devem ser realizados somente nas fases de Projeto Básico e Projeto Executivo. No entanto, o presente estudo inclui, ousrossim, a fase de EVTE, uma vez que se faz necessária a aplicação da tecnologia disponível para as investigações expeditas com uso de equipamentos portáteis desde a fase preliminar do projeto.

Vale ressaltar que a inserção da fase de EVTE nos estudos geotécnicos proporcionará um Projeto Executivo mais assertivo e não afetará o cronograma das atividades, uma vez que essas tecnologias para uso em geotecnia são de fácil e rápida execução.

**Quadro 5: Descrição das atividades para os estudos e projetos geotécnicos**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
ESTUDOS GEOTÉCNICOS (KM) ISF - 207	EVTE	CARACTERIZAÇÃO TÁTIL E VISUAL DOS SOLOS INTERCEPTADOS
		INVESTIGAÇÕES EXPEDITAS COM USO DE EQUIPAMENTOS PORTÁTEIS
	BÁSICO	INVESTIGAÇÃO DO SUBLEITO
		INVESTIGAÇÃO DE EMPRÉSTIMOS E OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS
	EXECUTIVO	ELABORAÇÃO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA
		ELABORAÇÃO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA COMPLEMENTAR
		INVESTIGAÇÃO DE SUBLEITO, EMPRÉSTIMOS E OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS
		ESTUDO E PROJETO DE ESTABILIZAÇÃO DE FUNDAÇÃO DE ATERROS (BERMA DE EQUILÍBRIO, ATERRO DE SOBRECARGA, SUBSTITUIÇÃO DE SOLO, ESTACA DE BRITA)
		ESTUDO DAS ESTABILIDADES DE TALUDES

Fonte: FGV IBRE

#### 4.3.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Na fase de EVTE recomenda-se a realização de atividades de campo, de maneira a inferir as principais características dos solos da região para implantação do projeto ferroviário.

Para esse fim, faz-se necessária a caracterização tátil e visual dos solos interceptados e as investigações expeditas com uso de equipamentos portáteis, tais como deflectômetro leve – *Light Weight Deflectometer* (LWD), penetrômetro dinâmico, densímetro não nuclear e *vane test*.

As atividades dessa etapa são:

- **Caracterização tátil e visual dos solos interceptados** - essa atividade consiste na interpretação dos boletins de caracterização tátil e visual dos solos com potencial para emprego em corpo de aterro, ou para as camadas do pavimento ferroviário. Tal atividade é fundamental para direcionar os tipos e quantitativos de ensaios para programação do plano de investigação geotécnica. Vale frisar que essa atividade deve ser realizada por um profissional com bom conhecimento geotécnico, que possui sensibilidade para identificar com assertividade as características geomorfológicas dos solos da região de implantação do projeto ferroviário;

- **Investigações expeditas com uso de equipamentos portáteis** - fase que compreende a realização e a análise dos ensaios em campo, com uso dos equipamentos portáteis para verificação das condições de suporte do solo.

#### 4.3.2 Projeto Básico

Na fase de Projeto Básico, a diretriz de traçado está consolidada, e as soluções técnicas estudadas de forma localizada objetivam identificar quantitativamente e qualitativamente as regiões de materiais disponíveis para o projeto de terraplenagem da ferrovia.

Em função das informações levantadas nessa fase, como as investigações geotécnicas e projetos geométricos sobre a base topográfica, é possível verificar as alternativas de soluções geotécnicas para cada condição específica tanto do ponto de vista técnico quanto econômico.

As atividades dessa etapa são:

- **Investigação do subleito** - compreende a verificação da capacidade de carga do subleito do pavimento ferroviário relacionada a determinada frequência de trens. Nessa etapa realiza-se o dimensionamento do pavimento ferroviário, com a determinação da geometria do projeto (altura de lastro, sublastro e reforço de subleito, caso necessário). Vale ressaltar que o dimensionamento de uma ferrovia está diretamente ligado à identificação das tensões máximas que atuam nas camadas do pavimento férreo. Sendo assim, é imprescindível assertividade na determinação das tensões máximas atuantes, para que seja viável calcular as camadas de lastro, sublastro e reforço de subleito (quando houver) em consonância com as cargas a que a ferrovia está submetida. A implementação do módulo de resiliência torna o desenvolvimento do projeto de dimensionamento de pavimento ferroviário cada vez mais racionalizado, uma vez que considera as características geomecânicas dos materiais empregados. O relatório referente ao dimensionamento do pavimento deve apresentar a definição de todos os parâmetros geométricos e geotécnicos considerados e as respectivas justificativas técnicas, bem como a apresentação do memorial de cálculo. Para esse fim, faz-se necessária a realização de ensaios mecânicos especiais, como os ensaios triaxiais cíclicos de carga repetida para obtenção do módulo de resiliência. Tal parâmetro é imprescindível para determinação racional das camadas do pavimento ferroviário. Para mais detalhes do ensaio, consultar a norma técnica DNER-ME 134/2010;
- **Investigação de empréstimos e ocorrências de materiais** - essa fase do projeto compreende a elaboração do plano de investigação geotécnica em jazidas com potencial para exploração e competência geomecânica para emprego nas camadas de sublastro e

reforço de subleito, bem como para compor o corpo do aterro e a camada final de terraplenagem. Essa atividade deve ser executada por um profissional com experiência em prospecção de campo, para garantir assertividade na identificação das características dos materiais estudados. Deverão ser previstos nos pontos de coleta, identificados no plano de investigação, ensaios de granulometria completa, limite de liquidez, limite de plasticidade, umidade natural, compactação e módulo de resiliência;

- **Elaboração do plano de investigação geotécnica** - o plano de investigação geotécnica compreende mapeamento do quantitativo, planejamento e execução de ensaios de campo e laboratório, tipos e locação dos ensaios, com o objetivo de identificar as camadas de solo e de substrato rochoso, permitindo definir o modelo de comportamento do solo, das características de suporte do solo, bem como os valores dos parâmetros geotécnicos. O programa de investigação geotécnica de campo deve antever, com base nas informações oriundas da investigação geotécnica, realizada na fase de EVTE, a definição e o detalhamento dos perfis geotécnicos longitudinal e transversal ao longo dos trechos de interesse, para permitir o desenvolvimento das soluções de projeto adequadas a cada caso estudado. Vale ressaltar, ainda, a necessidade da participação na definição do plano de investigação geotécnica de um profissional de geotecnia com larga experiência de campo e de projetos, pois a sua experiência o credencia na escolha correta do tipo de investigação e ensaio de laboratório adequado, buscando otimizar custos e tempo e melhorando assim a qualidade dos resultados a serem encontrados.

#### 4.3.3 Projeto Executivo

Na fase do Projeto Executivo, as análises geotécnicas devem ocorrer de maneira complementar à fase de Projeto Básico. O nível de detalhes dessa fase deverá fornecer a identificação das quantidades para um orçamento assertivo dos serviços necessários para implantação da ferrovia em termos geotécnicos.

- **Elaboração do plano de investigação geotécnica complementar** - a partir do reconhecimento geológico-geotécnico da faixa do projeto realizada nas fases de EVTE e Projeto Básico, deverá ser realizada no Projeto Executivo o plano de investigação geotécnica complementar, de maneira a incorporar ensaios adicionais que se fizerem necessários, bem como ensaios de confirmação nos pontos em que existir dúvidas quanto aos resultados apresentados nas fases anteriores;

- **Investigação de subleito, empréstimos e ocorrências de materiais** - assim como ocorre na fase de Projeto Básico, no Projeto Executivo faz-se necessária a interpretação dos resultados dos ensaios obtidos, com o plano de investigação geotécnica complementar. Nessa fase, há a indicação da destinação dos materiais de acordo com as características mecânicas e físicas dos solos estudados;
- **Estudo e projeto de estabilização de fundação de aterros** - essa atividade se refere aos casos em que há a necessidade de estudo de fundação e estabilização de aterro quando este possui uma fundação com baixa ou nenhuma resistência. Caso muito comum na ocorrência de solo mole, no qual deve-se projetar berma de equilíbrio, aterro de sobrecarga, substituição de solo, quando necessário, e projeto de fundação com estaca de brita. Nesses casos, o profissional responsável por esse estudo deve ter conhecimento da interpretação de ensaios de determinação de índices físicos, resistência não drenada ao cisalhamento, compressibilidade e permeabilidade dos extratos, objetivando as análises de estabilidade, cálculo de recalque e sua evolução ao longo do tempo;
- **Estudo das estabilidades de taludes** - esse estudo consiste nas análises de estabilidade dos taludes mais críticos do traçado ferroviário. Para esse fim, faz-se necessária a identificação dos parâmetros de resistência do solo, isto é, da coesão e do ângulo de atrito.

#### 4.3.4 Equipamentos Utilizados

Para a mão de obra presente nas CCUs foram contemplados os seguintes equipamentos para os ensaios necessários para a geração dos produtos de projetos:

- **Deflectômetro leve – LWD:** é um dispositivo eletrônico para controle e medição, usado para aferir em tempo real o quanto um determinado material se move quando é submetido a esforços provenientes de cargas. Dentre as vantagens do ensaio com o LWD, destacam-se a rapidez para obtenção dos resultados e o transporte facilitado em função da geometria do equipamento, o que proporciona condições de realização dos ensaios em locais de difícil acesso, como é o caso de escavações. Além disso, o custo associado é menor e permite obter informação imediata para uma avaliação adequada da capacidade de deformabilidade das camadas de pavimentos;
- **DP – Dynamic Penetrometer:** tem por objetivo a caracterização do perfil de solos compressíveis e possibilita a quantificação das condições de resistência e deformabilidade dos solos moles. Uma das principais vantagens do emprego do DP está na sua simplicidade de operação, rapidez na obtenção dos resultados e possibilidade de um maior

número de pontos de ensaio. Além disso, é um equipamento que possibilita a execução de ensaios em terrenos de difícil acesso, com número reduzido de pessoas para os ensaios e o baixo custo de aquisição;

- **Medidor portátil de densidade de solos:** afere os principais parâmetros físicos dos solos soltos e compactados e a massa específica seca e úmida, além de medir o percentual de compactação. Esse equipamento opera de forma simples, é de fácil carregamento e de medições rápidas e precisas;
- **Vane Test:** mais conhecido como Ensaio da Palheta, é empregado para solos de baixa resistência, como os solos moles. O ensaio tem por finalidade a identificação da resistência ao cisalhamento dos solos, quando estes são submetidos à condição de carregamento não drenado.

#### 4.4 Geometria do Traçado

A definição das atividades vinculadas à geometria do traçado dos projetos ferroviários seguiu as instruções DNIT ISF – 209/205 e o normativo Valec 80-EG-000A-17-0000 para as fases de EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 6: Descrição das atividades para a geometria do traçado**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRÍÇÃO DA ATIVIDADE
GEOMETRIA DO TRAÇADO (KM) ISF - 209	EVTE	EIXO DIRETRIZ E BUFFER DE INFLUÊNCIA
		LANÇAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE TRAÇADO E PERFIL
	BÁSICO	LANÇAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE GEOMETRIA BÁSICA
		VISITA TÉCNICA EM CAMPO
		ESTUDO DE VARIANTES DE GEOMETRIA BÁSICA
		COMPARATIVO DE VARIANTES DE GEOMETRIA BÁSICA
	EXECUTIVO	LANÇAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE GEOMETRIA EXECUTIVA
		VISITA TÉCNICA EM CAMPO
		DETALHAMENTO DOS PROJETOS GEOMÉTRICOS
		GERAÇÃO DAS NOTAS DE SERVIÇO DE PROJETO GEOMÉTRICO

Fonte: FGV IBRE

##### 4.4.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Na fase de EVTE, define-se o eixo diretriz e *buffer* de influência de implantação do traçado preliminar da ferrovia, e realiza-se o lançamento e a otimização de traçado e perfil.

As atividades dessa etapa são:

- **Eixo diretriz e buffer de influência** - fase que compreende a definição preliminar do traçado da via e das áreas que esse traçado influenciará. É um geoprocesso que cria camada vetorial de polígonos gerados como zonas de influência em torno da área que circunda o traçado ferroviário. Nessa etapa são desenvolvidas as atividades necessárias à seleção da diretriz de traçado, a ser detalhada na fase de Projeto Básico, considerando-se as alternativas de traçado para ferrovias novas. Cabe ressaltar que, sobretudo nessa fase, é fundamental considerar os aspectos de ordem ambiental, buscando-se evitar ou mitigar os impactos negativos decorrentes da implantação da ferrovia. Essa atividade deve ser realizada por um profissional com larga experiência em projeto geométrico, uma vez que a definição do eixo do projeto e das áreas de influência (*buffer* de influência) impactará diretamente as demais disciplinas do projeto;
- **Lançamento e otimização de traçado e perfil** - após a definição das alternativas de traçado da fase anterior, faz-se necessária a adequação geométrica com a otimização do traçado e do perfil, a fim de obter melhor fluidez, segurança da via, menor impacto ambiental e social, bem como menor movimentação de terraplenagem para o projeto.

#### 4.4.2 Projeto Básico

Na etapa de Projeto Básico, a geometria do traçado deve ser elaborada detalhadamente, de maneira a apresentar condição de ser locada nessa fase do projeto. Assim, espera-se desenvolver nessa etapa atividades como o quadro de características técnicas e operacionais, seções transversais típicas da plataforma, entre outras.

As atividades dessa etapa são:

- **Visita técnica em campo:** as investigações de campo compreendem uma fase de suma importância, uma vez que o projeto geométrico será desenvolvido a partir do traçado definido no Projeto Básico. Desta forma, a visita técnica possui como principais objetivos: sanar as eventuais dúvidas referentes aos estudos desenvolvidos na fase de EVTE; e obter as informações necessárias para o desenvolvimento das demais etapas do Projeto Básico (lançamento e otimização de geometria básica; estudo de variantes de geometria básica; e comparativo de variantes de geometria básica);
- **Lançamento e otimização de geometria básica** - fase que consiste na adequação do traçado a partir dos elementos obtidos nos Estudos Topográficos, detalhando-se planialtimetricamente o seu alinhamento e determinando-se a configuração geométrica da seção transversal ferroviária;

- **Estudo de variantes de geometria básica** - nessa fase, deve-se estudar com maior rigor de detalhes o eixo do traçado selecionado nas etapas anteriores para verificação da necessidade de projetos de variantes. Em casos que se identifiquem restrições ainda não consideradas, deve-se proceder às adaptações na diretriz definida. Aspectos de ordem ambiental, dentre outros, também podem contribuir para a necessidade de ajustes de traçado;
- **Comparativo de variantes de geometria básica** - etapa do projeto que avalia comparativamente todas as variantes de geometria básica estudadas na etapa anterior para uma definição conforme aspectos técnicos, econômicos, financeiros e ambientais.

#### 4.4.3 Projeto Executivo

O projeto geométrico nesta fase será desenvolvido a partir do traçado do Projeto Básico. Esse projeto deverá constituir-se de projeto planialtimétrico, determinação das seções transversais do projeto, além do detalhamento dos elementos especiais do projeto.

As atividades dessa etapa são:

- **Lançamento e otimização de geometria executiva** - nessa fase do projeto, a geometria já foi definida, e, sendo assim, deverá ser realizado o processo de otimização. Nessa etapa, entre outras verificações, analisar-se-á a necessidade de implantação de estradas laterais que interligarão as propriedades das faixas lindeiras até os pontos de Passagem de Nível, Passagem Inferior Restrita ou Normal e Passagem Superior com relação aos cruzamentos a serem definidos em função da adequação do sistema rodoviário secundário;
- **Visita técnica em campo** - a fase de visita técnica é de fundamental importância, uma vez que nessa etapa identifica-se e extingue-se eventuais divergências inerentes ao projeto geométrico. Recomenda-se que a visita técnica seja realizada por uma equipe de profissionais com experiência em topografia e buffer de influência para otimização realista do projeto;
- **Detalhamento dos projetos geométricos** - após a definição do traçado da via, levando em consideração todas as condicionantes ligadas ao projeto, inicia-se o procedimento de detalhamento. Nessa fase, os profissionais de nível técnico são os mais requisitados devido à necessidade de confecção das pranchas do projeto. Deverão ser fornecidas pranchas com o detalhamento de todas as curvas horizontais e verticais do traçado em planta e em corte. Deverão ser detalhados três cortes por curva, um no meio do desenvolvimento da curva circular e um no meio do desenvolvimento de cada curva de transição. Dessa forma, obtém-se o perfil longitudinal e as seções transversais do eixo do

projeto, contemplando informações de raio de curvatura (horizontal e vertical), rampas, superelevação, desenvolvimento, dentre outras informações;

- **Geração das notas de serviço de projeto geométrico** - as notas de serviço são geradas, com a descrição de todas as informações geométricas da via para locação do eixo da superestrutura a cada 20 metros. As regiões de puxamento de grade também deverão possuir a nota de serviço a cada 10 metros.

#### 4.5 Estudos Operacionais

A identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento dos estudos operacionais foi baseada na instrução DNIT ISF – 227 para as fases de EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 7: Descrição das atividades para os estudos operacionais**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
ESTUDOS OPERACIONAIS (KM) ISF - 227	EVTE	PLANO OPERACIONAL
		FLUXOS E DEMANDAS
		DETERMINAÇÃO DE DESVIOS DE CRUZAMENTO E PÁTIOS
		CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL RODANTE
		CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE CARGA
		CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES FIXAS, OFICINAS E INSTALAÇÕES DE APOIO À OPERAÇÃO
		ANÁLISE DE PLANOS DIRETORES
		ANÁLISE DE INTERSEÇÕES EM CRUZAMENTOS
	BÁSICO	ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DAS INFORMAÇÕES ANTERIORES
		DESCRÍÇÃO E SIMULAÇÃO OPERACIONAL
	EXECUTIVO	ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DAS INFORMAÇÕES ANTERIORES
		ELABORAÇÃO DO PLANO DE VIAS
		SIMULAÇÃO OPERACIONAL – CONSOLIDAÇÃO

Fonte: FGV IBRE

##### 4.5.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Essa etapa consiste no levantamento e coleta de dados, na realização dos estudos específicos, na apresentação da descrição minuciosa da situação, em recomendações baseadas nas conclusões dos estudos realizados, na apresentação de alternativas devidamente

justificadas, além de plano de trabalho para a posterior elaboração do Projeto Básico e dos estudos de impacto ambiental necessários.

As atividades dessa etapa são:

- **Plano operacional** - atividade que consiste na elaboração do plano operacional que será adotado, identificando as características técnicas e operacionais desejáveis, os sistemas de comunicação, a sinalização, o licenciamento a ser admitido, a análise de fluxos, o trem-tipo a ser admitido nos trechos e os tempos de manobra, além das interfaces com demais ferrovias;
- **Fluxos e demandas** - etapa do projeto que consiste na identificação dos fluxos dominantes em cada trecho da ferrovia, bem como na determinação da demanda entre pares origem-destino, no sentido de caracterizar e identificar as atividades econômicas e os aspectos socioeconômicos da região cortada pela ferrovia;
- **Determinação de desvios de cruzamento e pátios** - fase caracterizada pela determinação da configuração e funções dos desvios dos pátios de cruzamento, recepção, formação de trens, triagem de vagões, e detalhamento do layout dos pátios;
- **Caracterização do material rodante** - etapa que consiste na descrição das principais peculiaridades técnicas dos componentes do material rodante, das informações tais como potência, peso aderente, esforço do trator e características dos vagões, como peso total, capacidade de carga, volume e dados geométricos, além das características das composições-tipo (quantidade de locomotivas e vagões, extensão e peso total);
- **Caracterização das estruturas de movimentação e armazenamento de carga** - estágio do projeto referente à descrição e configuração dos terminais de carga, locação dos pontos de carga e descarga de vagões situados na área de abrangência do projeto;
- **Caracterização e localização das instalações fixas, oficinas e instalações de apoio à operação** - fase que compõe a descrição da configuração das instalações de apoio à ferrovia, referentes às estações, oficinas das máquinas e postos de abastecimento que deverão ser implantados para a operacionalização ferroviária;
- **Análise de planos diretores** – etapa referente ao estudo da interferência dos planos diretores das cidades, da configuração rodoviária a nível federal, estadual e municipal, e/ou quaisquer projetos previstos para a região que possam se relacionar com o projeto em desenvolvimento e que possam influenciar diretamente ou indiretamente a operação do novo trecho de ferrovia;

- **Análise de interseções em cruzamentos** - etapa do projeto referente ao levantamento de dados dos cruzamentos rodoviários mais expressivos, além da identificação das possíveis interferências urbanas, bem como de uma estimativa preliminar de tráfego rodoviário para ratificar a implantação de projetos de interseção em desnível, em conjunto com a perspectiva de tráfego de trens estimada para o projeto ferroviário.

#### 4.5.2 Projeto Básico

Nessa fase serão revisadas as informações da fase de EVTE, de forma a confirmar os componentes operacionais que deverão ser atendidos com o projeto, bem como deverão ser estudadas as operações de tráfego, as manobras necessárias, os cruzamentos de trens, o processo de carga e descarga, identificando os intervalos entre as composições de trem-tipo, e o comprimento de trens e das vias.

As atividades dessa etapa consistem em:

- **Análise de consistência das informações anteriores** - etapa de compilação das atividades realizadas anteriormente, com objetivo de identificar possíveis incoerências no estudo;
- **Descrição e simulação operacional** – consiste no estudo do *modus operandi* da ferrovia, inclusive dos pátios, estações e terminais.

#### 4.5.3 Projeto Executivo

Nessa fase, avalia-se a consistência das informações identificadas nas fases anteriores, consolida-se o plano de vias e a simulação operacional (fluxo de demandas, posicionamento e layout dos pátios, trem-tipo, frequência de trens, acessos a terminais, instalações de apoio à operação, interação com outros projetos, dentre outros).

As atividades dessa etapa são:

- **Análise de consistência das informações anteriores** – revisão e compilação das informações das etapas precedentes de modo a confirmar os resultados dos estudos;
- **Elaboração do plano de vias** - é apresentada a esquematização dos eixos das vias e aparelhos de mudança de via (AMVs) nos pátios, no formato de diagrama unifilar. Serão indicadas as posições de todos os AMVs e demais cruzamentos, e a locação dos marcos de entrevias, além da localização dos sinais de tráfego e instalações, de modo a possibilitar a configuração do sistema de operação da via;

- **Simulação operacional (Consolidação)** – fase caracterizada pela consolidação do estudo e simulação computacional do *modus operandi* da ferrovia, devendo conter a análise de fluxos de transporte, de manobras, de cargas e descargas, os dias úteis por ano em operação, dentre outros itens especificados nos normativos de referência.

#### 4.6 Estudos Hidrológicos

As diretrizes para identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento dos estudos hidrológicos, foi embasada na ISF-208 e no normativo Valec 80-EG-000A-27-0000 para as fases de EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 8: Descrição das atividades para os Estudos Hidrológicos**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
ESTUDOS HIDROLÓGICOS (KM) ISF - 208	EVTE	COLETA DOS DADOS HIDROLÓGICOS
		ORGANIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS
		ELABORAÇÃO DO MAPA DE BACIAS
	BÁSICO	CÁLCULO DA(S) EQUAÇÕES DE CHUVA INTENSA
		PROCESSAMENTO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS
		PROCESSAMENTO DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS
		ANÁLISE DOS DADOS PROCESSADOS
		DETERMINAÇÃO DAS DESCARGAS DAS BACIAS
	EXECUTIVO	DETALHAMENTO DA ANÁLISE DOS DADOS PROCESSADOS

Fonte: FGV IBRE

##### 4.6.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Os estudos hidrológicos na fase de EVTE têm como objetivo a identificação dos aspectos hidrológicos e fluviométricos, a elaboração de histogramas e fluvioogramas, bem como a elaboração do mapa de bacias.

As atividades dessa etapa são:

- **Coleta dos dados hidrológicos** - fase caracterizada pela coleta de dados hidrológicos junto aos órgãos oficiais e estudos existentes oficialmente publicados (levantamentos aerofotogramétricos, cartas geográficas, levantamentos radamétricos, levantamentos fitopedológicos e/ou cartas geográficas disponíveis) que possibilitem a caracterização climática, pluviométrica, fluviométrica e geomorfológica da região e, mais especificamente, da área em que se localiza o trecho de implantação do traçado do projeto ferroviário. Vale ressaltar que há a necessidade de coleta de elementos que permitam a

identificação das modificações futuras que poderão ocorrer nas bacias, tais como planos diretores e tendências de ocupação;

- **Elaboração do mapa de bacias** - etapa de identificação das bacias de contribuição, apontando as grandes bacias cujas dimensões possam requerer um número excessivo de fotografias para caracterizá-las, e as pequenas bacias. As características físicas das bacias hidrográficas envolvidas poderão ser determinadas por cartas isométricas de qualidade e precisão confiáveis. Para a elaboração desses mapas, serão determinados também os talvegues principais, através das linhas de fundo de vales, estabelecendo-se o talvegue;
- **Organização dos dados coletados** - atividade que consiste em organizar e catalogar os diversos dados conforme a sistemática de coleta dos normativos. Nesta etapa deve-se apresentar: um mapa contendo os postos fluviométricos da região em estudo, caracterização dos medidores pluviométricos, um resumo dos dados coletados, dentre outros.

#### 4.6.2 Projeto Básico

Na fase do Projeto Básico realiza-se atividades vinculadas ao cálculo das equações de chuva intensa, ao processamento dos dados pluviométricos, ao processamento dos dados fluviométricos, e à determinação das descargas das bacias.

As atividades dessa etapa são:

- **Cálculo da (s) equações de chuva intensa** - etapa referente ao estudo de chuvas intensas, que tem por finalidade estabelecer as equações intensidade–duração–frequência, indicando a fonte, a localização do posto e o período de coleta dos dados. As equações existentes de regiões próximas ao traçado do projeto ferroviário poderão ser analisadas e incorporadas ao estudo, desde que representem o regime de chuvas intensas do local de implantação do projeto;
- **Processamento dos dados fluviométricos** - fase correspondente ao tratamento da listagem dos postos fluviométricos da região de interesse para o projeto e, sob a forma de histogramas, os elementos da série histórica de vazões. Os processamentos dos dados fluviométricos resultarão em curvas-chave dos cursos d’água, tabelas dos valores extremos das médias diárias, bem como na classificação (perenes, intermitentes ou efêmeros) dos cursos d’água identificados como de relativa importância e seus respectivos níveis máximos observados;

- **Processamento dos dados pluviométricos** - etapa da atividade relativa ao tratamento das informações das estações e dados pluviométricos utilizados com a respectiva fonte de referência. Analisa-se, nessa fase, os dados climatológicos e pluviométricos com tabelas e gráficos, processados com as máximas e médias mensais. Os dados processados permitirão a determinação de: curvas de intensidade-duração-frequência, histogramas das precipitações pluviométricas (mínimas, médias e máximas), dentre outros;
- **Determinação das descargas das bacias** - fase do projeto que consiste na determinação das descargas das pequenas, intermediárias e grandes bacias, bem como na identificação da sua extensão total, do desnível a montante da transposição prevista e, por conseguinte, a sua declividade média;
- **Análise dos dados processados** – esta etapa consiste na análise dos dados obtidos nas etapas de processamento dos dados fluviométricos e pluviométricos, das equações de chuva e das descargas das bacias.

#### 4.6.3 Projeto Executivo

Na fase de Projeto Executivo serão compilados os estudos realizados na fase de Projeto Básico, envolvendo atividades de consolidação e processamento dos dados hidrológicos.

A única atividade desta fase consiste em:

- **Detalhamento da análise dos dados processados** – atividade que corresponde à consolidação dos dados obtidos na fase de Projeto Básico e, também, na obtenção e avaliação do tempo de concentração, do coeficiente de deflúvio, dentre outros. O detalhamento dos dados deverá ter como resultado um Relatório do projeto, com os estudos realizados e as principais informações hidrológicas e, também, uma Memória justificativa do projeto, contendo, por exemplo, os cálculos, plantas das bacias de contribuição, planilhas, dentre outros. Ressalta-se que o estudo hidrológico deverá conter as conclusões e recomendações resultantes dos trabalhos realizados.

#### 4.7 Terraplenagem

A identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento dos estudos e projetos de terraplenagem foi baseada na instrução DNIT ISF – 211, e no normativo Valec 80-EG-000A-20-0000. Tais normativos preconizam que esses estudos devem ser realizados somente nas fases de EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 9: Descrição das atividades para os estudos e projetos de terraplenagem**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRÍÇÃO DA ATIVIDADE
TERRAPLENAGEM (KM) ISF – 211	EVTE	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES TIPO CONCEITUAIS
		APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS CONCEITUAIS
		ESTIMATIVA DOS VOLUMES COM DISTRIBUIÇÃO EXPEDITA DE MATERIAIS
	BÁSICO	DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES TIPO BÁSICAS
		ANÁLISE/APLICAÇÃO DE NOVAS SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS
		CÁLCULO DOS VOLUMES COM DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS
	EXECUTIVO	DETALHAMENTO DAS SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS
		CÁLCULO DOS VOLUMES COM REDISTRIBUIÇÃO POR MATERIAL (DETALHAMENTO)
		DETALHAMENTO DAS SEÇÕES DO PROJETO GEOTÉCNICO
		GERAÇÃO DAS NOTAS DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM

Fonte: FGV IBRE

#### 4.7.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Deverá ser apresentado no estudo preliminar de terraplenagem o detalhamento compatível com a precisão do trabalho nesta fase, sendo elaborado a partir do projeto geométrico conceitual com base nos estudos geotecnológicos preliminares, e em concordância aos demais projetos.

As atividades dessa etapa são:

- **Dimensionamento das seções tipo conceituais** - atividade desenvolvida para confecção das seções transversais de todo o projeto, identificando o greide e o terreno natural, as plantas dos locais de empréstimos e bota-foras, desenhos das seções transversais-tipo, em corte e em aterro, com indicação das inclinações dos taludes;
- **Aplicação das soluções geotécnicas conceituais** - etapa do projeto referente às soluções geotécnicas realizadas a nível de projeto conceitual em conformação com o projeto de terraplanagem, considerando o perfil geotécnico identificado e as características geomecânicas do solo;
- **Estimativa dos volumes com distribuição expedita de materiais** - fase que compreende a verificação de possíveis locais de caixas de empréstimo, dos volumes de material para

deslocamentos longitudinais extensos para fins de compensação, bem como uma estimativa do cálculo dos volumes de terra.

#### 4.7.2 Projeto Básico

Este estudo, no nível de Projeto Básico, deverá avaliar as alternativas que se apresentem quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, de modo a ajustar, entre outras, as necessidades de empréstimos e bota-foras com disponibilidade de áreas para tal, levando em conta, ainda, os planos de urbanização e paisagismo existentes ou planejados, para mútua compatibilização, além da proteção ao meio ambiente.

As atividades dessa etapa são:

- **Dimensionamento das seções tipo básicas** - etapa referente ao cálculo das seções transversais do projeto, identificando o greide de projeto e do terreno natural. As seções transversais das ocorrências de material das escavações para empréstimos deverão ser projetadas, sempre que possível, de modo que o material oriundo da escavação restitua a conformação natural do greide de projeto;
- **Análise/aplicação de novas soluções geotécnicas** – atividade que corresponde à uma avaliação das alternativas geotécnicas, por exemplo, para construção de aterros sobre solos moles. Deve-se também ter cuidado com o meio ambiente, indicando soluções que evitem erosões e acúmulo indesejável de água, as melhores localizações do bota-foras e empréstimos, dentre outros;
- **Cálculo dos volumes com distribuição de materiais** - fase de determinação dos volumes de terraplenagem e de elaboração do diagrama de Bruckner, que consiste em um importante elemento de análise da distribuição dos materiais escavados. Tal distribuição de material representa a definição e identificação da origem e o destino dos solos oriundos das atividades de terraplenagem, descrevendo os volumes, classificações e os DMTs (Distância Média de Transporte).

#### 4.7.3 Projeto Executivo

O projeto de terraplenagem, nessa fase, compreende o detalhamento da constituição dos aterros, assim como o das seções transversais em cortes e aterros, além da determinação e distribuição dos volumes destinados à conformação da plataforma da ferrovia. Vale ressaltar, ainda, que o projeto de terraplenagem poderá acarretar alterações no projeto geométrico. Assim, esse somente poderá ser considerado concluído após a elaboração do projeto de terraplenagem.

As atividades dessa etapa são:

- **Detalhamento das soluções geotécnicas** – atividade que corresponde no detalhamento das alternativas identificadas na fase de Projeto Básico, por exemplo, a constituição dos aterros descrevendo a origem dos materiais para emprego nas camadas do aterro;
- **Cálculo dos volumes com redistribuição por material (detalhamento)** – corresponde ao detalhamento do cálculo de volumes da movimentação de material escavado e classificação da movimentação de terra com apresentação das folhas de cubação, inclusive com ADME (área de depósito de material excedente) e AE (área de empréstimo), e das plantas dos locais de empréstimo e bota-foras;
- **Detalhamento das seções do projeto geotécnico** - atividade que corresponde ao detalhamento das seções transversais-tipo e das soluções específicas das inclinações dos taludes, detalhamento do alargamento de cortes, e apresentação do estudo de fundações de aterro;
- **Geração das notas de serviço de terraplenagem** - etapa do projeto em que serão elaboradas as notas de serviço, sendo estas extraídas em relação ao topo da camada final e deverão fornecer as cotas do terreno e do projeto no eixo, as distâncias em relação ao eixo, dos bordos da plataforma e dos offsets, assim como suas respectivas cotas.

#### 4.8 Obras de Arte Especiais (OAEs)

A identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento das Obras de arte Especiais (OAEs) foi baseada na instrução DNIT ISF – 216 e norma Valec 80-EG-000A-11-0000 para as fases de EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 10: Descrição das atividades para as OAEs**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
OAES (PONTES, VIADUTOS) (KM) ISF - 216	EVTE	INDICAÇÃO DOS MELHORES PONTOS DE TRAVESSIA COM O POSICIONAMENTO PRELIMINAR DOS ENCONTROS E EXTENSÃO
		ESTUDOS DO COMPONENTE HIDROLÓGICO NA TRAVESSIA
		ESTUDOS DO COMPONENTE GEOTÉCNICO E TOPOGRÁFICO NA TRAVESSIA
		ESTUDOS DO COMPONENTE LOGÍSTICO PARA A IMPLANTAÇÃO
	BÁSICO	DEFINIÇÃO DA CONCEPÇÃO DO PROJETO
		ESTUDO DAS ALTERNATIVAS PARA TRAVESSIA, PRÉ DIMENSIONAMENTO DAS ALTERNATIVAS SELECIONADAS
		ESCOLHA DA SOLUÇÃO, OPTANDO POR AQUELA QUE MELHOR ATENDA AOS CRITÉRIOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS, ADMINISTRATIVOS E OPERACIONAIS DA VIA.
		DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES TIPO ESTRUTURAIS, BEM COMO MESO E SISTEMA DE FUNDAÇÕES
	EXECUTIVO	ELABORAÇÃO DE MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA SOLUÇÃO ADOTADA E DESENHOS COM ELEMENTOS TOPOGRÁFICOS, HIDROLÓGICOS, GEOMÉTRICOS E ESTRUTURAIS.
		DETALHAMENTO DO PROJETO ELABORADO NA FASE ANTERIOR
		ELABORAÇÃO DO PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA
		ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO DA OBRA

Fonte: FGV IBRE

#### 4.8.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Na etapa de projeto conceitual será realizado o levantamento de todos os componentes básicos imprescindíveis à elaboração do projeto, considerando-se as normativas presentes no Manual de Projetos de Obras de Arte Especiais e no Manual de Construção de Obras de Arte Especiais, do DNIT, conforme indicado a seguir.

As atividades dessa etapa são:

- **Indicação dos melhores pontos de travessia com o posicionamento preliminar dos encontros e extensão** - fase que representa o estudo da verificação dos pontos de travessia mais favoráveis ao projeto, tanto do ponto de vista econômico, quanto do ponto de vista técnico e ambiental;

- **Estudos do componente hidrológico na travessia** - verificação do nível normal e de máxima enchente, da seção de vazão presentes na disciplina dos estudos hidrológicos, dentre outros;
- **Estudos do componente geotécnico e topográfico na travessia** - etapa do projeto que consiste na verificação do perfil longitudinal e transversal do terreno, bem como dos elementos das sondagens de reconhecimento em cada ponto da travessia;
- **Estudos do componente logístico para a implantação** - fase de verificação das condições de transportes de material e instalações fixas e provisórias, dos meios de acesso, bem como das demais informações para suporte ao possível local de travessia para locação da ponte.

#### 4.8.2 Projeto Básico

Essa fase compreende a elaboração da concepção do projeto em função do levantamento e análises dos dados topográficos, hidrológicos, geotécnicos e complementares, realizados na fase anterior de EVTE.

As atividades dessa etapa são:

- **Definição da concepção do projeto** - atividade correspondente à identificação de todas as características inerentes à implantação do projeto da obra de arte especial, considerando as premissas adotadas e o gabarito considerado;
- **Estudo das alternativas para travessia, pré-dimensionamento das alternativas selecionadas** - fase do projeto de estudo das alternativas para a travessia no que respeita ao local de implantação da obra. O pré-dimensionamento ocorre para todas as alternativas, visando estimar quantitativos e custos para cada solução;
- **Escolha da solução, optando por aquela que melhor atenda aos critérios técnicos, econômicos, administrativos e operacionais da via** - atividade que reúne todos os estudos elaborados durante o EVTE para escolha da melhor opção, atendendo aos critérios técnicos, econômicos, administrativos e operacionais da via;
- **Dimensionamento das seções tipo estruturais, bem como meso e sistema de fundações** - atividade que comprehende as análises das soluções estruturais viáveis, em função do estudo da locação da obra de arte especial, com definição, para cada alternativa de solução, da dimensão da OAE, do número de vãos, das principais características geométricas, do comprimento dos aterros de acesso e das fundações. Cálculo da infra,

meso e superestrutura de todos os elementos estruturais, com verificação dos estados limites, condições de apoio e ações consideradas;

- **Elaboração de memória de cálculo estrutural da solução adotada e desenhos com elementos topográficos, hidrológicos, geométricos e estruturais** - atividade do Projeto Básico que elabora a memória de cálculo estrutural da solução adotada e os desenhos com elementos topográficos, hidrológicos, geométricos e estruturais.

#### 4.8.3 Projeto Executivo

Essa fase consiste no detalhamento do projeto elaborado na fase anterior e aprovado, com a determinação e preparação de todos os elementos necessários à execução da obra, como cálculos estruturais, desenhos, especificações, quantitativos e orçamento e plano de execução.

As atividades dessa etapa são:

- **Detalhamento do projeto elaborado na fase anterior** - etapa de elaboração de desenhos de formas, armações e de execução. Nesta etapa, todos os serviços executados deverão possuir sua especificação correspondente;
- **Elaboração do plano de execução da obra** - etapa de estudo do plano de execução da obra que será definido por meio da descrição detalhada e elaboração do cronograma físico, com prazos e datas exequíveis para início dos serviços, da relação do conjunto mínimo de equipamentos previstos para a execução dos serviços, do cronograma de utilização dos equipamentos, da relação do pessoal técnico necessário para a execução dos serviços, bem como do layout do canteiro de obras, posicionando as instalações, jazidas, fontes de materiais e acessos com respectivas dimensões;
- **Elaboração do orçamento da obra** - nessa etapa, fim do projeto da OAE, será realizado o orçamento com definição e discriminação de todos os serviços necessários para execução da obra, descrição das quantidades e dos custos unitários correspondentes.

#### 4.9 OAEs (Túneis)

A identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento dos estudos e projetos de túneis, conforme apresentado no Quadro 11, foi baseada na instrução Dnit ISF – 216. O desmembramento desse tipo de OAE foi necessário devido à natureza desse tipo de obra ser substancialmente diferente das demais OAEs, como as pontes, pontilhões e viadutos.

**Quadro 11: Descrição das atividades para as OAEs –Túneis**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
OAES (TÚNEIS) (KM) ISF - 216	EVTE	AVALIAÇÕES TÉCNICAS E ECONÔMICAS DAS TRAVESSIAS SUBTERRÂNEAS
	BÁSICO	ESCOLHA DA SOLUÇÃO E DEFINIÇÃO DA CONCEPÇÃO DO PROJETO BÁSICO
		DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES TIPO ESTRUTURAIS, BEM COMO MESO E SISTEMA DE FUNDAÇÕES E ELABORAÇÃO DE MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL
	EXECUTIVO	DETALHAMENTO DO PROJETO ELABORADO NA FASE ANTERIOR ELABORAÇÃO DO PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO DA OBRA

Fonte: FGV IBRE

#### 4.9.1 EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

Na etapa de projeto conceitual será realizado o levantamento de todos os componentes básicos imprescindíveis à elaboração do projeto, considerando-se as normativas presentes no Manual de Projetos de Obras de Arte Especiais e no Manual de Construção de Obras de Arte Especiais, do DNIT, conforme indicado a seguir.

A única atividade dessa etapa é:

- **Avaliações técnicas e econômicas das travessias subterrâneas** - essa fase compreende a análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de projetos de túneis, ou a possibilidade de desvio do traçado. Vale ressaltar que há a necessidade de uma análise rigorosa nessa etapa do projeto, identificando as restrições e os principais riscos inerentes à travessia subterrânea, tendo em vista que os custos são influenciados diretamente pela tipologia do componente rochoso e da condição coesiva do solo.

#### 4.9.2 Projeto Básico

Essa fase compreende a elaboração da concepção do projeto em função do levantamento e análises dos dados topográficos, hidrológicos, geotécnicos e complementares, realizados na fase anterior de EVTE.

As atividades dessa etapa são:

- **Escolha da solução e definição da concepção do Projeto Básico** – atividade que reúne as avaliações da fase de EVTE para escolha da solução de projeto, além de identificar

todas as características inerentes à implantação do projeto do túnel, considerando as premissas adotadas e o gabarito considerado;

- **Dimensionamento das seções tipo estruturais, bem como meso e sistema de fundações e elaboração de memória de cálculo estrutural** - atividade que compreende o dimensionamento das seções tipo estruturais, bem como meso e sistema de fundação, juntamente com a elaboração de memória de cálculo estrutural.

#### 4.9.3 Projeto Executivo

Essa fase consiste no detalhamento do projeto elaborado na fase anterior e aprovado, com a determinação e preparação de todos os elementos necessários à execução da obra, como cálculos estruturais, desenhos, especificações, quantitativos, orçamento e plano de execução.

As atividades dessa etapa são:

- **Detalhamento do projeto elaborado na fase anterior** - etapa de elaboração de desenhos de formas, armações e de execução. Nesta etapa, todos os serviços executados deverão possuir sua especificação correspondente;
- **Elaboração do plano de execução da obra** - etapa de estudo do plano de execução da obra que será definido por meio da descrição detalhada e elaboração do cronograma físico, com prazos e datas exequíveis para início dos serviços, da relação do conjunto mínimo de equipamentos previstos para a execução dos serviços, do cronograma de utilização dos equipamentos, da relação do pessoal técnico necessário para a execução dos serviços, bem como do layout do canteiro de obras, posicionando as instalações, jazidas, fontes de materiais e acessos com respectivas dimensões;
- **Elaboração do orçamento da obra** - nessa etapa, fim do projeto da OAE, será realizado o orçamento com definição e discriminação de todos os serviços necessários para execução da obra, descrição das quantidades e dos custos unitários correspondentes.

#### 4.10 Superestrutura

A definição das atividades vinculadas à superestrutura dos projetos ferroviários seguiu as instruções DNIT ISF – 213 -214-215 e o normativo Valec 80-EG-000A-18-0000 para as fases de EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 12: Descrição das atividades de Superestrutura**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
SUPERESTRUTURA (KM) ISF - 213 -214-215	EVTE	ESTUDO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS BÁSICOS A SEREM CONSIDERADOS NA ESCOLHA DOS TIPOS DE TRILHOS E DORMENTES
		DEFINIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS TRILHOS E DORMENTES PARA SOLUÇÕES PROPOSTAS
	BÁSICO	DEFINIÇÃO E ESCOLHA DOS TIPOS DE ACESSÓRIOS METÁLICOS A SEREM UTILIZADOS NA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE DA FERROVIA
		DEFINIÇÃO DOS TIPOS, CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS APARELHOS DE MUDANÇA DE VIA A SEREM UTILIZADOS NA SUPERESTRURA DA VIA PERMANENTE DA FERROVIA.
	EXECUTIVO	ELABORAÇÃO DOS MEMORIAIS DESCRIPTIVOS DO DIMENSIONAMENTO PARA O CONJUNTO TRILHO-DORMENTES
		JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO TIPO DE ACESSÓRIO, QUADRO DE QUANTIDADE DE SERVIÇOS/MATERIAIS, E CONJUNTO DE DESENHOS PARA CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE ACESSÓRIOS DE LIGAÇÃO E FIXAÇÃO
		JUSTIFICATIVA PARA O CRITÉRIO DE ESCOLHA DO TIPO DE APARELHO DE MUDANÇA DE VIA (AMV), QUADRO DE QUANTIDADE DE SERVIÇOS/MATERIAIS, E CONJUNTO DE DESENHOS PARA CARACTERIZAÇÃO DOS E LOCAÇÃO DOS AMV'S

Fonte: FGV IBRE

#### **4.10.1 EVTE- Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica**

Essa fase consiste na identificação dos parâmetros básicos a serem considerados na seleção dos tipos de trilhos e dormentes, observando-se alguns fatores tais como a compatibilização da via férrea projetada com as demais vias férreas da concessionária da região, características operacionais, plano operacional e o trem-tipo que circulará na ferrovia.

A única atividade dessa etapa é:

- **Estudo para identificação dos parâmetros básicos a serem considerados na escolha dos tipos de trilhos e dormentes** - etapa que consiste na determinação dos parâmetros básicos levados em consideração para definição dos tipos de trilhos e dormentes, em função do raio mínimo das curvas para eliminar a possibilidade de flambagem da via, dentre outras características.

#### 4.10.2 Projeto Básico

Etapa do projeto que consiste na indicação e dimensionamento dos trilhos, dormentes, fixações e AMVs para soluções definidas, justificando suas escolhas e os critérios de dimensionamento em função das solicitações de cargas previstas no plano operacional da ferrovia.

As atividades dessa etapa são:

- **Definição e dimensionamento dos trilhos e dormentes para soluções propostas** - atividade referente à determinação e ao dimensionamento dos trilhos e dormentes para soluções propostas, justificando tais escolhas e definindo os critérios de dimensionamento em função das solicitações a que o pavimento será submetido;
- **Definição e escolha dos tipos de acessórios metálicos a serem utilizados na superestrutura da via permanente da ferrovia** - etapa que consiste na definição das características dos materiais a serem utilizados na via principal e nas vias secundárias dos terminais e dos pátios ferroviários, em função das características operacionais, da geometria do traçado, do trem característico que circulará na ferrovia, do tipo de trilho e dormente, dentre outros;
- **Definição dos tipos, características e localização dos aparelhos de mudança de via a serem utilizados na superestrutura da via permanente da ferrovia** - fase do projeto em que se define os tipos e características dos AMVs, bem como as suas localizações. É necessário considerar os estudos operacionais, de terraplanagem, entre outros.

#### 4.10.3 Projeto Executivo

O projeto do conjunto trilhos-dormentes e AMVs da superestrutura da via permanente, nesta fase de Projeto Executivo, constituir-se-á de informações técnicas complementares tais como verificação do coeficiente de estabilidade da via, identificação da frequência natural de vibração da linha férrea, indicação das especificações técnicas dos materiais e serviços a serem analisados, além do quadro de quantidade de serviços e materiais.

As atividades dessa etapa são:

- **Elaboração dos memoriais descritivos do dimensionamento para o conjunto trilho-dormentes** - fase do projeto de elaboração dos memoriais descritivos do dimensionamento da solução adotada para o conjunto trilhos-dormentes na via principal, nas vias secundárias, nos terminais e pátios ferroviários. Comunica-se também as

informações complementares, por exemplo, as especificações técnicas e o quantitativo dos materiais, e outros tópicos que sejam relevantes;

- **Justificativa para a escolha do tipo de acessório, quadro de quantidade de serviços/materiais, e conjunto de desenhos para caracterização dos tipos de acessórios de ligação e fixação** – nesta etapa deverá ser exposto a justificativa para a escolha do tipo de acessório, apresentar as especificações técnicas e o quadro de quantidade de serviços/materiais, bem como a elaboração dos desenhos para caracterização dos tipos de acessórios de ligação e fixação;
- **Justificativa para o critério de escolha do tipo de aparelho de mudança de via (AMV), quadro de quantidade de serviços/materiais, e conjunto de desenhos para caracterização dos e locação dos AMVs** – apresentação da justificativa para o critério de escolha do tipo de AMV, do posicionamento na via permanente, do quadro de quantidade de serviços/materiais, do conjunto de desenhos para caracterização e locação dos AMVs, e indicações das especificações dos serviços de fornecimento e montagem.

#### **4.11 Sinalização**

A identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento do estudo e projeto de sinalização foi baseada na instrução DNIT ISF – 217 para as fases de Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 13: Descrição das atividades de Sinalização**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRÍÇÃO DA ATIVIDADE
SINALIZAÇÃO (KM) ISF - 217	BÁSICO	ESTUDO DA ESCOLHA DO TIPO DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO A SER INDICADO
		ELABORAÇÃO DO ESQUEMA DE SINALIZAÇÃO NO FORMATO DE PLANO DE VIAS
		DEFINIÇÃO DOS MATERIAIS E ESTIMATIVA DAS QUANTIDADES DE MATERIAIS, SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS
	EXECUTIVO	ELABORAÇÃO DO MEMORIAL DESCRIPTIVO E JUSTIFICATIVA DA CONCEPÇÃO DO PROJETO.
		INDICAÇÃO E/OU ELABORAÇÃO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
		ELABORAÇÃO DE QUADRO-RESUMO COM QUANTIDADES, DIMENSÕES, MODELO E POSICIONAMENTO DOS SINAIOS
		ELABORAÇÃO DE ESQUEMA DE SINALIZAÇÃO, NO FORMATO DE PLANO DE VIAS E DESENHOS DETALHANDO OS PROJETOS.

Fonte: FGV IBRE

#### 4.11.1 Projeto Básico

Na etapa do Projeto Básico será realizada a escolha do tipo de equipamento de proteção de sistema, a elaboração do esquema de sinalização no molde de plano de vias, bem como se determinará os materiais e o procedimento de fixação dos marcos quilométricos e de segurança, além da estimativa das quantidades de serviços e equipamentos previstos.

As atividades dessa etapa são:

- **Estudo da escolha do tipo de equipamento de proteção a ser indicado** - fase que consiste na definição dos equipamentos de proteção, que devem atender às especificações das normas de segurança e eficiência no transporte ferroviário, bem como possibilitar a automatização do sistema;
- **Elaboração de esquema de sinalização, no formato de plano de vias** - nessa etapa, deverá ser apresentado uma planta com o projeto de sinalização por projeto-tipo de passagem de nível;
- **Definição dos materiais e estimativa das quantidades de materiais, serviços e equipamentos** - nessa etapa do projeto deverá ser elaborada uma estimativa do quantitativo de materiais, serviços e equipamentos previstos para o projeto de sinalização.

#### 4.11.2 Projeto Executivo

As atividades desenvolvidas no Projeto Executivo estarão vinculadas ao memorial descritivo e justificativo da concepção do projeto, aos requisitos técnicos para operação do sistema de sinalização, ao quadro resumo com quantidades, ao esquema de modelo e posicionamento dos sinais, à sistematização de sinalização apresentada no formato do plano de vias, bem como à elaboração dos desenhos detalhando os projetos.

As atividades dessa etapa são:

- **Elaboração do memorial descritivo e justificativo da concepção do projeto;**
- **Indicação e/ou elaboração de especificações técnicas** - fase de discriminação de todos os materiais, serviços, equipamentos e suas respectivas especificações;
- **Elaboração de quadro-resumo com quantidades, dimensões, modelo e posicionamento dos sinais** - atividade de elaboração dos quadros-resumo e notas de serviço, apresentando a localização, o modelo, o tipo e a quantidade dos componentes da sinalização;
- **Elaboração de esquema de sinalização, no formato de plano de vias e desenhos detalhando os projetos** - nessa etapa, o esquema de sinalização deverá apresentar

indicações sobre localização, dimensões, quantitativos dos equipamentos e tipo de suporte para cada placa e, também, por projeto tipo de passagem em nível previsto nas travessias de acessos particulares e vias públicas. Ademais, deve-se apresentar a planta com detalhes estruturais de montagem e fixação de placas, marcos quilométricos e marcos de segurança em entrevia.

#### 4.12 Drenagem

As diretrizes para identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento da disciplina de drenagem foram embasadas na instrução DNIT ISF – 210 e normativo Valec 80-EG-000A-19-0000 para as fases de Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 14: Descrição das atividades de drenagem**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRÍÇÃO DA ATIVIDADE
DRENAGEM (KM) ISF – 217	BÁSICO	ELABORAÇÃO DA CONCEPÇÃO DO PROJETO
		ANÁLISE DOS ELEMENTOS BÁSICOS CONDICIONANTES DO PROJETO
		ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DA ESCOLHA DE SOLUÇÃO.
	EXECUTIVO	DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO APROVADA NA FASE ANTERIOR, RELACIONANDO OS ELEMENTOS NECESSÁRIOS À CONSTRUÇÃO DA OBRA
		DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL
		DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUBTERRÂNEA

Fonte: FGV IBRE

##### 4.12.1 Projeto Básico

Na etapa do Projeto Básico se determinará a concepção do projeto de drenagem para definição da solução mais viável técnica e economicamente, por meio de análise dos componentes básicos condicionantes do projeto. Nesta fase, serão definidos vários elementos, tais como a natureza, a localização provável, os aspectos locais considerados e as condições de acesso.

As atividades dessa etapa são:

- **Elaboração da concepção do projeto** - nessa etapa do Projeto Básico serão elaboradas as concepções dos dispositivos, com definição de suas principais características geométricas, dimensões e tipos de revestimento que possam permitir o esboço das soluções adotadas;

- **Análise dos elementos básicos condicionantes do projeto** - fase que consiste na verificação dos estudos hidrológicos, geométricos, de terraplenagem, topográficos e geotécnicos como fatores de interferência direta na definição dos dispositivos de drenagem superficial e subterrânea;
- **Estudos de alternativas da escolha de solução** - nessa fase, serão estudadas as diversas alternativas de soluções, considerados os aspectos exequíveis, as condições de funcionamento, os materiais a utilizar, os métodos e os equipamentos. Também os aspectos arquitetônico e paisagístico serão levados em conta.

#### 4.12.2 Projeto Executivo

Na fase do Projeto Executivo, deve-se detalhar a solução aprovada na fase anterior e relacionar os elementos necessários à construção da obra. Além disso, nesta etapa há a consolidação dos estudos hidrológicos, projetos geométricos e de terraplenagem, estudos topográficos elaborados em sua fase de projeto e estudos geotécnicos elaborados em sua fase de Projeto Básico.

As atividades dessa etapa são:

- **Detalhamento da solução aprovada na fase anterior, relacionando os elementos necessários à construção da obra** - definidas as alternativas, a escolha da solução mais conveniente deve estar de acordo com os critérios técnico, econômico, estético e ambiental. Posto isto, esta etapa consiste no detalhamento da solução aprovada;
- **Dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial** - etapa correspondente ao cálculo e dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial, tais como canais de diversos tipos, bueiros de greide, dissipadores de energia, saídas d'água e descidas d'água, incluindo fornecimento da memória de cálculo;
- **Dimensionamento dos dispositivos de drenagem subterrânea** - nessa fase, devem ser dimensionados os dispositivos de drenagem subterrânea que se destinam à interceptação e remoção das águas do subsolo que possam acarretar danos à ferrovia (drenos longitudinais, drenos transversais, colchão drenante, drenos sub-horizontais, drenos verticais), de forma a evitar que ocorra ascensão do lençol freático acima de uma profundidade estabelecida.

#### 4.13 Obras de Arte Corrente (OAC)

As diretrizes para identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento das Obras de Arte Correntes (OACs), foi embasada no normativo VALEC- 80EG-00A-19-0000 e ISF-210 para as fases de Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 15: Descrição das atividades de obra de arte corrente**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
OAC (KM) VALEC- 80EG-00A-19-0000	BÁSICO	ELABORAÇÃO DA CONCEPÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE OBRA DE ARTE CORRENTE, COM DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, DIMENSÕES E TIPOS DE REVESTIMENTOS.
		ELABORAÇÃO DE QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS
	EXECUTIVO	ELABORAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DA OAC E DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS E ESPECIFICAÇÕES
		DETERMINAÇÃO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇOS

Fonte: FGV IBRE

##### 4.13.1 Projeto Básico

Na fase de Projeto Básico serão elaboradas as concepções dos dispositivos, com definição de suas características geométricas, dimensões e tipos de revestimentos que permitam o esboço das soluções necessárias. Deverão ser elaborados quantitativos dos serviços de tal forma que o segmento ferroviário seja protegido da ação das águas superficiais e profundas.

As atividades dessa etapa são:

- **Elaboração da concepção dos dispositivos de obra de arte corrente, com definição das características geométricas, dimensões e tipos de revestimentos** - nessa fase do Projeto Básico serão elaboradas as concepções dos dispositivos de OAC, com definição de suas principais características geométricas, dimensões e tipos de revestimento que possam permitir o esboço das soluções adotadas;
- **Elaboração de quantitativos dos serviços** - etapa destinada à determinação da estimativa dos quantitativos de serviços necessários para a concepção da OAC.

##### 4.13.2 Projeto Executivo

A fase de Projeto Executivo será desenvolvida a partir das concepções aprovadas no Projeto Básico e compreende a sua complementação e detalhamento. Nessa etapa, deverão ser apresentadas todas as informações, elementos construtivos e especificações que permitam a execução das obras, bem como deverá ser efetuada a determinação das quantidades de serviços.

As atividades dessa etapa são:

- **Elaboração do dimensionamento da OAC e dos elementos construtivos e especificações** - fase que se destina ao dimensionamento das obras de arte correntes, com cálculo de armação, espessura de paredes e de lajes, e envelopamento de bueiros. Esses dispositivos de drenagem devem ser otimizados, atendendo às vazões de projeto e visando a redução de custo da obra;
- **Determinação das quantidades de serviços** – atividade que consiste no levantamento das quantidades de serviços. Salienta-se que todos os serviços a serem executados deverão possuir especificação correspondente, de acordo com as Especificações Gerais para obras ferroviárias. Recomenda-se utilizar as Especificações de Serviço, desenvolvidas pelo DNIT para os serviços de drenagem e OAC, indicando-as em todas as planilhas, listagens e no orçamento.

#### 4.14 Obras Complementares

Conforme normativo VALEC 80-EG-00A-23-0000, elaborou-se o Quadro 16 com a descrição das principais atividades a serem desenvolvidas nas atividades dos projetos de obras complementares.

**Quadro 16: Descrição das atividades de obra de arte complementares**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
OBRAS COMPLEMENTARES (KM) VALEC 80-EG-00A-23-0000	BÁSICO	IDENTIFICAÇÃO DAS OBRAS COMPLEMENTARES NECESSÁRIAS À EXECUÇÃO DO PROJETO
	EXECUTIVO	DETALHAMENTO DAS OBRAS COMPLEMENTARES (PLANTA, PERFIL, SEÇÕES TRANSVERSAIS)

Fonte: FGV IBRE

As soluções adotadas para cada tipo de obra devem ser detalhadas em planta, perfil, seções transversais ou outros elementos que se fizerem necessários ao entendimento das soluções construtivas. Além disso, deverá ser apresentado no formato de planilha as quantidades dos serviços de construção. Entre as principais obras encontram-se cercas, porteiras, mata-burros, passagem em nível simples e proteção de taludes.

#### **4.15 Relatórios de Engenharia**

As diretrizes para identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento dos Relatórios de Engenharia foram embasadas no normativo VALEC – NGL 1.1.1.2.1.1 para as fases de EVTE, Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 17: Descrição do item dos relatórios de engenharia**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
RELATÓRIOS DE ENGENHARIA (KM) VALEC - NGL 1.1.1.2.1.1	EVTE	ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DO PROJETO COM A COMPILAÇÃO DAS DISCIPLINAS E INFORMAÇÕES PRELIMINARES DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO
	BÁSICO	ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DO PROJETO COM A COMPILAÇÃO DE TODAS AS DISCIPLINAS E INFORMAÇÕES DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO
	EXECUTIVO	ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DO PROJETO COM A COMPILAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DE TODAS AS DISCIPLINAS E INFORMAÇÕES DE IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

Fonte: FGV IBRE

##### **4.15.1 EVTE- Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica**

Para a fase conceitual do projeto, o relatório de engenharia deve apresentar o conjunto de informações utilizadas para reportar resultados parciais e/ou totais da concepção da proposta do projeto ferroviário. O relatório do EVTE deve seguir as indicações apresentadas na EB 01- Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA de Empreendimento Ferroviário.

##### **4.15.2 Projeto Básico**

O relatório do Projeto Básico de engenharia para construção de ferrovias, a ser desenvolvido subsequentemente ao respectivo EVTE, contém todos os elementos e detalhamento próprio, de tal forma a fornecer uma visão global do projeto. Faz-se necessário, nessa fase, uma análise detalhada dos elementos levantados e uma avaliação substancial das conclusões, sempre em conformidade com os normativos de serviços relacionados. O relatório do Projeto Básico deve seguir as indicações presentes nas Instruções de Serviços Ferroviários.

##### **4.15.3 Projeto Executivo**

O relatório do Projeto Executivo para construção de ferrovias, a ser desenvolvido posteriormente ao respectivo Projeto Básico, permite caracterizar a obra completamente e

contém todos os elementos das fases anteriores, acrescidos do nível de detalhamento próprio, de tal forma a fornecer uma visão global da obra.

O relatório do projeto deve apresentar a descrição detalhada de todas as disciplinas necessárias ao desenvolvimento de uma obra ferroviária, possibilitando o entendimento e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, fundamentado em quantitativos de serviços, e soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulações durante as fases de elaboração. O relatório do Projeto Executivo deve seguir as indicações presentes nas Instruções de Serviços Ferroviários.

#### **4.16 Estudos de Investimento**

O estudo de investimento da implantação da ferrovia deverá ser realizado a nível de projeto conceitual do custo global da obra, englobando a sua programação, a estratégia de suprimentos e os normativos vigentes para uma estimativa preliminar da obra ferroviária.

**Quadro 18: Descrição do item dos Estudos de Investimento**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRÍÇÃO DA ATIVIDADE
ESTUDOS DE INVESTIMENTO	EVTE	ELABORAÇÃO DE UMA ESTIMATIVA DE CUSTOS UNITÁRIOS

Fonte: FGV IBRE

#### **4.17 Orçamento da Obra**

As diretrizes para identificação das atividades necessárias para o desenvolvimento do orçamento da obra foram embasadas conforme instrução do DNIT ISF 225 para as fases de Projeto Básico e Projeto Executivo.

**Quadro 19: Descrição do item de orçamento da obra**

DISCIPLINA	ETAPA	DESCRÍÇÃO DA ATIVIDADE
ORÇAMENTO DA OBRA (KM) ISF 225	BÁSICO	ELABORAÇÃO DE UMA ESTIMATIVA DE CUSTOS UNITÁRIOS
		ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS PRELIMINARES
		ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS INICIAIS PARA DIVISÃO EM LOTES DE CONSTRUÇÃO
	EXECUTIVO	ELABORAÇÃO DA LISTAGEM DEFINITIVA DOS SERVIÇOS A EXECUTAR, INCLUINDO AS RELATIVAS À CONSTRUÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE CANTEIRO E ACAMPAMENTO
	LISTAGEM DOS MATERIAIS E RESPECTIVAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE	

Fonte: FGV IBRE

#### **4.17.1 Projeto Básico**

O orçamento das alternativas na fase de Projeto Básico fornecerá elementos para análise econômica e constará de determinações dos custos dos principais itens de serviço. Os custos serão levantados de acordo com a metodologia exposta nos normativos vigentes e ISF - 225.

Nos casos em que não haja informações disponíveis nos sistemas de custos oficiais, o custo unitário deverá ser calculado com base em pesquisas de mercado e conforme especificações da ISF-225.

Portanto, o Projeto Básico compreende a elaboração de uma estimativa de custos unitários, de orçamentos preliminares e o desenvolvimento de estudos iniciais para divisão em lotes de construção.

#### **4.17.2 Projeto Executivo**

O orçamento da obra na fase do Projeto Executivo requer maior detalhamento e assertividade, pois será desenvolvido de forma a envolver a listagem definitiva dos serviços a executar, incluindo os relativos à construção das instalações, tais como canteiro e acampamento, e listagem dos materiais e respectivas distâncias de transporte.

## **5. COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS**

## 5. COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS

O modelo para a precificação das atividades correlatas aos projetos de obras ferroviárias proposto neste manual consiste em uma metodologia que possibilite a montagem dos custos em função do dimensionamento de equipes, de materiais e demais recursos em função das características a serem acompanhadas e executadas de cada projeto, e no nível de detalhamento do projeto conforme apresentado na Lei Geral de Licitações. Ressalta-se que cabe ao orçamentista deliberar as etapas de projeto aplicáveis para cada estudo.

A presente metodologia permite inferir as parcelas que formam os custos para cada projeto em função da sua natureza e características. Pode-se assim compilar essas parcelas em duas (02) grandes categorias: serviços e atividades de escritório e serviços e atividades de campo, conforme a Figura 4.

**Figura 4: Composição dos Estudos e Projetos Ferroviários**



Fonte: FGV IBRE

Para elaboração de um projeto com qualidade técnica e com informações das características dos solos e afins, por exemplo, é necessária a realização de uma série de ensaios, conforme especificado nas instruções de serviços ferroviários. Desta forma, a realização desses é essencial e, uma vez que esses ensaios não estão incluídos nas CCUs do SICFER, é necessário a utilização de composições complementares, pois a assertiva investigação de condições limitantes à execução das obras é aqui descoberta, propiciando a condição ideal para o correto desenvolvimento dos projetos.

Essas atividades de campo terão suas composições de custos unitários disponibilizadas ao término da manutenção da metodologia SICRO do DNIT, e podem ser utilizadas em conjunto com o sistema SICFER para remunerar qualquer eventual lacuna que possa ser encontrada no SICFER, ficando a cargo e responsabilidade do orçamentista a consideração das CCUs e dos custos variáveis do SICRO que irão compor o custo do SICFER. Neste contexto, a seguir serão apresentadas as CCUs de serviços de campo e de escritório.

## 5.1 CCUs SICFER - Serviços e atividades de escritório

Os trabalhos de escritório correspondem a todo o desenvolvimento intelectual, no que diz respeito às pesquisas e aos estudos para as tomadas de decisões, como o desenvolvimento de relatórios, desenhos e projetos. Eventualmente, em posse de levantamentos e ensaios ocorridos em campo, uma parcela dessa equipe de escritório pode se deslocar até o local da futura instalação do empreendimento para verificar alguma particularidade ou questão específica.

Para a definição da estrutura padrão necessária para um escritório e, consequentemente, o desenvolvimento de todos os produtos, quais sejam as CCUs de serviços e atividade de escritório pertencentes ao sistema SICFER, considerou-se os custos de mão de obra técnica e especializada, em diferentes níveis de expertise, variando de consultores e coordenadores, desde seniores à juniores e de insumos, como computadores, *tablets*, sistemas operacionais, entre outros.

A partir disso, em função dos cronogramas de atividades de engenharia ligado ao desempenho de produção de equipes/mês, obteve-se a proporção de tempo alocado para cada profissional dentro de cada etapa. Para tanto, além das atividades rotineiras, também foi considerada a relação de interdependência entre as disciplinas.

Em relação aos materiais, adotou-se o mesmo quantitativo de horas alocados para mão de obra, quando estes se aplicam à atividade. Para os equipamentos, seguiu-se a mesma metodologia, no entanto, considerou-se apenas para o somatório de horas os profissionais que realizam diretamente as atividades. Já o equacionamento para valoração/precificação das horas de software deu-se conforme segue representado no Quadro 20.

**Quadro 20: Exemplo de precificação de software**

DETALHAMENTO DOS PROJETOS GEOMÉTRICOS - EXECUTIVO		
<b>Material</b>		Software para cálculo e edição de projetos CAD
<b>A</b>	<b>Nº de horas mês</b>	176
<b>B</b>	<b>Valor da licença por mês (R\$)<sup>1</sup></b>	631,37
<b>C</b>	<b>Nº de horas necessárias para o Técnico Especial produzir 1km de projeto</b>	0,5
<b>Custo do material em horas (R\$/km)</b> $CM = \frac{B}{A} \times C$		<b>1,79</b>

Fonte:Autodesk

<sup>1</sup> O valor correspondente à liberação da licença por mês de uso do software foi obtido conforme site da Autodesk, no seguinte link de acesso: <https://www.autodesk.com.br/products/autocad-civil>.

Assim sendo, as 43 CCUs pertencentes ao grupo 01 que constarão no SICFER são listadas no Quadro 21.

**Quadro 21: Lista de CCUs do SICFER**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
010001	Estudos topográficos (EVTE)	km
010002	Estudos topográficos (Projeto Básico)	km
010003	Estudos topográficos (Projeto Executivo)	km
010004	Estudos geológicos (EVTE)	km
010005	Estudos geológicos (Projeto Básico)	km
010006	Estudos de geometria do traçado (EVTE)	km
010007	Projeto básico da geometria do traçado (Projeto Básico)	km
010008	Projeto detalhado da geometria do traçado (Projeto Executivo)	km
010009	Estudos operacionais (EVTE)	km
010010	Estudos operacionais (Projeto Básico)	km
010011	Estudos operacionais (Projeto Executivo)	km
010012	Estudos hidrológicos (EVTE)	km
010013	Estudos hidrológicos (Projeto Básico)	km
010014	Estudos hidrológicos (Projeto Executivo)	km
010015	Estudos geotécnicos (EVTE)	km
010016	Estudos geotécnicos (Projeto Básico)	km
010017	Estudos geotécnicos (Projeto Executivo)	km
010018	Estudos de terraplenagem (EVTE)	km
010019	Projeto de terraplenagem (Projeto Básico)	km
010020	Projeto de terraplenagem (Projeto Executivo)	km
010021	Estudos conceituais de OAEs - pontes, viadutos (EVTE)	m
010022	Projeto de OAEs - pontes, viadutos (Projeto Básico)	m
010023	Projeto de OAEs - pontes, viadutos (Projeto Executivo)	m
010024	Estudos conceituais de OAEs - túneis (EVT)	m
010025	Projeto de OAEs - túneis (Projeto Básico)	m
010026	Projeto de OAEs - túneis (Projeto Executivo)	m
010027	Estudos de superestrutura (EVTE)	km
010028	Projeto de superestrutura (Projeto Básico)	km
010029	Projeto de superestrutura (Projeto Executivo)	km
010030	Projeto de infraestrutura de sinalização (Projeto Básico)	km
010031	Projeto de infraestrutura de sinalização (Projeto Executivo)	km
010032	Projeto de drenagem superficial, subsuperficial e profunda (Projeto Básico)	km
010033	Projeto de drenagem superficial, subsuperficial e profunda (Projeto Executivo)	km
010034	Projeto de obras de arte corrente - seções, geometria e estrutural	km
010035	Projeto de obras de arte corrente - seções, geometria e estrutural	km
010036	Relatórios de engenharia (EVTE)	km
010037	Relatórios de engenharia (Projeto Básico)	km
010038	Relatórios de engenharia (Projeto Executivo)	km
010039	Estudos de investimento (EVTE)	km
010040	Orçamento investimento (Projeto Básico)	km
010041	Orçamento investimento (Projeto Executivo)	km
010042	Projeto de obras complementares (Projeto Básico)	km
010043	Projeto de obras complementares (Projeto Executivo)	km

Fonte: FGV IBRE

Em seguida será elucidado de forma detalhada os conjuntos de composições pertencentes às etapas de engenharia preliminar (EVTE), Projeto Básico e Projeto Executivo.

### 5.1.1 Engenharia Preliminar (EVTE)

Apresenta-se, a seguir, o conjunto de composições do SICFER que se dedicam à apropriação dos recursos empregados na valoração das atividades demandadas na etapa de Engenharia Preliminar, para o desenvolvimento dos Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica.

- 010001 – Estudos topográficos (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de definição da área de influência, realização da cobertura com aquisição de dados e a definição do produto cartográfico.

- 010004 – Estudos geológicos (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de coleta e pesquisa de dados geológicos, análise com a interpretação dos dados geológicos e investigação de campo.

- 010006 – Estudos de traçado (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de eixo diretriz e *buffer* de influência e lançamento e otimização de traçado e perfil.

- 010009 – Estudos operacionais (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de plano operacional, fluxos e demandas, determinação de desvios de cruzamento e pátios, caracterização do material rodante, caracterização das estruturas de movimentação e armazenamento de carga, caracterização e localização das instalações fixas, oficinas e instalações de apoio à operação, análise de planos diretores e análise de interseções em cruzamentos.

- 010012 – Estudos hidrológicos (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de coleta dos dados hidrológicos coleta dos dados hidrológicos, organização dos dados coletados e elaboração do mapa de bacias.

- 010015 – Estudos geotécnicos (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de caracterização tático e visual dos solos interceptados e investigações expeditas com uso de equipamentos portáteis.

- 010018 – Projeto de terraplenagem (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de dimensionamento das seções tipo conceituais, aplicação das soluções geotécnicas conceituais e estimativa dos volumes com distribuição expedita de materiais.

- 010021 – Estudos conceituais de OAEs - pontes e viadutos (EVTE)

O método executivo da composição considera as atividades de indicação dos melhores pontos de travessia com o posicionamento preliminar dos encontros e extensão, estudos do componente hidrológico na travessia, estudos do componente geotécnico e topográfico na travessia e estudos do componente logístico para a implantação.

- 010024 – Estudos conceituais de OAEs - túneis (EVTE)

O método executivo da composição considera a atividade de avaliações técnicas e econômicas das travessias subterrâneas.

- 010027 – Estudos de superestrutura (EVTE)

O método executivo da composição considera a atividade de estudo para identificação dos parâmetros básicos a serem considerados na escolha dos tipos de trilhos e dormentes.

- 010036 – Relatórios de engenharia (EVTE)

O método executivo da composição considera a atividade de elaboração do relatório do projeto com a compilação das disciplinas e informações preliminares de identificação e caracterização do projeto.

- 010039 – Estudos de investimento (EVTE)

O método executivo da composição considera a atividade de elaboração de uma estimativa de custos unitários.

### **5.1.2 Engenharia Básica (Projeto Básico)**

Apresenta-se, a seguir, o conjunto de composições do SICFER que se dedicam à apropriação dos recursos empenhados na valoração das atividades demandadas na etapa de Engenharia Básica, para o desenvolvimento dos Projetos Básicos de Engenharia.

- 010002 – Estudos topográficos (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de implantação da poligonal topográfica principal e levantamento planialtimétrico complementar.

- 010005 – Estudos geológicos (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de mapeamento geológico, descrição geológica da região, estudo de soluções localizadas e recomendações geológicas.

- 010007 – Projetos de Geometria do Traçado (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de lançamento e otimização de geometria básica, visita técnica em campo, estudo de variantes de geometria básica e comparativo de variantes de geometria básica.

- 010010 – Estudos operacionais (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de análise de consistência das informações anteriores e descrição e simulação operacional.

- 010013 – Estudos hidrológicos (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de cálculo da(s) equações de chuva intensa, processamento dos dados pluviométricos, processamento dos dados fluviométricos, análise dos dados processados e determinação das descargas das bacias.

- 010016 – Estudos geotécnicos (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de investigação do subleito, investigação de empréstimos e ocorrências de materiais e elaboração do plano de investigação geotécnica.

- 010019 – Projeto de terraplenagem (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de dimensionamento das seções tipo básicas, análise/aplicação de novas soluções geotécnicas, cálculo dos volumes com distribuição de materiais.

- 010022 – Projeto de OAEs - pontes e viadutos (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de definição da concepção do projeto, estudo das alternativas para travessia, pré-dimensionamento das alternativas selecionadas, escolha da solução, optando por aquela que melhor atenda aos critérios técnicos, econômicos, administrativos e operacionais da via, dimensionamento das seções tipo estruturais, bem como meso e sistema de fundações e elaboração de memória de cálculo estrutural da solução adotada e desenhos com elementos topográficos, hidrológicos, geométricos e estruturais.

- 010025 – Projeto de OAEs - túneis (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de escolha da solução e definição da concepção do Projeto Básico e dimensionamento das seções tipo estruturais, bem como meso e sistema de fundações e elaboração de memória de cálculo estrutural

- 010028 – Projeto de superestrutura (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de definição e dimensionamento dos trilhos e dormentes para soluções propostas, definição e escolha dos tipos de acessórios metálicos a serem utilizados na superestrutura da via permanente e definição dos tipos, características e localização dos aparelhos de mudança de via a serem utilizados na superestrutura da via permanente da ferrovia.

- 010030 – Projeto de sinalização (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de estudo da escolha do tipo de equipamento de proteção a ser indicado, elaboração do esquema de sinalização no formato de plano de vias e definição dos materiais e estimativa das quantidades de materiais, serviços e equipamentos.

- 010032 – Projeto de drenagem superficial, subsuperficial e profunda (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração da concepção do projeto, análise dos elementos básicos condicionantes do projeto e estudos de alternativas da escolha de solução.

- 010034 – Projeto de OAC (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração da concepção dos dispositivos de obra de arte corrente, com definição das características geométricas, dimensões e tipos de revestimentos e elaboração de quantitativos dos serviços.

- 010037 – Relatórios de engenharia (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera a atividade de elaboração do relatório do projeto com a compilação de todas as disciplinas e informações de identificação e caracterização do projeto.

- 010040 – Orçamento da obra (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração de uma estimativa de custos unitários, elaboração de orçamentos preliminares e elaboração dos estudos iniciais para divisão em lotes de construção.

- 010042 – Projeto de obras complementares (Projeto Básico)

O método executivo da composição considera a atividade de identificação das obras complementares necessárias à execução do projeto.

### 5.1.3 Engenharia Detalhada (Projeto Executivo)

Apresenta-se, a seguir, o conjunto de composições do SICFER que se dedica à apropriação dos recursos empenhados na valoração das atividades demandadas na etapa de Engenharia Detalhada, para o desenvolvimento dos Projetos Executivos de Engenharia.

- 010003 – Estudos topográficos (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de locação e nivelamento de eixo, levantamento de seções e nuvem de pontos, cadastro topográfico da faixa de domínio e levantamento de ocorrências de materiais.

- 010008 – Projeto da geometria do traçado (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de lançamento e otimização de geometria executiva, visita técnica em campo, detalhamento dos projetos geométricos e geração das notas de serviço projeto geométrico.

- 010011 – Estudos operacionais (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de análise de consistência das informações anteriores, elaboração do plano de vias e simulação operacional (consolidação).

- 010014 – Estudos Hidrológicos (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera a atividade de detalhamento da análise dos dados processados.

- 010017 – Estudos geotécnicos (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração do plano de investigação geotécnica complementar, investigação de subleito, empréstimos e ocorrências de materiais, estudo e projeto de estabilização de fundação de aterros (berma de equilíbrio, aterro de sobrecarga, substituição de solo, estaca de brita), e estudo das estabilidades de taludes.

- 010020 – Projeto de terraplenagem (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de detalhamento das soluções geotécnicas, cálculo dos volumes com redistribuição por material (detalhamento), detalhamento das seções do projeto geotécnico e geração das notas de serviço de terraplenagem.

- 010023 – Projeto de OAEs – pontes e viadutos (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de detalhamento do projeto elaborado na fase anterior, elaboração do plano de execução da obra e elaboração do orçamento da obra.

- 010026 - Projeto de OAEs – túneis (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de detalhamento do projeto elaborado na fase anterior, elaboração do plano de execução da obra e elaboração do orçamento da obra

- 010029 – Projeto de superestrutura (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração dos memoriais descritivos do dimensionamento para o conjunto trilho-dormentes, justificativa para a escolha do tipo de acessório, quadro de quantidade de serviços/materiais, e conjunto de desenhos para caracterização dos tipos de acessórios de ligação e fixação, e justificativa para o critério de escolha do tipo de aparelho de mudança de via (AMV), quadro de quantidade de serviços/materiais, e conjunto de desenhos para caracterização dos e locação dos AMV's.

- 010031 – Projeto de infraestrutura de sinalização (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração do memorial descritivo e justificativa da concepção do projeto, indicação e/ou elaboração de especificações técnicas, elaboração de quadro resumo com quantidades, dimensões, modelo e posicionamento dos sinais e elaboração de esquema de sinalização, no formato de plano de vias e desenhos detalhando os projetos.

- 010033 – Projeto de drenagem superficial, subsuperficial e profunda (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de detalhamento da solução aprovada na fase anterior, relacionando os elementos necessários à construção da obra, dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial e dimensionamento dos dispositivos de drenagem subterrânea.

- 010035 – Projeto de obras de arte corrente (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera a atividade de elaboração do dimensionamento da OAC e dos elementos construtivos e especificações e determinação das quantidades de serviços.

- 010038 – Relatório de engenharia (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração do relatório do projeto com a compilação e detalhamento de todas as disciplinas e informações de identificação e caracterização do projeto.

- 010041 – Orçamento de investimento (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera as atividades de elaboração da listagem definitiva dos serviços a executar, incluindo as relativas à construção das instalações de canteiro e acampamento e listagem dos materiais e respectivas distâncias de transporte.

- 010043 – Projeto de obras complementares (Projeto Executivo)

O método executivo da composição considera a atividade de detalhamento das obras complementares (planta, perfil, seções transversais).

## 5.2 CCUs SICRO - Serviços e atividades de campo

Em linhas gerais, pode-se afirmar que os serviços/trabalhos de campo resumem-se a atividades investigativas quanto ao local em que o empreendimento ferroviário será instalado e visam municiar a equipe de escritório com levantamentos, ensaios, resultados e laudos que possam auxiliar nas tomadas de decisões quanto a escolha de traçado, definição de jazidas (quando pertinente), escolha do tipo de fundação para Obras de Artes Especiais – OAEs, entre outras decisões necessárias na concepção dos projetos com seu nível de detalhamento adequado.

As CCUs de atividades de campo pertencem ao sistema SICRO do DNIT, e por estarem em desenvolvimento, não há uma metodologia disponível publicada e somente serão disponibilizadas após o término desta. Ressalta-se que os sistemas SICRO e SICFER pertencem a diferentes instituições públicas, dessa forma as suas atualizações dependem dos trâmites internos de cada instituição. Portanto, atualizações metodológicas podem ser publicadas em datas diferentes para cada sistema.

## 5.3 Custos adicionais

As CCUs de escritório e de ensaios não são as únicas geradoras de custos nos estudos e projetos ferroviários. Outros fatores também podem engendrar custos adicionais em função da natureza e características do projeto, tais como as instalações físicas (escritório para as equipes de campo e laboratório), veículos de campo, mobilização/desmobilização, diárias e passagens, entre outros.

Em linhas gerais, o orçamentista pode inserir os custos adicionais nas famílias administração local e canteiro de obras. Portanto, fica a seu cargo a identificação dos itens necessários ao estudo ou projeto ferroviário que não estejam contemplados nas CCUs do SICFER e SICRO. Uma vez identificada a necessidade de algum desses fatores, recomenda-se

a realização da quantificação com base em normativos oficiais, como os do DNIT, da VALEC e desta ANTT.

## **6. UTILIZAÇÃO DAS CCUS SICRO E SICFER**

## 6. UTILIZAÇÃO DAS CCUS SICRO E SICFER

Objetivando a orçamentação de projetos ferroviários de modo mais completo, será essencial a utilização da metodologia SICRO em complemento ao SICFER, visto que ambas abordam atividades e serviços diferentes. Para tanto, fica a cargo do orçamentista a identificação das parcelas formadoras de custo do projeto pertencentes a cada uma dessas metodologias.

Neste contexto, para permitir uma maior fluidez na utilização em conjunto das CCUs do SICFER e do SICRO, recomenda-se seguir as etapas subsequentes:

- a) Identificação da CCU do SICFER correspondente à disciplina e fase de projeto (EVTE, Projeto Básico ou Projeto Executivo), conforme o Quadro 21;
- b) Identificação dos ensaios necessários para o projeto, com base nas Instruções de Serviços Ferroviários (ISF) do DNIT e nos normativos técnicos publicados pela VALEC;
- c) Obtenção das referências das CCUs do SICRO para cada ensaio necessário.

Finalmente, o custo final será um arranjo das composições do SICFER e do SICRO, e dos custos adicionais identificados e quantificados sob responsabilidade do orçamentista, sabendo que os custos acessórios podem, em linhas gerais, ser adicionados em outras famílias do orçamento.