

# **MANUAL DE ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA VALEC**

---

Os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental – EVTEA compreendem o conjunto de estudos necessários à verificação da existência de viabilidade técnica, econômica e ambiental para a execução de uma determinada obra de infraestrutura de transportes.

**1.1.1.MAN.2.001**

**Aprovado em 28/08/2018**



## APRESENTAÇÃO

É com satisfação que a VALEC Engenharia, Construção e Ferrovia S.A. disponibiliza, aos interessados, o Manual de Elaboração de Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica Ambiental – EVTEA.

Fruto de significativo conhecimento amalhado pela VALEC ao longo de sua história e de experiência prática na elaboração de estudos de viabilidade, a partir da produção de uma série de EVTEA<sup>1</sup>, este Manual procura identificar, organizar e descrever os diversos elementos que compõem um estudo de viabilidade, de maneira abrangente e tecnicamente fundamentada.

O Manual de Elaboração de EVTEA dá continuidade ao caminho trilhado pela VALEC no sentido do constante aperfeiçoamento e refinamento desses trabalhos, em parceria com as consultorias contratadas, na busca de estudos melhores e cada vez mais adequados, que analisem e reflitam as efetivas condições de viabilidade dos empreendimentos em análise.

Segundo as melhores práticas internacionalmente aceitas, os EVTEA constituem o passo inicial no processo de planejamento de um projeto ferroviário, e geralmente compreendem os seguintes tópicos básicos:

- Estudos de Mercado
- Estudos de Engenharia
- Estudos Operacionais
- Estudos Ambientais
- Estudos Socioeconômicos
- Análise Econômico-financeira e de Risco

Neste contexto, este Manual encontra-se organizado sob a forma de capítulos específicos para cada um dos tópicos listados, complementado por um glossário de termos técnicos e de diretrizes para a adequada apresentação dos seus resultados.

A VALEC coloca-se desde já à disposição para receber comentários e sugestões que possam vir a enriquecer as futuras edições deste Manual. Colocar um canal para recebimento de sugestões e comentários.

---

<sup>1</sup> Treze estudos concluídos no período 2008 – 2013, e três estudos em andamento no período 2014-2016.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 3 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------

## Ficha Técnica

### Diretoria da VALEC

PRESIDÊNCIA

Mario Mondolfo

DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Handerson Cabral Ribeiro

DIRETORIA DE ENGENHARIA

João Carlos de Magalhães

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

Marcus Expedito Felipe de Almeida

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO

Marcio Guimarães de Aquino

### Área Responsável pela Elaboração

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO – DIPLAN

Marcio Guimarães de Aquino

SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO – SUDEN

Fábio Vinícius Bittencourt Silva

GERÊNCIA DE PLANOS E PROGRAMAS – GPROG

Francisco Luiz Baptista da Costa

### Equipe VALEC

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Marcus Vinicius Veiga Cardoso

ESTUDOS DE MERCADO

Francisco Luiz Baptista da Costa

Marcus Vinicius Veiga Cardoso

Renato Magalhães Maia

ESTUDOS DE ENGENHARIA

Bruno Nogueira da Costa

João Paulo dos Reis Melo

ESTUDOS OPERACIONAIS

Danilo Luis Bettega

Zoroastro Alves de Mello Neto

ESTUDOS AMBIENTAIS

Paula Durante Tagliari

Marcel Leão de Oliveira

ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS

Sandro Mendes de Oliveira

ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA E DE RISCO

Marcus Vinicius Veiga Cardoso

Sandro Mendes de Oliveira

### Equipe SISCON Consultoria de Sistemas Ltda

COORDENAÇÃO DA EQUIPE DA CONSULTORA

Fabiana Gomes de Campos

ESTUDOS DE MERCADO

Fabiana Gomes de Campos

ESTUDOS DE ENGENHARIA

Keila de Barros Sousa Prestes

ESTUDOS OPERACIONAIS

Mario Antônio Garcia Picanço

ESTUDOS AMBIENTAIS

Leonardo Bolzani Torres

ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS

Fabiana Gomes de Campos

Francisco Fernandes Coelho

ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA E DE RISCO

Fabiana Gomes de Campos

Márcia Cristina de O.L.P.Ricarte Dalvi

REVISÃO

Kelly Cristina Maia Sardinha de Souza

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 4 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------

# SUMÁRIO

<b>1. ESTUDO DE MERCADO</b>	<b>15</b>
1.1. INTRODUÇÃO	16
1.2. IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA	16
1.3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA	17
1.4. LEVANTAMENTO DA OFERTA E DEMANDA DE TRANSPORTE	17
1.4.1. DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE TRÁFEGO	17
1.4.2. LEVANTAMENTO DA OFERTA DE TRANSPORTE	17
1.4.3. LEVANTAMENTO DA DEMANDA DE TRANSPORTE	18
1.4.4. MODELO DE SIMULAÇÃO (QUATRO ETAPAS)	18
1.4.5. CALIBRAÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO	19
1.5. PROJEÇÃO DAS CARGAS	19
1.5.1. ANÁLISE MACROECONÔMICA	19
1.5.2. ESTIMAÇÃO DAS CURVAS DE CRESCIMENTO	19
1.6. ESTIMAÇÃO DA DEMANDA POTENCIAL	21
1.7. IDENTIFICAÇÃO DOS POLOS DE CARGA	22
1.8. IDENTIFICAÇÃO DOS FLUXOS DE CARGA DA FERROVIA E VOLUMES OPERADOS	22
<b>2. ESTUDO AMBIENTAL</b>	<b>24</b>
2.1. ESTUDOS DE INSERÇÃO AMBIENTAL	25
2.2. FASES DO ESTUDO	26
2.3. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA SENSIBILIDADE DOS ELEMENTOS	26
2.3.1. ÁREAS ESPECIALMENTE PROTEGIDAS	27
2.3.2. MEIO BIÓTICO	28
2.3.3. MEIO FÍSICO	29
2.3.4. MEIO ANTRÓPICO	33
2.4. ANÁLISE INTEGRADA	34
2.5. ESCOLHA DE ALTERNATIVA DO PONTO DE VISTA AMBIENTAL	35
2.6. PASSIVOS AMBIENTAIS	35
2.7. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	35
2.8. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS	35
2.9. TERMO DE REFERÊNCIA EIA/RIMA	36
<b>3. ESTUDOS DE ENGENHARIA</b>	<b>37</b>
3.1. INTRODUÇÃO	39
3.2. COLETA E COMPILAÇÃO DE DADOS	39
3.3. PARÂMETROS DE PROJETO	40

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 5 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------

<b>3.4 ESTUDOS PRELIMINARES</b>	<b>41</b>
3.4.1 CARTOGRAFIA	41
3.4.2 TOPOGRAFIA	41
3.4.3 GEOLOGIA	41
3.4.4 HIDROLOGIA	41
<b>3.5 DEFINIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE TRAÇADO</b>	<b>42</b>
3.5.1 LANÇAMENTO DAS ALTERNATIVAS	43
3.5.2 APRESENTAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	44
<b>3.6 DETALHAMENTO E ESTIMATIVA DE CUSTO DAS ALTERNATIVAS</b>	<b>45</b>
3.6.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	45
3.6.2 INSTALAÇÃO DE CANTEIRO, MOBILIZAÇÃO, MANUTENÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	45
3.6.3 ESTIMATIVA DE TERRAPLENAGEM	45
3.6.4 OBRAS DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE	47
3.6.5 SUPERESTRUTURA FERROVIÁRIA	50
3.6.6 ESTIMATIVA DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	50
3.6.7 OBRAS COMPLEMENTARES	51
3.6.8 INTERFERÊNCIAS	52
3.6.9 ESTIMATIVA DE DESAPROPRIAÇÃO	52
3.6.9.1 QUANTIFICAÇÃO DA ÁREA AFETADA	52
3.6.9.2 LEVANTAMENTO DE VALORES REFERENCIAIS	53
3.6.9.3 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE DESAPROPRIAÇÃO	53
3.6.10 ORÇAMENTAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	53
<b>4. ESTUDOS OPERACIONAIS</b>	<b>55</b>
<b>4.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>56</b>
<b>4.2 ANÁLISE DA DEMANDA DE TRANSPORTE</b>	<b>56</b>
<b>4.3 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO</b>	<b>57</b>
<b>4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E OPERACIONAL DA FERROVIA</b>	<b>57</b>
<b>4.5 SISTEMAS FERROVIÁRIOS</b>	<b>58</b>
<b>4.6 ESTUDO OPERACIONAL PARA CADA ALTERNATIVA</b>	<b>58</b>
4.6.1 SIMULAÇÃO OPERACIONAL	58
4.6.2 LEVANTAMENTO DOS COMPRIMENTOS VIRTUAIS	59
4.6.3 CAPACIDADE DA VIA	59
4.6.4 PÁTIOS E DESVIOS DE CRUZAMENTO	60
4.6.5 FROTA DE MATERIAL RODANTE E EQUIPAMENTOS FERROVIÁRIOS	60
4.6.6 MANUTENÇÃO	60
4.6.7 INSTALAÇÕES OPERACIONAIS	61
4.6.8 INVESTIMENTOS	61
4.6.9 CUSTOS E DESPESAS OPERACIONAIS	62
4.6.10 RECEITAS OPERACIONAIS	63
<b>5. ANÁLISE MULTICRITERIAL</b>	<b>64</b>
<b>5.1 INTRODUÇÃO</b>	<b>66</b>
<b>5.2 COLETA DE DADOS</b>	<b>66</b>

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 6 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------

<b>5.3 IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA ANÁLISE</b>	<b>66</b>
<b>5.4 DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES</b>	<b>66</b>
<b>5.5 ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE IMPORTÂNCIA PARA CADA VARIÁVEL E DIMENSÕES</b>	<b>67</b>
<b>5.6 ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS</b>	<b>68</b>
<b>5.7 SUPERFÍCIES DE ATRITO</b>	<b>70</b>
5.7.1 APLICAÇÃO DOS PESOS DAS VARIÁVEIS POR DIMENSÃO	70
5.7.2 INTEGRAÇÃO DAS DIMENSÕES	71
<b>5.8 CORREDOR MULTICRITERIAL</b>	<b>72</b>
<b>6. AVALIAÇÃO FINANCEIRA</b>	<b>74</b>
<b>6.1. INTRODUÇÃO</b>	<b>76</b>
<b>6.2. FLUXO DE CAIXA</b>	<b>76</b>
<b>6.3. ESTRUTURA DO FLUXO DE CAIXA</b>	<b>76</b>
6.3.1. HORIZONTE DO PROJETO	77
6.3.2. FLUXO DE INVESTIMENTO	77
6.3.3. RECEITAS	78
6.3.4. TRIBUTOS INCIDENTES	78
6.3.5. CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX)	80
6.3.6. DEPRECIACÃO E AMORTIZAÇÃO	81
6.3.7. FINANCIAMENTO	81
<b>6.4. ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA</b>	<b>81</b>
6.4.1. VALOR PRESENTE LÍQUIDO – VPL	82
6.4.2. TAXA INTERNA DE RETORNO – TIR	82
6.4.3. ÍNDICE BENEFÍCIO/CUSTO	83
6.4.4. TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO – PAYBACK DESCONTADO	83
<b>7. ESTUDO SOCIOECONÔMICO</b>	<b>85</b>
<b>7.1. INTRODUÇÃO</b>	<b>87</b>
<b>7.2. CARACTERIZACAO SOCIOECONÔMICA</b>	<b>87</b>
<b>7.3. AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA</b>	<b>87</b>
7.3.1. PREVISÃO DE DEMANDA	87
7.3.2. ESTIMATIVAS DE CUSTOS DO PROJETO	88
7.3.3. ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS	90
7.3.3.1. BENEFÍCIOS DIRETOS	90
7.3.3.2. BENEFÍCIOS INDIRETOS	92
7.3.4. MALEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS	93
7.3.5. ANÁLISE SOCIOECONÔMICA	93
7.3.5.1. VALOR PRESENTE LÍQUIDO SOCIOECONÔMICO – VPL-S	94
7.3.5.2. TAXA INTERNA DE RETORNO SOCIOECONÔMICA – TIR-S	94
7.3.5.3. ÍNDICE BENEFÍCIO/CUSTO SOCIOECONÔMICO – B/C-S	94
7.3.5.4. TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO – PAYBACK DESCONTADO SOCIOECONÔMICO	95
<b>8. ANÁLISE DE RISCO</b>	<b>96</b>

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 7 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------

<b>8.1. INTRODUÇÃO</b>	<b>98</b>
<b>8.2. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</b>	<b>98</b>
8.2.1. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE SOCIOECONÔMICA	98
8.2.2. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA	98
<b>8.3. IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE RISCO</b>	<b>99</b>
<b>8.4. ANÁLISE DO EVENTO DE RISCO</b>	<b>100</b>
8.4.1. ANÁLISE DA PROBABILIDADE	101
8.4.2. ANÁLISE DO IMPACTO	101
8.4.3. APRESENTAÇÃO DA MATRIZ DE CRITICIDADE	102
8.4.4. SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS DE RISCO	102
8.4.5. SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO	103
8.4.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS	103
8.4.7. ANÁLISE DE RISCOS INTANGÍVEIS.	104
<b>8.5. PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RISCOS</b>	<b>104</b>
8.5.1. AMEAÇAS	104
8.5.2. OPORTUNIDADES	105

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 8 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------

## PREFÁCIO

Verificada a existência de uma demanda por transporte de bens ou pessoas não atendida, e no nicho específico da VALEC, com particularidades que conduzam à escolha da ferrovia como modo de transporte mais adequado, inicia-se a fase de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), com o intuito de verificar a possível viabilidade do projeto em análise.

Podemos descrever um EVTEA como o conjunto de estudos técnicos, de áreas distintas do conhecimento, com o objetivo de averiguar a viabilidade técnica, econômica e ambiental de um empreendimento, público ou privado, com determinadas características e finalidades. Sendo possível identificar, mensurar e analisar os aspectos preponderantes do empreendimento confrontando custos, receitas e benefícios, para auxiliar no processo de tomada de decisão a respeito da continuidade ou não do investimento financeiro.

Portanto, o EVTEA, sendo um instrumento para o aperfeiçoamento do processo decisório, deverá indicar a melhor solução para um cenário pretendido, frente às limitações econômicas, sociais, ambientais e de engenharia, para o desenvolvimento do empreendimento e alcance do objetivo estipulado ao se conjecturar a realização da obra.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 9 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------

## INTRODUÇÃO

Os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental – EVTEA compreendem o conjunto de estudos necessários à verificação da existência de viabilidade técnica, econômica e ambiental para a execução de uma determinada obra de infraestrutura de transportes, ou conjunto delas, nos segmentos considerados, dentre as alternativas propostas.

No sentido de aperfeiçoar o EVTEA, do prolongamento sul da Ferrovia Norte Sul (FNS), a VALEC adotou, de forma inovadora, o desenvolvimento de um corredor de transporte através do emprego de técnicas de análise multicritério, apoiadas por ferramentas de geoprocessamento.

Para a criação do corredor, foram empenhados esforços na identificação e ponderação de todos fatores que poderiam apresentar interferência em relação aos empreendimentos propostos. Como eram muitos fatores a serem considerados, os mesmos foram organizados em grupos de temas correlatos, onde alguns especialistas podem contribuir de melhor forma, mantendo ainda o tema visível e disponível para contribuição dos demais tomadores de decisão. Os grupos de fatores considerados foram: mercadológico, logístico, social, ambiental, físico (condicionantes físicas do terreno) e socioeconômico.

Um estudo com essas características é pontual e bastante laborioso em virtude das inúmeras variáveis que podem ser observadas na análise multicritério. Em empreendimentos com características lineares a análise é mais complicada, pois cada trecho singular do empreendimento deve ser avaliado segundo critérios específicos relevantes e que mudam trecho a trecho, tanto pela variação das características existentes, quanto pela presença ou ausência de alguns dos fatores. Destarte análises multicritério em empreendimentos lineares são extremamente complexas e assim o estudo foi concebido utilizando o conceito de corredores de viabilidade.

Os corredores de viabilidade consistem em possíveis espaços geográficos por onde um empreendimento linear poderá traspasar, são definidos a partir de resultados ainda preliminares e superficiais, com dados secundários, considerando todas as áreas técnicas de análise. Especificamente no caso de ferrovias, que são empreendimentos lineares, os diversos corredores inicialmente propostos podem possuir pontos ou trechos em comum.

Geralmente, são os pontos de origem e fim que podem ser predefinidos e alguns pontos intermediários como, por exemplo, o caso dos polos de carga (pátios de carregamento). Esses pontos são identificados, pelo estudo de mercado, como potenciais municípios concentradores de carga, após pesquisa de campo e levantamento de dados de produção e estocagem. Mesmo que os projetos da VALEC possuam faixas de domínio de 80 metros em geral, os corredores definidos são maiores, sendo faixas que podem alcançar quilômetros de largura, em uma análise inicial.

A obtenção dos corredores dá-se por softwares programados especificamente para esta tarefa, entretanto, a utilização dos softwares, ainda que esses auxiliem no trabalho, não torna a análise propriamente simples. Os cálculos realizados nos computadores ajudam fortemente a análise dos dados gerados pela pesquisa, todavia, uma das partes mais difíceis do processo está na identificação espacial e ponderação dos fatores a serem estudados.

O processo de análise hierárquica, conhecido pela sigla AHP (Analytic Hierarchy Process), é um dos métodos mais utilizados de apoio à tomada de decisão. Sua formulação teve início na década de 70, quando Thomas L. Saaty utilizou sua base de conhecimento em psicologia e matemática para estabelecer uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, especialmente nos casos onde há múltiplos fatores influenciando a análise. A

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 10 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

utilização da AHP permitiu ao grupo colegiado formado pelos consultores e técnicos da VALEC atribuir pesos a cada variável.

Através da priorização dos fatores pela AHP, da representação espacial destes fatores em mapas e da combinação destes fatores através de uma combinação linear ponderada, obtém-se um mapa-síntese com a representação do corredor. A partir dos corredores definidos dá-se início a segunda etapa onde a área de estudo sofre significativa redução, limitando-se aos perímetros envolvidos por eles, onde o objetivo é traçar uma diretriz de estudo para o EVTEA.

Nesse estágio a fonte de dados também é secundária, mas não se descarta a possibilidade da inclusão de alguns dados primários que se mostrem fundamentais, e então visitas em campo para coleta de informações podem ocorrer. As informações dos corredores, ainda que já constassem na primeira análise, são avaliadas com maior criticidade, pois neste momento o estudo tem por finalidade determinar qual seria o eixo mais adequado da diretriz.

A concorrência com outros modos de transporte também deve ser levada em consideração, principalmente com o modo hidroviário. Nas águas o transporte de grandes volumes de carga costuma ser ainda mais barato. Por vezes, a via é um corpo d'água que já possibilita a navegação e apenas precisa de ajustes para receber o trânsito comercial de embarcações, apresentando custos reduzidos tanto de instalação como de operação, quando comparado ao modo ferroviário. A partir destas características, em geral, o modo ferroviário deve estudar e simular o comportamento da carga.

A partir de algumas alternativas lançadas, onde o corredor é o guia, mas não limitador, há a seleção de qual diretriz deve ser estudada e onde deve ser feita a análise operacional, social e econômica.

Todo este procedimento tem por finalidade determinar um corredor de escoamento de carga a fim de transferir parte do volume transportado por rodovias para os trilhos, uma vez que o modo ferroviário é imensamente mais barato, principalmente para volumes de cargas elevadas. Desta maneira, a demanda por transporte é um dos fatores com maior relevância para a elaboração do EVTEA.

Na VALEC, existem quatro superintendências ligadas diretamente ao EVTEA: Superintendência de Planejamento e Desenvolvimento - SUDEN, Superintendência de Desapropriação e Arqueologia - SUDES, Superintendência de Projetos - SUPRO e Superintendência de Meio Ambiente - SUAMB. O EVTEA é encabeçado pela SUDEN, que é a superintendência responsável pelo gerenciamento dos estudos e consequentemente pela definição final da diretriz, devendo compilar todas as informações obtidas. Ficam as demais superintendências responsáveis a prestar suporte, fornecendo informações das suas respectivas áreas de atuação, apresentar quais fatores possam ser relevantes ao estudo e de quais maneiras deverão ser abordados, inclusive auxiliando na avaliação dos pesos das variáveis apresentadas.

Com a finalidade de incorporar o desenvolvimento do corredor de transporte através do emprego de técnicas de análise multicriterial, apoiadas por ferramentas de geoprocessamento e agregar a experiência adquirida ao longo dos trabalhos executados, a Gerência de Planos e Programas - GPROG que tem a atribuição regimental de desenvolver estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental e definir modelos, manuais e procedimentos para desenvolvimento desses, iniciou a construção do Manual de Elaboração de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental.

Com a finalidade de sintetizar o Termo de Referência, que deverá apresentar apenas assuntos pertinentes ao escopo, e para um melhor entendimento do processo de elaboração de um EVTEA, devido ao grau de complexidade do EVTEA, o Manual foi estruturado levando em conta os aspectos relevantes para o estudo:

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 11 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Aspecto Econômico - Financeiro – É a consolidação de custos (investimentos e custos operacionais) e receitas (receita tarifária, entre outras), na forma de um Fluxo de Caixa do qual se extrai indicadores de viabilidade do empreendimento a fim de demonstrar se o empreendimento é ou não atrativo do ponto de vista privado.

Aspecto Ambiental – São analisados fatores como fauna e flora com espécies ameaçadas de extinção, cavidades naturais e cursos hídricos sensíveis, que restringem o avanço dos empreendimentos.

Aspecto Técnico – Este estudo não inviabiliza propriamente algum traçado, visto que sempre são encontradas soluções técnicas para vencer tais obstáculos. No entanto, o incremento dos valores financeiros, em algumas situações, acaba por impossibilitar uma determinada alternativa. Neste sentido, alternativas que necessitam de terraplenagem com a menor movimentação de massa possível, além de quantidades reduzidas de obras de arte especial e corrente são os locais buscados.

Aspecto Operacional - Em tese, neste estudo, o ideal seria uma linha reta para os empreendimentos lineares de transporte, pois diminuiria a distância percorrida, tornando a operação mais barata. Contudo, devido aos obstáculos isso é impossível, no entanto a avaliação do EVTEA não pode perder de vista a importância de tentar alcançar a máxima qualidade operacional, ainda que em detrimento de outros fatores, pois em longo prazo a operacionalidade se torna mais importante.

Aspecto Social – São considerados fatores tais como, a presença de concentrações urbanas, de comunidades quilombolas e indígenas, presença de sítios arqueológicos ou paleontológicos e presença de recursos minerais. As áreas com estas características devem ser evitadas, pois possuem outras finalidades prioritárias.

O manual foi dividido em 8 áreas de estudo, separadas em capítulos, sendo estas:

- MERCADO
- AMBIENTAL
- ENGENHARIA
- OPERACIONAIS
- ANÁLISE MULTICRITERIAL
- AVALIAÇÃO FINANCEIRA
- SOCIOECONÔMICO
- ANÁLISE DE RISCO

Cada capítulo buscou estabelecer os dados e informações que de alguma forma serão utilizados na análise da viabilidade do empreendimento que está sendo avaliado, conforme descrito a seguir.

O estudo de mercado busca estabelecer a demanda por transporte a partir da caracterização da origem e destino das cargas, além de identificar os tipos de carga e os volumes que potencialmente poderão ser captados pela ferrovia.

O estudo ambiental deve identificar e caracterizar os principais impedimentos de ordem ambiental presentes na área de estudo, de modo a orientar a tomada de decisão. Garantindo que a alternativa de traçado seja escolhida de forma a evitar tais impedimentos e quando não for possível, permitir a escolha das melhores medidas que visem à equalização desses impedimentos.

Os estudos de engenharia deverão fornecer informações sobre a geomorfologia e a caracterização geométrica da região a ser estudada, para fins de composição dos corredores na análise multicritérios.

Após a definição dos corredores de menor esforço/custo resultantes de análise multicriterial, serão propostas no mínimo três alternativas de traçado que forem consideradas mais adequadas e logo após terá

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 12 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

início o detalhamento dos estudos de engenharia, a fim de subsidiar o levantamento de custos mais apurado de cada alternativa.

Os estudos operacionais subsidiam a definição das características geométricas básicas da ferrovia, estabelecem as características, especificações e dimensionamento do material rodante e equipamentos necessários para atender as demandas indicadas no Estudo de Mercado, definem as características da operação estabelecendo plano de via com capacidade suficiente para atender a programação de trens e os sistemas necessários para o controle do tráfego com segurança.

A avaliação financeira compreende a consolidação de custos (investimentos e custos operacionais) e receitas (receita tarifária, entre outras), formando um Fluxo de Caixa do qual se extrairá indicadores de viabilidade do empreendimento a fim de demonstrar se o empreendimento é ou não atrativo do ponto de vista privado. Além da demonstração de um Fluxo de Caixa que compreenda todas as Receitas e Custos previstos para o projeto e dos cálculos dos indicadores de viabilidade, a análise será textualmente apresentada, de modo que os resultados sejam claros, juntamente com a análise econômico-financeira, servindo de base para o processo decisório futuro.

O estudo socioeconômico tem como objetivo fornecer aos gestores dos recursos públicos, por intermédio de uma Avaliação Socioeconômica e de indicadores de viabilidade socioeconômica do projeto analisado, elementos para priorização da alocação desses recursos em infraestrutura de transportes. Além de determinar indicadores sociais para uso da Análise Multicriterial (AMC) na seleção do Corredor Ferroviário.

A análise de risco, com o objetivo de avaliar o ambiente gerencial interno e externo no qual o empreendimento encontra-se inserido, e com vistas a antever variações (positivas e negativas) em relação aos resultados apresentados nas análises, deve ser feita para o empreendimento. Sendo que a análise de risco aqui requerida, consiste na identificação e avaliação dos riscos, bem como apresentação das propostas de alocação e mitigação desses riscos.

Cada capítulo apresenta etapas de execução que se comunicam e se entrelaçam apresentando uma relação de interdependência entre elas este relacionamento entre etapas está apresentado no fluxo a seguir.



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 14 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Dada complexidade do levantamento de dados para a elaboração do EVTEA, é necessária a definição do escopo do estudo, definindo a área de influência do empreendimento. Nesse ponto, é importante salientar que existem diferenças nas premissas que definem as áreas de influência no estudo de mercado, no estudo ambiental e no estudo socioeconômico. Essas premissas levam a áreas que podem se sobrepor e em alguns casos coincidirem, porém, o mais comum é que elas sejam diferentes.

Do ponto de vista do mercado, a área de influência busca delimitar a região onde atividades econômicas poderão ter influência na infraestrutura de transporte objeto de estudo, como potenciais polos de carga ou que poderão ter o seu fluxo de carga alterado em função da infraestrutura de transporte.

Já para o estudo ambiental, são áreas onde são esperados os impactos diretos e indiretos decorrentes da instalação e operação do empreendimento e ajudam na identificação de potenciais impactos ambientais, assim como na elaboração do diagnóstico ambiental.

No caso do estudo socioeconômico, a área de influência busca delimitar a região onde atividades socioeconômicas devem interagir com a infraestrutura de transporte objeto de estudo.

Com a finalização do EVTEA já é possível determinar uma ordem de valores do empreendimento. Entretanto, os valores monetários só serão realmente conhecidos a partir da elaboração do projeto básico, o qual especificará com mais detalhes a alternativa de projeto escolhida, como, por exemplo, a definição de materiais que deverão ser utilizados na obra e a definição de logística construtiva. Ressalta-se, contudo, que esta etapa extrapola o escopo do EVTEA, sendo pertinente à fase de Projeto Básico do empreendimento.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 15 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 1. ESTUDO DE MERCADO

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 16 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 1.1. INTRODUÇÃO

O Estudo de Mercado tem como objetivo identificar a Demanda por Transporte a ser captada pela ferrovia proposta. Para tanto, o Estudo de Mercado deverá identificar:

- A origem da demanda de transportes;
- O destino da demanda de transportes;
- As linhas de desejo;
- Os tipos de carga que são captáveis pela ferrovia proposta;
- O volume captável por tipos de carga;
- Os custos de frete e transbordo para estas cargas.

O Estudo de Mercado deverá considerar como cargas potencialmente captáveis pela Ferrovia os fluxos com destino e origem na área de influência considerada no estudo, a exploração emergente de novos produtos e dos tráfegos de passagem atraídos pela nova ferrovia.

O Estudo também deverá estimar uma projeção destas cargas para o período de operação da Ferrovia, considerado dentro do horizonte no EVTEA.

O método de aferição de demanda será a modelagem tradicional de sistemas de transportes, contemplando a montagem e calibração da rede de simulação e o emprego de modelos de quatro etapas de planejamento de transportes, que compreendem:

- Geração de viagens
- Distribuição de viagens
- Divisão modal
- Alocação de viagens

O Estudo de Mercado deverá observar os seguintes passos:

- Identificação e delimitação da Área de Influência;
- Caracterização da Área de Influência;
- Levantamento da Oferta e Demanda de Transporte
- Projeção das Cargas
- Estimação da Demanda Potencial
- Identificação dos Polos de Carga;
- Identificação dos Fluxos de Carga e Volumes Operados.

## 1.2. IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

A área de influência é o espaço geográfico cujas interações sociais e econômicas podem ser afetadas pela nova infraestrutura de transporte proposta. A Área de Influência será composta, portanto, pelas unidades geográficas (Municípios ou Microrregiões homogêneas do IBGE) que podem sofrer impacto econômico (setor produtivo), logístico (atração de fluxos de transporte) ou social em decorrência da construção da nova ferrovia.

A divisão da Área de Influência dar-se-á em dois tipos conforme a intensidade deste impacto:

- Área de Influência Direta – Diretamente impactada pela Ferrovia. Composta por unidades geográficas consideradas ao longo do estudo como potenciais polos de carga ou passagem da ferrovia;

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 17 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

- Área de Influência Indireta – Indiretamente impactada pela Ferrovia. Composta por unidades geográficas que, apesar de não serem consideradas como potenciais polos de carga ou passagem da ferrovia, sofrerão impacto decorrente da nova ferrovia através da atração de cargas potenciais ou desvio de fluxos de carga atraídos pela nova ferrovia.

A determinação das Áreas de Influência Direta e Indireta, apresentada em mapa com sua delimitação, deverá vir acompanhada de justificativa que considere os impactos previstos decorrentes da construção da nova ferrovia demonstrando de forma inequívoca a existência de interação da Ferrovia com a área geográfica na qual o estudo deverá se concentrar.

### 1.3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

A caracterização das áreas será feita por município e/ou microrregiões homogêneas, com informações e dados quantitativos sobre:

- Superfície territorial e principais características de relevo, solo e clima;
- Apresentação e caracterização da estrutura produtiva e de serviços exercidos na Área de Influência, classificando fatores de produção (população econômica ativa, nível educacional, parque industrial, área plantada e produtividade), contribuição de cada setor no PIB estadual (setores agrícola, industrial, comercial e de serviços), e nível tecnológico por setor.
- Uso e ocupação do solo, atual e planejado, considerando os planos diretores locais;
- Dados quantitativos de intercâmbio comercial da região com as demais regiões nacionais e do exterior;
- Projetos de expansão produtiva planejados ou em desenvolvimento na região;
- Identificação dos polos de carga (armazéns, silos, depósitos, polos industriais, etc.) existentes;
- Outras informações consideradas relevantes para o Estudo.

Os dados e informações estatísticas deverão ser coletados tanto em instituições oficiais de pesquisa e planejamento quanto em instituições locais representativas (associações, sindicatos, empresas etc.), referenciados conforme padrão ABNT (autor (es), denominação ou título, data, endereço eletrônico (URL) e data de acesso).

### 1.4. LEVANTAMENTO DA OFERTA E DEMANDA DE TRANSPORTE

#### 1.4.1. Definição das zonas de tráfego

Para aplicação do modelo, é necessário definir as zonas de tráfego/transporte (microrregiões homogêneas do IBGE, municípios ou outro recorte julgado adequado à região de estudo), que deverão contemplar, mas não se limitar, à Área de Influência definida para o estudo.

#### 1.4.2. Levantamento da Oferta de Transporte

É a montagem da rede multimodal de transportes, caracterizando a oferta atual, por modo e seus respectivos atributos: extensões das respectivas malhas, capacidade, condições e custos operacionais, velocidades e tempos de percurso, entre outros.

Além disso, é necessário identificar os pontos notáveis do sistema, tais como locais de armazenamento, centros de transferência, aeroportos e portos marítimos e fluviais, e seus respectivos atributos, como custos e tempos de movimentação e transbordo.

Após a definição da rede multimodal atual, deverão ser incorporadas a ela as expansões (ou supressões) da infraestrutura de transporte (e respectivos atributos) em cada modo, previstas para os horizontes futuros do

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 18 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

estudo, em especial do trecho em análise. Os novos projetos a serem considerados devem ser levantados segundo informações vindas de fontes oficiais públicas e privadas.

#### **1.4.3. Levantamento da Demanda de Transporte**

É a caracterização da produção existente de cargas na região de análise que demandam o serviço de transporte em todos os modos, quantificada em toneladas.

A Demanda de Transporte Atual deverá ser levantada a partir de dados já existentes em estudos e planos de fontes reconhecidas oficiais ou privadas bem como a partir de pesquisas de campo.

#### **1.4.4. Modelo de simulação (Quatro Etapas)**

##### **1.4.4.1. Etapa 1 – Geração de Viagens**

Inclui a identificação do conjunto de produtos relevantes para determinação da demanda de transporte no trecho em análise, utilizando a classificação do IBGE ou outra tipologia julgada adequada ao estudo. Além disso, deverá ser considerada a análise das cadeias produtivas identificadas na Caracterização da Área de Influência (item2) para obtenção do balanço oferta/demanda, por tipo de produto, identificando a produção e a atração de viagens por zona de transporte.

##### **1.4.4.2. Etapa 2 – Distribuição de Viagens**

Trata-se da representação da demanda de transportes, através de matrizes Origem/Destino, por tipo de produto. Para a montagem dessa matriz O/D deverão ser utilizadas informações provenientes de pesquisas de campo e de estudos existentes de fontes reconhecidas.

Em função do tipo de carga e do comportamento do transporte, previamente conhecido, poderá ser utilizado o método de distribuição que melhor atender o estudo ou aos dados que foram obtidos com as pesquisas de campo. Dentre os métodos de distribuição se destacam o de crescimento uniforme, crescimento médio, Fratar, Furness e método gravitacional, sendo este último o mais utilizado.

##### **1.4.4.3. Etapa 3 – Divisão Modal**

O ponto de partida é a divisão modal refletida na Matriz O/D atual, a partir da qual deverá ser investigado o potencial de atratividade de um modo em relação a outro, considerando melhorias em cada modo e, em especial, a introdução do novo trecho de infraestrutura em análise. A etapa de divisão modal, que em alguns modelos é realizada em conjunto com a etapa de alocação de viagens, deve levar em consideração, entre outros fatores, o custo/frete, tempo de viagem e confiabilidade do modo de transporte.

Os custos/frete poderão ser estimados por meio de pesquisa de mercado e tratamentos estatísticos como, por exemplo, regressão pelo método de Mínimos Quadrados. Neste caso, as regressões deverão ter sua significância testada.

O tempo de viagem deve ser estimado a partir da velocidade média dos veículos e corroborada por levantamentos de campo. A partir dos resultados do levantamento de campo também pode ser aferida a confiabilidade do modo de transporte dada pela probabilidade de realização do transporte das cargas, de acordo com o nível de serviço esperado em termos de segurança, integridade da carga, pontualidade e regularidade.

##### **1.4.4.4. Etapa 4 – Alocação de Viagens**

Refere-se à identificação das rotas e análise do nível de serviço em cada segmento da rede utilizada para o modelo de simulação, no ano base e nos horizontes futuros.

Deve ser feita a alocação dos fluxos na rede, simulando cenários com e sem restrição de capacidade e considerando a atratividade variável de cada modo em função do nível de diferenças de atributos

(custo/frete, distância, tempo, etc.). Concluída a etapa de alocação de viagens, é possível a identificação dos gargalos físicos na oferta de transporte: pontos de estrangulamento e ligações não existentes na rede de transporte.

#### 1.4.5. Calibração da Rede de Simulação

A calibração é a fase de validação do modelo que consiste na aplicação dos dados obtidos em campo na rede de simulação para o ano base. Com isso é possível comparar os resultados do modelo com os dados reais obtidos através de contagens volumétricas. Nesta fase, é feita uma análise da precisão dos resultados da alocação, possibilitando observar a aceitabilidade dos dados.

O modelo é considerado como calibrado e validado quando os volumes simulados estiverem próximos aos volumes reais obtidos em campo através de contagens volumétricas.

### 1.5. PROJEÇÃO DAS CARGAS

A projeção das cargas deverá conter uma Análise Macroeconômica que estabeleça o provável cenário macroeconômico em que o projeto será inserido para o horizonte determinado. Em seguida se procederá à Estimativa das Curvas de Crescimento, com base em dados macroeconômicos e de mercado para cada produto.

#### 1.5.1. Análise Macroeconômica

Na Análise Macroeconômica deve ser apresentado um panorama macroeconômico da atualidade, nacional e internacional, e as perspectivas projetadas para o horizonte de análise do projeto. É necessário determinar e avaliar, em longo prazo, o comportamento de grandes agregados econômicos, os quais possam influenciar o desempenho da oferta e da demanda na região de análise.

No âmbito desses agregados macroeconômicos que devem constar na análise do estudo, podemos mencionar o PIB, o PIB per capita, Inflação, Taxa de Câmbio, Taxa de Juros, Relação Dívida/PIB, Balança Comercial, Nível de Investimento, dentre outros. Cabe aqui destacar que esse rol de variáveis é apenas exemplificativo do mínimo exigido, não limitando, em hipótese alguma, a apresentação de demais variáveis pertinentes à compreensão do Estudo de Mercado e/ou do cenário conjuntural econômico. Para tanto, as variáveis deverão ser analisadas dentro de um cenário macroeconômico coerente com a teoria econômica, na qual o comportamento de uma variável tem correlação com o comportamento de outra.

É importante relatar que todos os dados e projeções apresentadas devem ser baseados em expectativas racionais e coletados em estudos formais de fontes reconhecidas, dos setores público e privado, podendo, em situações apropriadas, considerar dados históricos existentes, mas não restringir a pesquisa aos mesmos.

#### 1.5.2. Estimativa das Curvas de Crescimento

A produção tendencial dos mercados, para o horizonte de estudo da ferrovia, deverá ser projetada a partir de funções de produção e estimativas da demanda dos principais produtos transacionados na área de influência da ferrovia. Poderão ser estruturadas funções de projeção por grupo de produtos. Ressalta-se a necessidade de consideração do nível de sensibilidade inerente à estimativa de cenários produtivos futuros.

Deve-se evitar a aplicação de taxa fixa de crescimento do produto ao longo prazo, derivada da extrapolação das taxas de crescimento em períodos anteriores, pois esta abordagem resulta em trajetórias explosivas como a da Figura 1. Ao invés disso, deve-se dar preferência a taxas variáveis, decrescentes ou crescentes de acordo com cada caso. A Figura 2 mostra o caso de uma produção que varia a taxas positivas decrescentes, o caso mais comum.

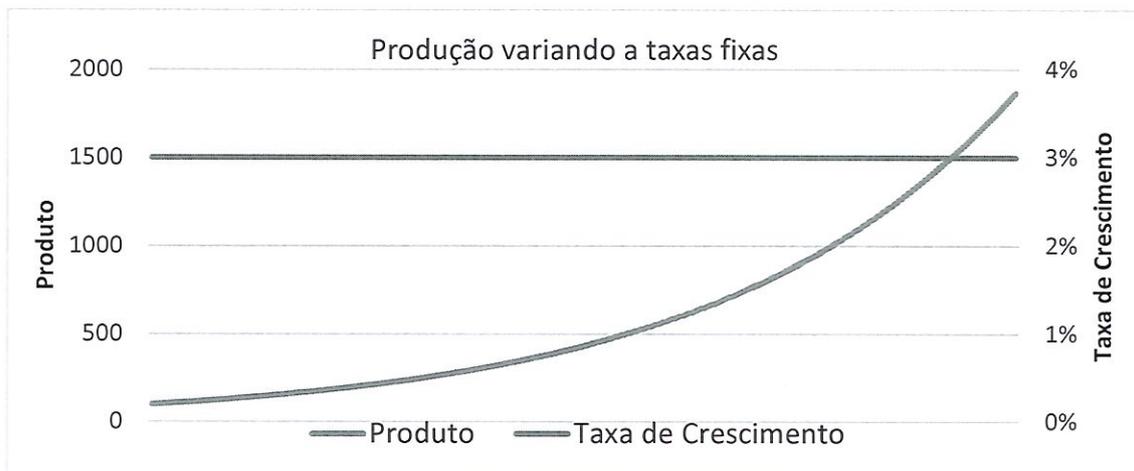


Figura 1 - Variação a taxas fixas

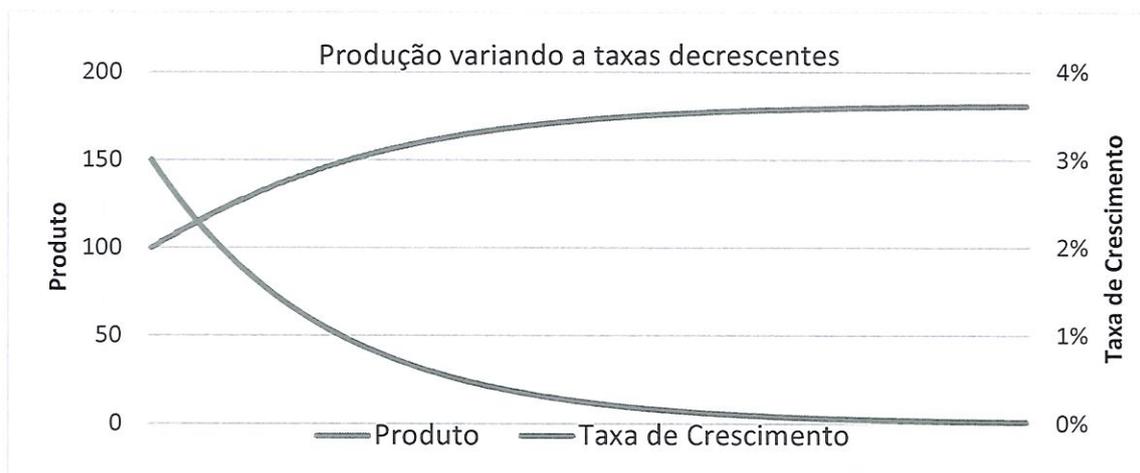


Figura 2 - Variação a taxas positivas decrescentes

As projeções de crescimento das cargas devem levar em conta expectativas de mercado coletadas junto a agentes ou fontes confiáveis e devem ter coerência com a Análise Macroeconômica do item 1.5.1.

As fórmulas deverão ser estimadas a partir de métodos estatísticos, que visam conhecer os componentes sazonais e cíclicos dos mercados, tais como o método de mínimos quadrados. Independentemente do tipo de série, (regressões ou séries temporais) todas as equações deverão passar por testes que confirmem sua validade, tais como testes de significância.

Geralmente, a produção e demanda de um determinado produto pode ser estimada a partir de uma função  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  onde  $y$  é a variável que se deseja estimar (produção ou demanda) e cada  $x_i$  são variáveis explicativas. Na impossibilidade de se aferir uma determinada variável  $x_i$ , poderá ser utilizada uma variável substituta (*proxy*). Um exemplo é o uso do Produto industrial per capita como *proxy* da produtividade da mão de obra.

Abaixo algumas sugestões de abordagem para diferentes grupos de produtos:

Tabela 1 – Sugestão de Abordagem para Grupos de Produtos Diferentes

Variável explicada	Variável explicativa	Proxy	Obs:
Produção Agrícola	Expansão área cultivada	Varição esperada da área cultivada	Estimar por produto ou grupo de produtos
	Produtividade da Terra	Crescimento esperado da produtividade média por hectare	
Produção Industrial	Varição do Estoque de capital	Investimento líquido/PIB	
	Crescimento da oferta de mão de obra	Crescimento esperado da PEA	
	Produtividade da mão de obra	Evolução do produto industrial Per Capita	
Demanda do produto Y	Crescimento da Renda	Evolução do PIB	Fazer uso da elasticidade-renda calculada por produto ou grupo de produtos
Demanda de exportações do produto Y	Crescimento da Renda Global	Evolução do PIB Mundial	Calcular elasticidades por produto ou grupo de produtos

As sugestões acima não impossibilitam a inclusão de novas possibilidades de variáveis explicativas e nem configuram obrigatoriedade do seu uso, devendo ao longo do estudo serem verificadas as melhores abordagens possíveis para cada produto e região.

As funções de crescimento deverão ser aplicadas sobre a produção e demanda dos produtos transportados para projeção no horizonte de estudo dos volumes de cargas nos polos de origem e destino.

#### 1.6. ESTIMAÇÃO DA DEMANDA POTENCIAL

A determinação da demanda potencial consiste na identificação (caracterização e quantificação) dos fluxos de cargas passíveis de captação pela ferrovia, identificadas pelo Levantamento da Demanda de Transporte. Nesse processo, deve-se levar em consideração a competição com os outros modos de transporte, em termos de custo/frete, tempo, capacidade e confiabilidade, cujos valores já foram aferidos no item 1.4.4.4 Etapa 4 - Alocação de Viagens.

Deverá ser identificada a existência de sazonalidade na demanda de transporte por produto ou tipo de cargas e como se comporta a variação dos fluxos ao longo do ano. Para tanto, recomenda-se considerar o comportamento da demanda, observado nos anos anteriores para se estimar, em termos absolutos e relativos, o comportamento da demanda por período (no mínimo mensal e no máximo trimestral) em um intervalo de um ano. Tais percentuais devem ser estimados a partir de uma série histórica de tamanho suficiente para a determinação do comportamento periódico da demanda, excluindo-se os dados discrepantes (outliers), decorrentes de fatores exógenos identificáveis, para não enviesar o resultado da amostra.

É importante verificar e apresentar a origem da sazonalidade, se decorrente das estações do ano, clima, política de estoque, mudanças na estrutura produtiva (tecnológicas, de alocação dos fatores de produção, etc.), efeito calendário, dentre outros, além da estimação do índice de sazonalidade presente na amostra em análise.

Ao fim deste procedimento, deverão ser apresentados os fluxos de carga resultantes da modelagem/carregamento total para a infraestrutura de transporte existente e identificação dos fluxos de cargas passíveis de captação pela ferrovia.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 22 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

### 1.7. IDENTIFICAÇÃO DOS POLOS DE CARGA

A identificação dos polos de carga deve ser feita a partir de critérios predeterminados que permitam sua seleção de forma racional e transparente, com a utilização de modelos de simulação de transporte e/ou análise ponderada de cada critério. Todos os polos devem ser selecionados com vistas ao atendimento dos critérios e suas respectivas notas. Deverão ser utilizados, no mínimo, os seguintes critérios:

- Volume potencial de cargas;
- Integração com demais modos de transporte;
- Redução do custo de transporte;
- Existência de projetos de desenvolvimento da estrutura produtiva local;
- Polos de carga preexistentes;
- Condições técnicas e físicas favoráveis já identificadas no Estudo de Engenharia;
- Demais pontos favoráveis de atração dos polos de carga.

Este item deverá confirmar os polos que estão preliminarmente indicados na caracterização da área e complementando-os com aqueles demonstrados pelos resultados da simulação.

Após a seleção dos principais polos, deverá ser apresentada uma lista ou tabela com uma relação dos polos selecionados, em que deverão constar dados de localização, região atendida, posição na ferrovia e distância em relação aos demais polos. Além disso, os polos deverão ser apresentados em mapas georreferenciados de acordo com o padrão definido pela VALEC.

### 1.8. IDENTIFICAÇÃO DOS FLUXOS DE CARGA DA FERROVIA E VOLUMES OPERADOS

Os resultados do processo de simulação deverão ser apresentados de forma clara em mapas e em quadros específicos, identificando as demandas por ano e dentro do horizonte considerado, os fluxos de origem/destino, em tonelada-útil (tu), por sentido e por produto (ou grupo de produtos) movimentado, conforme a tabela 2, abaixo evidenciada, e mapas de linhas de desejo.

Tabela 2 - Projeção da Produção para o Horizonte do Projeto, em TU

Produto	Ano1	Ano2	...	Ano n-1	Ano n
Produto 1					
Produto 2					
...					
Produto n					
Total					

Além de alocar e mapear os fluxos de carga é fundamental identificar os consequentes volumes operados na ferrovia e nos polos de carga, que formam a base para a estimativa de investimentos em infraestrutura de apoio. Tais informações devem ser dispostas em tabelas, distinguindo e caracterizando os volumes operados em cada polo de carga, e após a alocação dos volumes na malha ferroviária em análise, deve ser especificada a produção por trecho ferroviário, para cada alternativa, delimitado por pátios. Consoante com as tabelas a seguir.

Tabela 3 - Carregamentos por Sentido e Polo de Carga em TU\*

Sentido	Polo de Carga		Produto 1	Produto 2	Produto 3	...	Produto n	Total
	Nome	Km						
Sentido 1	PC1							
	PC2							
	...							
	PC <sub>n</sub>							
	Total							
Sentido 2	PC1							
	PC2							
	...							
	PC <sub>n</sub>							
	Total							
Total	PC1							
	PC2							
	...							
	PC <sub>n</sub>							
	Total							

\*Fazer para os anos chave

Tabela 4 - Identificação dos Fluxos por Trecho Ferroviário em TU\*\*

Trecho***	Ano1	Ano2	...	Ano n-1	Ano n
Trecho 1					
Trecho 2					
...					
Trecho n					
Total					

\*\* Fazer uma tabela por produto e para o total

\*\*\* Trechos entre pátios

As informações acima deverão ser apresentadas para cada uma das alternativas de traçado, consideradas no Estudo de Engenharia, para subsidiar o processo decisório de escolha de alternativa.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 24 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 2. ESTUDO AMBIENTAL

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 25 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 2.1. ESTUDOS DE INSERÇÃO AMBIENTAL

A elaboração do estudo de inserção ambiental é um processo sistemático e abrangente para avaliar as consequências ambientais da implantação e operação do empreendimento, de modo a assegurar que elas sejam inclusas e equacionadas nos estágios iniciais do processo decisório, permitindo o entendimento da dinâmica e das interações existentes entre os meios físico, biótico e socioambiental.

O diagnóstico ambiental deverá retratar a qualidade ambiental atual da área de abrangência dos estudos nos aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Este deve indicar as principais características dos diversos fatores que compõem o sistema ambiental, susceptíveis de sofrer, direta ou indiretamente, efeitos significativos das ações relativas ao empreendimento, nas fases de implantação e operação.

Desta forma, os Estudos de Inserção Ambiental devem identificar e caracterizar os principais impedimentos de ordem ambiental presentes na área de estudo de modo a orientar a tomada de decisão, garantindo que a alternativa de traçado seja escolhida de forma a evitar tais impedimentos e quando não for possível, permitir a escolha das melhores medidas que visem a equalização desses impedimentos.

Também deverá ser realizada uma análise criteriosa dos principais impactos ambientais advindos da implantação do empreendimento, e com base neste levantamento realizar a proposição de medidas mitigadoras necessárias para que o empreendimento alcance seus objetivos com o menor impacto possível ao meio ambiente.

Os Estudos deverão dar início a uma avaliação crítica sobre as interferências provocadas pela implantação da ferrovia, do ponto de vista socioambiental, levantando em conta os principais atores sociais e ambientais envolvidos no processo de implantação do empreendimento, desta forma facilitando a resolução de possíveis conflitos causados com a implantação da ferrovia.

Além disso, sendo considerado um dos principais objetivos dos Estudos de Inserção Ambiental, deverão ser propostos critérios representativos do ponto de vista ambiental, para a seleção da alternativa de traçado, assim como apresentar os parâmetros que proporcionarão a escolha da alternativa de traçado que se mostrar mais viável no decorrer do estudo.

O estudo de inserção ambiental deverá propor ações para os procedimentos de licenciamento ambiental do projeto e respectivas obras, inclusive, apresentar minuta de Termo de Referência para a contratação do EIA/RIMA.

Além disso, o diagnóstico ambiental deverá fornecer subsídios para o gerenciamento de conflitos ambientais entre os diferentes grupos de interesse, tais como: governo, sociedade, empreendedor, investidores, etc.

Ao final, os estudos devem ser determinados os limites da Área Diretamente Afetada<sup>2</sup>, da Área de Influência Direta (AID)<sup>3</sup>, e da Área de Influência Indireta (AII)<sup>4</sup> impactadas ambientalmente pelo empreendimento

<sup>2</sup> **Área Diretamente Afetada (ADA)** - Engloba as áreas destinadas à instalação da infraestrutura necessária à implantação e operação do empreendimento, pontos de localização de obras civis decorrentes ou associadas ao empreendimento tais como vilas residenciais, alojamentos, canteiros de obras, vias de acesso aproveitadas ou novas, área de empréstimo, bota-foras, e áreas de segurança, considerando alterações físicas, biológicas, socioeconômicas e das particularidades da atividade.

<sup>3</sup> **Área de Influência Direta (AID)** - AID abrangerá a área de todas as bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado.

<sup>4</sup> **Área de Influência Indireta (AII)** - Corresponde a área total dos municípios localizados nas bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 26 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

objetivado. Quanto à delimitação destas áreas, o estudo deverá ter como norte a necessidade de prever a forma mais fidedigna possível os impactos e interferências causados pela implantação da ferrovia no meio ambiente. Lembrando sempre que, as áreas de influência, do ponto de vista ambiental, muitas vezes se mostram mais abrangentes que as áreas de influência referentes aos demais estudos do EVTEA, principalmente quando considerados os impactos incidentes nos recursos hídricos, os quais podem ocorrer com uma abrangência espacial muito superior à simples divisão geopolítica. Mesmo quando consideradas as bacias hidrográficas como sendo a área de influência do estudo.

Todas as caracterizações devem, obrigatoriamente, trazer considerações sobre reflexos no empreendimento e ponderar as soluções de engenharia propostas de acordo com as exigências ambientais. Os dados e informações deverão ser coletados tanto em instituições oficiais de pesquisa e ensino, tanto em instituições renomadas. Bem como em repositórios digitais institucionais de produção científica, órgãos de planejamento, sendo obrigatoriamente referenciados conforme padrão ABNT.

Cabe ressaltar que todos os dados utilizados para subsidiar a elaboração destes estudos devem ser os mais recentes possíveis, não sendo admitidos dados com mais de 10 anos de obtenção, salvo em casos específicos, desde que devidamente justificados, aferidos e comprovada sua aplicabilidade.

Considerando o fato da existência de sobreposição dos dados a serem analisados nas diversas áreas de estudo deste Manual, é altamente recomendável que os estudos de inserção ambiental sejam suficientemente abrangentes e detalhados, devido à obrigatoriedade, deste, em fornecer dados demandados por outras áreas de estudo.

Os dados devem ser coletados e disponibilizados pela área responsável, não sendo necessária sua rerepresentação nos demais estudos. Podendo, apenas, serem demonstradas as análises realizadas, com base nas referidas informações, e as devidas referências de onde se encontrar o componente nos estudos. Com relação à forma de apresentação dos levantamentos realizados, estes deverão, necessariamente, ser plotados em mapas temáticos georreferenciados, em escala compatível com a natureza dos dados (conforme as especificações da CONCAR e disponibilizados em formato aberto (.shp)), gráficos, tabelas, fotos, etc.).

Os relatórios devem conter a memória descritiva e a justificativa dos procedimentos executados, de forma a permitir que os interessados possam apreciar os métodos empregados e avaliar suas conclusões, possibilitando a tomada de decisões quanto às soluções propostas.

## 2.2. FASES DO ESTUDO

Os estudos de inserção ambiental devem ser desenvolvidos em duas fases: uma fase preliminar, na qual serão feitos os levantamentos de dados sobre a área que será estudada; e a fase definitiva, que diz respeito à escolha da alternativa de traçado, onde serão descritos os impactos ambientais advindos do empreendimento para cada alternativa e apresentadas as medidas mitigadoras para a alternativa escolhida.

## 2.3. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA SENSIBILIDADE DOS ELEMENTOS

Inicialmente deverá ser feita uma caracterização dos elementos mais relevantes pertencentes a cada meio envolvido (físico, biótico e socioambiental), afim de sumarizar a situação ambiental atual. Durante a caracterização deverá ser criada uma matriz de sensibilidade, que deverá levar em consideração todos os possíveis cenários para cada um dos elementos abordados. Cada cenário será construído com base em três classes de sensibilidade, que podem ser nomeados como: (a) Baixa Sensibilidade; (b) Média Sensibilidade e; (c) Alta Sensibilidade, conforme exemplo a seguir:

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 27 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Tabela 5 - Exemplo de Matriz de Sensibilidade

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Áreas protegidas (Unidade de Conservação)	Diretriz localizada a mais de 10 km da zona de amortecimento da UC.	Diretriz situada até 10 km da zona de amortecimento da UC.	Traçado corta zona de amortecimento.

### 2.3.1. Áreas Especialmente Protegidas

Por serem áreas que carregam consigo grande influência que podem impedir a implantação da ferrovia, principalmente do ponto de vista jurídico e de conservação da natureza, estas áreas serão tratadas como áreas de exclusão ambiental. Ou seja, quando forem feitas a definição dos corredores e a definição dos traçados propostos, não haverá a transposição destas áreas (Reserva Particular do Patrimônio Natural e Áreas de Proteção Ambiental), e as matrizes de sensibilidade serão definidas com base em suas zonas de amortecimento ou *buffers* criados para tal.

#### 2.3.1.1. Unidades De Conservação

O estudo deve identificar e caracterizar as Unidades de Conservação – UC's municipais, estaduais e federais, de acordo com a classificação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, existentes na área de estudo, assim como áreas em estudo para a criação/expansão de UC's. Além disso, deverão ser analisadas as Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (MMA) e a presença ou planejamento de corredores ecológicos.

Também deve ser observada a existência de Planos de Manejo destas UC's, os quais devem ser considerados ao relacionar-se as possíveis interações decorrentes da instalação e da operação do empreendimento em relação a estas UC's. Devem ser definidas as distâncias dos traçados propostos em relação às UC's e descritas as possíveis interferências decorrentes do empreendimento tanto nas UC'S existentes como nas previstas. Nos casos de UC's que não possuam zona de amortecimento a matriz de sensibilidade considerará os limites da UC.

Tabela 6 - Matriz de Sensibilidade de Unidades de Conservação

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Unidade de Conservação	Diretriz localizada a mais de 10 km da zona de amortecimento da UC.	Diretriz situada até 10 km da zona de amortecimento da UC.	Traçado corta zona de amortecimento.

#### 2.3.1.2. Terras Indígenas

O estudo deve identificar e caracterizar as Terras Indígenas existentes na área de estudo, assim como áreas em fase de estudo para futuras demarcações e também instalações da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) que porventura estejam na área de estudo. Precisam ser definidas as distâncias dos traçados propostos em relação às Terras Indígenas e descritas as possíveis interferências decorrentes do empreendimento tanto nas já existentes quanto nas previstas. Quanto ao distanciamento legal de Terras Indígenas deve ser respeitado o Anexo II da Portaria Interministerial nº 419/2011.

Tabela 7 - Matriz de Sensibilidade de Terras Indígenas

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Terras Indígenas	Diretriz de traçado localizada a mais de 10 km (na Amazônia Legal) ou mais 5 km (nas demais regiões) contados a partir de tais territórios	Diretriz de traçado localizada a menos de 10 km e mais de 5 km no entorno de territórios de comunidades (na Amazônia Legal) ou a menos	Diretriz de traçado a menos de 5 km (na Amazônia Legal) e a menos de 2,5km nas demais regiões

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 28 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

		de 05 e mais de 2,5 km (nas demais regiões)	
--	--	---	--

### 2.3.1.3. Território Quilombola

O estudo deve identificar e caracterizar os Territórios Quilombolas existentes na área de estudo, assim como áreas em processo de reconhecimento. Mapeamentos devem ser feitos e os Territórios Quilombolas espacializados, apresentando as respectivas distâncias entre tais áreas e o traçado proposto do empreendimento, descrevendo as possíveis interferências decorrentes da instalação do mesmo.

Quanto ao distanciamento legal de Territórios Quilombolas deve ser respeitado o Anexo II da Portaria Interministerial nº 419/2011.

Tabela 8 - Matriz de Sensibilidade de Território Quilombola

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Território Quilombolas	Diretriz de traçado localizada a mais de 10 km (na Amazônia Legal) ou mais 5 km (nas demais regiões) contados a partir de tais territórios	Diretriz de traçado localizada a menos de 10 km e mais de 5 km no entorno de territórios quilombolas (na Amazônia Legal) ou a menos de 05 e mais de 2,5 km (nas demais regiões)	Diretriz de traçado a menos de 5 km (na Amazônia Legal) e a menos de 2,5km nas demais regiões

## 2.3.2. Meio Biótico

### 2.3.2.1. Flora

Com base em dados secundários devem ser descritos os biomas e suas fisionomias presentes na área de estudo, calculando a área de abrangência de cada um em relação à área de estudo. Descrever também as fitofisionomias encontradas na área, pontuando suas principais características, indicando as principais espécies protegidas por lei presentes nos biomas interceptados. Caso existam, classificar de acordo com leis específicas de proteção a espécies, fisionomias ou biomas relacionados à área de estudo. Além de indicar a fonte dos dados.

Deve ser mapeada a cobertura vegetal da área de estudo, classificando-a em três classes a partir de imagens de sensoriamento remoto, conforme o tipo de cobertura vegetal identificado, sendo elas: **Cobertura Antrópica, Vegetação Degradada, e Vegetação Conservada**. As áreas de Cobertura Antrópica referem-se as áreas utilizadas para produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio, incluindo as áreas cultivadas ou em período entressafra/descanso, os plantios silviculturais, pastagens, solos expostos (áreas abandonadas) e áreas urbanas. As áreas de Vegetação Degradada são aquelas em diversos estágios sucessionais de regeneração, excetuando-se as em estágio avançado de regeneração. As áreas de Vegetação Conservada compreendem as formações florestais e campestres primárias ou em estágio avançado de regeneração.

Para alcançar os objetivos do estudo deverão ser utilizados recursos cartográficos, produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento divididos em três etapas distintas:

- -Obtenção dos produtos de sensoriamento remoto;
- -Manipulação das imagens;
- -Geração dos Índices de Vegetação (NDVI) e elaboração dos mapas de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal.

Primeiramente deverão ser escolhidas as datas e períodos que as imagens serão obtidas, de modo que possam refletir a sazonalidade e o vigor vegetal da cobertura encontrada na área de estudo. As imagens

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 29 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

deverão, pelo menos, possuir média resolução espacial e possuir as bandas da região do infravermelho próximo e vermelho. Estas imagens devem passar por etapas de pré-processamento e processamento. *Para a seleção das amostras de treinamento, devem ser utilizados os critérios de fotointerpretação relacionados em seus elementos fundamentais: textura de relevo e drenagem, estruturas e formas, e matizes de cores, relacionados ao padrão de resposta espectral dos principais alvos da superfície terrestre. Os resultados devem ser validados em campo e com produtos cartográficos oficiais.*

Os mapas que serão utilizados para comparação com a classificação devem ser atuais, e podem ser os mapas elaborados pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS (MMA, 2008) ou pelo Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros, instituído pelo Ministério do Meio Ambiente por meio da Portaria nº 365 de 27 de novembro de 2015, que terá consolidado o monitoramento e mapeamento do desmatamento e da cobertura e uso da terra de todos os Biomas do Brasil até 2018 (MMA, 2015).

O estudo deve também considerar, quando existente, legislação estadual e municipal quanto ao uso e ocupação do solo, Zoneamento Ecológico-Econômico ou Plano Diretor dos municípios, para verificar restrições e diretrizes das áreas afetadas.

Tabela 9 - Matriz de Sensibilidade da Flora

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Estado de degradação	Cobertura Antrópica	Vegetação Degradada	Vegetação Conservada

### 2.3.2.2. Fauna

A partir de dados secundários sobre as espécies da fauna presentes na área de estudo, deve ser apresentada uma caracterização da fauna para os seguintes grupos: herpetofauna, ictiofauna, avifauna e mastofauna, com ênfase nas espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção segundo listas oficiais (IUCN, MMA), alvo de caça, de interesse científico ou econômico e as protegidas por legislação federal, estadual e/ou municipal, considerando aspectos qualitativos: distribuição geográfica, habitats preferenciais, espécies migratórias e aspectos relevantes para reprodução.

Também deve-se realizar o levantamento de outros conjuntos faunísticos, caso se revelem importantes como indicadores biológicos ou relevantes nos ecossistemas.

Tabela 10 - Matriz de Sensibilidade da Fauna

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Ameaça de extinção da espécie (IUCN, MMA 2014 – em caso de conflito entre as classificações deve se utilizar a de maior criticidade)	Não consta da lista	Vulnerável; Em Perigo	Regionalmente Extinta; Criticamente em Perigo; protegida por lei
Grau de endemismo da espécie	Sem endemismo, ou endemismo nacional	Endemismo Regional ou do Bioma	Endemismo ou reprodução restrita local

### 2.3.3. Meio Físico

#### 2.3.3.1. Potencial Espeleológico

O potencial espeleológico da área de estudo deve ser identificado, descrito, mapeado e classificado como: improvável, baixo, médio e alto. Também deve ser apontado o grau de vulnerabilidade do patrimônio espeleológico em: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 30 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

O estudo deverá ainda apontar a ocorrência de cavernas já cadastradas no CECAV/ICMBio, na área de estudo, determinando as áreas de influência<sup>5</sup> destas cavidades naturais, baseando-se na (i) consulta aos bancos de dados dos órgãos governamentais (IBAMA, ICMBio, CANIE, etc.); (ii) busca em acervos especializados (Sociedade Brasileira de Espeleologia, RedEspeleo Brasil e grupos espeleológicos com atuação na região de estudo); (iii) pesquisa em mecanismos de busca na Internet e; (iv) pesquisa em publicações especializadas, e quando conhecido, deverá ser informado o grau de relevância destas ocorrências.

Em caso de identificação de qualquer outra ocorrência não cadastrada nos bancos de dados do CECAV/ICMBio, estas deverão ter suas localizações georreferenciadas.

Tabela 11 - Matriz de Sensibilidade do Potencial Espeleológico

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Potencial Espeleológico	Áreas consideradas como (a) improváveis e/ou (b) com baixo potencial para ocorrência de cavidades naturais, segundo JANSEN <i>et al.</i> (2012)	Áreas consideradas de médio potencial para ocorrência de cavidades naturais, segundo JANSEN <i>et al.</i> (2012)	Áreas consideradas de (a) alto e/ou (b) muito alto potencial para ocorrência de cavidades naturais, segundo JANSEN <i>et al.</i> (2012)
Cavidades conhecidas	A área de estudo não possui cavidades conhecidas; possui apenas cavidades de baixa relevância ou não validadas nos bancos de dados do CECAV.	A área de estudo possui cavidades de média relevância ou sem grau de relevância definido, mas presentes e validadas nos bancos de dados do CECAV.	A área de estudo possui cavidades de alta relevância, presentes e validadas, ou não, no banco de dados do CECAV.

### 2.3.3.2. Clima

Embora os elementos climáticos muitas vezes não constituam restrições ambientais para a implantação do empreendimento, sua caracterização se faz importante devido à influência que este item exerce sobre outros componentes abordados no estudo.

O clima deverá ser caracterizado a partir dos dados meteorológicos existentes, considerando-se os seguintes parâmetros: direção e velocidade dos ventos, temperatura (médias, máximas e mínimas anuais), umidade do ar, pluviometria, regime das chuvas, eventos meteorológicos severos e balanço hídrico. Tais aspectos devem ser mensurados para todos os meses do ano, demonstrando, desta maneira, possíveis sazonalidades existentes. O estudo deverá ser baseado sempre que possível em dados históricos obtidos de estações climatológicas presentes na área de estudo e em bibliografia especializada.

Para cada empreendimento a ser estudado deverão ser indicados os parâmetros climáticos mais relevantes, e consequentemente matrizes de sensibilidade distintas.

Tabela 12 - Matriz de Sensibilidade do Clima

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Eventos meteorológicos severos	Não ocorrência de eventos.	Ocorrência esporádica de eventos (incidência inferior a 1 evento por ano).	Ocorrência frequente de eventos (incidência de mais de 1 evento por ano).

### 2.3.3.3. Geologia e Geotécnia

A área de estudo deverá ser descrita em unidades geológicas com identificação das unidades litológicas, da estratigrafia e da estrutura geológica, e setORIZADA conforme o tipo de material e as características do material geológico que compõe o terreno, focando na estabilidade dos terrenos. Quando disponíveis, devem

<sup>5</sup> Buffer de 500 (quinhentos) metros ao redor de cada cavidade.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 31 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

ser analisadas informações sobre o grau de fraturamento e composição (minerais sensíveis à ação química) dos materiais em análise.

Também deve ser considerada uma avaliação das características geotécnicas dos terrenos a serem atingidos diretamente pelas obras, mediante o uso de parâmetros de mecânica de rochas e solos e a interferências destas em relação ao empreendimento (propensão à erosão, taludes instáveis, travessias de regiões com solos hidromórficos, etc.).

Tabela 13 - Matriz de Sensibilidade da Geologia e Geotecnia

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Estabilidade do terreno	Ocorrência de taludes incondicionalmente estáveis.	Ocorrência de taludes quase instáveis	Ocorrência de taludes incondicionalmente instáveis.

#### 2.3.3.4. Geomorfologia e Topografia

A declividade do terreno e amplitude do relevo deverá ser descrita e espacializada para os diferentes compartimentos que compoñham a área de estudo, apresentando as unidades geomorfológicas, as formas de relevo (plano ou tabular, convexo e aguçado), os índices morfométricos, as dissecções pela drenagem, a amplitude altimétrica e as declividades, indicando a presença ou a propensão à erosão, assoreamento e inundações sazonais. Apresentar mapa Geomorfológico da área de estudo do empreendimento numa escala adequada, tendo como base a interpretação de imagens de satélite, cartas topográficas, fotografias aéreas e observações de campo.

Ressalta-se neste tópico a importância das informações referentes ao balanço de massa e a necessidade de áreas de empréstimo e bota fora além dos limites da faixa de domínio.

Tabela 14 - Matriz de Sensibilidade da Geomorfologia e Topografia

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Declividade	Onde a declividade não é superior a 5° e a amplitude do relevo não é superior a 20 metros.	Onde a declividade não é superior a 25° e a amplitude do relevo não é superior a 50 metros.	Qualquer situação em que a declividade seja superior a 25° ou a amplitude do relevo seja superior a 50 metros.

#### 2.3.3.5. Solos

Os solos identificados devem ser mapeados e descritos em classes de solo, de acordo com o Sistema de Classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – 3ª Edição - 2013 ou versão mais recente, indicando os graus de aptidão agropecuária e de erodibilidade dos solos, o uso e a ocupação do solo da área de estudo, bem como, identificar os pontos críticos na da área de influência, caso existam.

Deverão ser ressaltadas as áreas de várzea, sujeitas à ocorrência de solos hidromórficos e/ou argilas expansivas. Apresentar o uso e a capacidade de cada tipo de solo descritos, enfatizando na identificação das classes de solo mais propensas à formação de processos erosivos.

Deve ser apresentado mapa Pedológico da AE do empreendimento numa escala adequada.

Tabela 15 - Matriz de Sensibilidade do Tipo de Solo

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Susceptibilidade à erosão.	Solos bem estruturados com pouca susceptibilidade a erosão.	Solos com susceptibilidade a erosão.	Solos críticos à erosão.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 32 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

### 2.3.3.6. Mineração

Deve ser levantado o potencial mineral da área de estudo. Para tanto deverá ser verificado, junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, a presença de áreas com o direito de lavra e/ou pesquisa mineral ou, documento equivalente que permita a exploração na área de estudo de agregados (areias, cascalhos, solos granulares selecionados e rochas para britas e lastro) para a obra, relacionando com as demandas de materiais do empreendimento.

Para efeito de licenciamento ambiental, todas as jazidas consideradas deverão ser mapeadas, apresentando obrigatoriamente sua localização em relação à faixa de domínio da ferrovia.

Tabela 16 - Matriz de Sensibilidade do Potencial mineral

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Fase do Processo Minerário	Polígonos com (a) Licença de Operação.	Polígonos com (a) alvará de pesquisa.	Polígonos (a) disponíveis ou (b) com requerimentos de pesquisa.

### 2.3.3.7. Sítios Paleontológicos

Caracterizar e mapear a área de estudo conforme o potencial paleontológico, e ocorrência de sítios paleontológicos de acordo com o banco de dados do CPRM – Serviço Geológico do Brasil, plotando em mapa os locais onde houver ocorrência de sítios paleontológicos e suas respectivas distâncias do empreendimento.

Tabela 17 - Matriz de Sensibilidade de Sítios Paleontológicos

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Potencial Paleontológico	Probabilidade mínima de existência de registros paleontológicos (e.g. áreas onde nunca foram identificados registros paleontológicos e/ou litologias ou ambientes de formação incompatíveis com a presença de fósseis).	Indícios de existência a partir de litologias e ambientes de formação compatíveis com a preservação de fósseis.	Existência comprovada, a partir de dados do CPRM.

### 2.3.3.8. Recursos Hídricos – Hidrologia

Deverá ser identificado, mapeado (em escala mínima de 1:100.000) e caracterizado o sistema hidrográfico da área de estudo, com detalhamento nas travessias dos corpos d'água pelo empreendimento. O regime hidrológico dos principais cursos d'água e das bacias hidrográficas devem ser caracterizados.

Também devem ser identificados e caracterizado os principais mananciais de abastecimento público na área de influência (localização e população atendida), bem como outros usos preponderantes da água (ex: PCH's).

Caracterizar as bacias hidrográficas dos estados interceptados com relação ao índice de compacidade, aos padrões de drenagem (dendrítico, retangular, paralelo, radial, treliça, anelar), aos padrões de canais (retilíneo, anastomosado, meandrante, entrelaçado), à rede de drenagem/densidade hidrográfica, à demanda/oferta de água (usos múltiplos), à qualidade das águas dos recursos hídricos superficiais (dados secundários) quanto aos aspectos físicos, químicos e bacteriológicos, destacando as principais fontes poluidoras e a influência dos níveis de qualidade nas demais atividades da bacia.

Caracterizar os principais cursos d'água das bacias hidrográficas quanto ao regime hidrológico (vazões média, mínima e máxima). Esse estudo deverá indicar os cursos d'água perenes e intermitentes, as regiões de cabeceiras e nascentes, as estações hidrometeorológicas existentes (localização, tipo e período de operação)

e as estruturas hidráulicas implantadas. Essas informações deverão ser apresentadas também por meio de mapas e planilhas

Tabela 18 - Matriz de Sensibilidade de Recursos Hídricos - Hidrologia

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Corpos hídricos	Ausência de corpos hídricos e cursos d'água.	Corpos d'água perenes.	Cursos d' água intermitentes e mananciais de abastecimento público.

### 2.3.3.9. Recursos Hídricos – Hidrogeologia

O estudo deve apresentar o mapeamento e a caracterização hidrogeológica dos aquíferos (geologia predominante, domínios hidrogeológicos, domínios hidroclimatológicos, recarga) na área de estudo do empreendimento com ênfase nos níveis de lençol freático e pontos de recarga hídrica. Também devem ser identificados os principais usos atuais e potenciais.

Ao final o estudo deve demonstrar a influência do empreendimento sobre os pontos de captação de água subterrânea, principalmente quanto à vulnerabilidade dos aquíferos e risco de contaminação.

Tabela 19 - Matriz de Sensibilidade de Recursos Hídricos - Hidrogeologia

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Risco de contaminação	Se não existir aquífero sob o traçado ou existir aquífero confinado (protegido por capeamento impermeável)	Se existir aquífero capeado por camada permeável, sob o traçado	Se existir aquífero aflorante ou (b) capeado por camada permeável, utilizado para abastecimento público, sob o traçado.

### 2.3.4. Meio Antrópico

#### 2.3.4.1. Povos e Comunidades Tradicionais e Assentamentos

Deve ser verificada a existência de povos e comunidades tradicionais assim classificadas pelo Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais – CNPCT e assentamentos rurais na área de estudo do empreendimento, e em caso positivo as mesmas devem ser caracterizadas quanto a sua localização, vias de acesso, situação fundiária das terras ocupadas, descrição das suas atividades econômicas, culturais e fontes de renda (agricultura, caça, pecuária, artesanato atividades produtivas), bem como as interferências diretas e indiretas do empreendimento nestas comunidades.

Deverão ser mapeadas, em escala adequada, as ocorrências existentes assim como deverão ser apresentadas as distâncias entre elas e o traçado proposto.

Tabela 20 - Matriz de Sensibilidade de Povos e Comunidades Tradicionais e Assentamentos

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Povos e Comunidades Tradicionais	Não ocorrência na área de estudo	Ocorrência de um povo ou comunidade tradicional a mais de 10 km da diretriz de traçado.	Ocorrência de um povo ou comunidade tradicional a menos de 10 km da diretriz de traçado.
Assentamentos	Não ocorrência na área de estudo	Ocorrência de um assentamento a mais de 10 km da diretriz de traçado.	Ocorrência de um assentamento a menos de 10 km da diretriz de traçado.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 34 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

#### 2.3.4.2. *Uso e Ocupação do Solo*

O estudo deve apontar os principais usos das áreas rurais e urbanas, indicando as culturas temporárias, permanentes, pastagens e a estrutura fundiária, fatores de crescimento regional, bem como a existência de Planos Diretores, bem como apresentar as influências da implantação do empreendimento na dinâmica do uso e ocupação do solo da área de estudo.

Deverão ser elaborados mapas da área de estudo onde deverão ser apresentadas as diferentes classes de uso e ocupação do solo em escala adequada.

Tabela 21 - Matriz de Sensibilidade de Uso e Ocupação do Solo

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Uso e ocupação do solo	Solo sem uso econômico.	Solo utilizado para agricultura, pecuária ou silvicultura.	Solo ocupado com áreas urbanas ou industriais.

#### 2.3.4.3. *Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico*

Deve-se identificar os bens imóveis urbanos e rurais, públicos e privados de relevância histórica ou cultural, assim como aqueles tombados pelo INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL - IPHAN, também identificar os saberes e fazeres da população e as manifestações de cunho artístico, cultural e religioso (bens imateriais). Identificar e mapear o patrimônio arqueológico existente na área de estudo.

Indicar as áreas de potencial arqueológico alto, baixo e inexistente, com base em revisão da bibliografia, avaliação da possibilidade de existência de sítios, intensidade dos processos destrutivos atuantes. Também devem ser identificadas áreas de valor histórico, turístico, cultural, paisagístico na área de estudo, crenças religiosas e patrimônio imaterial.

Devem ser mapeados e identificados quaisquer dos bens culturais acautelados na área de estudo do empreendimento a partir de consulta ao sítio eletrônico do IPHAN.

Tabela 22 - Matriz de Sensibilidade de Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

Item Analisado	Baixa sensibilidade	Média sensibilidade	Alta sensibilidade
Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	Não ocorrência de nenhum tipo de bem acautelado pelo IPHAN na área de estudo.	Existência de apenas 01 tipo de bem acautelado pelo IPHAN na área de estudo.	Existência de mais de um tipo de bem acautelado pelo IPHAN ou, de mais de um bem do mesmo tipo.

### 2.4. ANÁLISE INTEGRADA

Após os diagnósticos setoriais, deverá ser realizada uma análise que caracterize cada uma das alternativas propostas. Para tanto, deverão ser consideradas as condições ambientais e suas tendências evolutivas de forma a compreender a estrutura e a dinâmica ambiental da região, contemplando, inclusive, futuros projetos de ocupação.

Deve-se ressaltar o tipo de antropização em andamento e qual poderá ocorrer com a implantação de cada uma das alternativas. A análise dar-se-á sobre o aspecto de desenvolvimento da região com suas perdas e ganhos ambientais. Esta análise terá como objetivo fornecer e selecionar as informações necessárias para a escolha da melhor alternativa do ponto de vista ambiental.

## 2.5. ESCOLHA DE ALTERNATIVA DO PONTO DE VISTA AMBIENTAL

Deverão ser apresentados os critérios ambientais a serem utilizados na escolha da melhor alternativa de traçado, critérios estes que deverão ser relevantes para a temática ambiental particular do empreendimento e obrigatoriamente deverão ser aprovados pela Valec antes de sua utilização.

## 2.6. PASSIVOS AMBIENTAIS

Deverão ser identificados e descritos os potenciais riscos de caráter ambiental relacionados às alternativas de traçado estudadas, que consistem em valores monetários relacionados ao cumprimento da legislação ambiental vigente ou a quaisquer obrigações de fazer, de não fazer, de indenizar, de compensar ou de assumir qualquer outro compromisso de caráter ambiental com impacto econômico sobre a implantação do empreendimento.

O passivo ambiental tem estreita relação com os aspectos ambientais do empreendimento de interesse e com os respectivos impactos gerados ou acumulados até o exato momento da sua implantação. Sua definição está diretamente ligada a critérios que devem ser estabelecidos no escopo da avaliação antes de seu início. *Deverão ser selecionados os Passivos Ambientais Representativos (PAR) para cada tipologia de passivo, assim como deverá ser elaborado um mapeamento e localização dos passivos ambientais existentes na área de influência do empreendimento.*

## 2.7. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Deverão ser descritos e analisados detalhadamente os impactos das alternativas de traçado estudadas, sobre o meio ambiente, de uma forma integrada em suas fases de implantação e operação. Esta avaliação levará em conta a natureza dos impactos (positivo ou negativo), o fator tempo de ocorrência (imediato, curto, médio ou longo prazo), a abrangência espacial (local, regional ou nacional), a duração do impacto (temporário, permanente ou cíclico), a magnitude (alta, média ou baixa), o grau de relevância (alta, média ou baixa) e a reversibilidade (reversíveis ou irreversíveis).

Durante a avaliação deverá ser levada em consideração, também, as condições do meio ambiente na fase anterior às obras, bem como os impactos que não possam ser evitados ou mitigados, de modo a permitir a realização do prognóstico ambiental. Deverá ser apresentada uma síntese conclusiva dos impactos que poderão ocorrer nas fases de implantação e operação da ferrovia, acompanhada de suas interações. O resultado desta síntese deverá ser apresentado sob a forma de uma matriz de impactos ambientais.

Tabela 23 - Matriz de Identificação de Impactos Ambientais

MEIO	IMPACTO	FASE DE OCORRÊNCIA		CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO							
		INSTAÇÃO	OPERAÇÃO	NATUREZA	ABRANGÊNCIA	TEMPORALIDADE	DURAÇÃO	REVERSIBILIDADE	PROBABILIDADE	MAGNITUDE	RELEVÂNCIA
FÍSICO											
BIÓTICO											
SOCIO AMBIENTAL											

## 2.8. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

Para cada impacto identificado deverão ser propostas medidas mitigadoras, bem como as soluções de engenharia necessárias.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 36 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 2.9. TERMO DE REFERÊNCIA EIA/RIMA

A consultora deverá propor recomendações para o futuro projeto básico do empreendimento e realizar a proposição do Termo de Referência para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA) voltado ao licenciamento da ferrovia alvo deste estudo, indicando suas particularidades e peculiaridades, conforme estabelece a legislação em vigor.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 37 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

### 3. ESTUDOS DE ENGENHARIA

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 38 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 39 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

### 3.1 INTRODUÇÃO

Determinada a necessidade de transporte entre dois pontos, na fase preliminar do EVTEA, os Estudos de Engenharia deverão fornecer informações sobre a geomorfologia e a caracterização geométrica da região a ser estudada, para fins de composição dos corredores na análise multicritérios.

Após a definição dos corredores de menor esforço/custo resultantes de análise multicriterial, serão propostas no mínimo três alternativas de traçado que forem consideradas mais adequadas e logo após terá início o detalhamento dos estudos de engenharia, a fim de subsidiar o levantamento de custos mais apurado de cada alternativa.

Os aspectos condicionantes do projeto, como por exemplo: comprimento das composições, rampas máximas por trecho, raio mínimo, largura da bitola, tipo de via (singela ou dupla), tipo de tração, espaçamento entre desvios de cruzamento e maneira de sua implantação (logo no início ou em fases), tipo e localização das instalações auxiliares, pátios de integração (modal único ou multimodais), tipo de vagão, de locomotiva e tipo de sinalização e telecomunicação, são definidos a partir dos estudos operacionais. *São esses dados que subsidiarão os estudos de traçado da ferrovia, com o auxílio da utilização de software de geração de traçados para os cálculos e levantamento de quantidades para compor os custos de implantação.*

### 3.2 COLETA E COMPILAÇÃO DE DADOS

Os Estudos de Engenharia deverão ser realizados sobre MDE (Modelo Digital de Elevação) de mapeamento internacional, e missão SRTM 30 (Shuttle Radar Topography Mission). Também poderão ser utilizadas imagens de satélite, outras bases cartográficas e mapeamentos disponíveis, combinando-os a fim de obter as informações necessárias e suficientes para conhecer os custos de investimento na implantação e operação de cada alternativa, desde que apresentem qualidade igual ou superior ao SRTM 30.

As consultas deverão ocorrer nos órgãos concessionários de serviços públicos e nas administrações federais, estaduais e municipais, e, se necessário, em fontes internacionais. As imagens digitais devem ser atuais (realizadas em até o máximo de seis meses anteriores a data da assinatura do contrato) e devendo ser entregues em imagens brutas (com cabeçalho e informações de suas correções geométricas) e mosaicos ortorretificados formato GEOTIFF (no Datum oficial SIRGAS2000) e dentro de um Geodabase (\*.gdb).

Os dados e documentos a serem coletados e compilados compreenderão, mas não se limitarão, aos seguintes tópicos:

a) Elementos topográficos existentes, tais como:

- Plantas de levantamentos topográficos generalizados ou específicos;
- Rapideye ou similar (melhor) (fotomosaicos, ortoimagens) disponibilizadas por entidades ou órgãos públicos;
- Mapas cadastrais digitais;

b) Dados geológicos e/ou geotécnicos existentes:

- Mapas geológicos (Dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM e outros);
- Dados do subsolo existentes, inclusive de sondagens, ensaios e testes realizados para outras vias, obras-de-arte ou prédios e edificações na área do projeto ou de jazidas;
- Resultados de testes e ensaios geotécnicos;
- Estudos e/ou trabalhos relativos a aspectos geológicos-geotécnicos.

c) Dados climáticos e fluviométricos:



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 40 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

- Elementos relativos à hidrologia das bacias contidas na área em estudo e em zonas adjacentes, incluindo dados históricos (fluviometria, pluviometria, evaporação, evapotranspiração, temperatura, vento e infiltração), experiência de cheias, características de cobertura do solo das bacias, etc.;
- Elementos relativos ao comportamento hidráulico dos rios, canais e córregos existentes, bem como dados relativos à suficiência estrutural e características das obras-de-arte existentes (pontes, bueiros e galerias).

d) Mapas de redes hidrográficas obtidos a partir de modelos digitais de elevação ou de mapas cadastrais existentes. Infraestrutura existente ou projetada:

- Rodovias;
- Vias não pavimentadas;
- Ferrovias;
- Vias navegáveis;
- Emissários;
- Tubulações de águas pluviais;
- Reservatórios;
- Edificações em geral;
- Áreas de exploração mineral;
- Usinas hidrelétricas;
- Equipamentos de irrigação;
- Dutovias;
- Adutoras;
- Linhas de transmissão de energia.

e) Outros dados:

- Dados relativos ao uso do solo, bem como indicadores econômicos e outros dados de valia para a correta estimativa dos custos de desapropriação, levantados no estudo de mercado;
- Dados e anotações colhidos em inspeções in loco das áreas em estudo.

### 3.3 PARÂMETROS DE PROJETO

O padrão e as principais características básicas de projeto da ferrovia e das ligações secundárias serão definidos, em função da demanda, a partir dos estudos operacionais e dos planos funcionais elaborados no capítulo do Estudo Operacional. Tais como:

- Velocidade diretriz;
- Gabaritos verticais e horizontais mínimos;
- Trem-tipo de projeto (Material Rodante);
- Características de traçado em planta e perfil;
- Parâmetros da infraestrutura;
- Parâmetros da superestrutura;
- Definição do distanciamento entre desvios de cruzamento em função da quantidade de trens nos trechos definidos pelos estudos de mercado e operacionais, bem como da necessidade e localização de pátios de movimentação de carga.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 41 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

### 3.4 ESTUDOS PRELIMINARES

#### 3.4.1 Cartografia

Nesta fase do estudo deverão ser coletados, compilados, descritos e analisados todos os elementos, dados, ensaios, testes e documentos cartográficos mencionados no item 3.2 - Coleta e Compilação de Dados. Essas informações deverão ser relativas à área de influência do empreendimento e servirão para o lançamento de alternativas de traçado geometricamente viáveis, definição do traçado definitivo e do adequado desenvolvimento da fase posterior. Os estudos cartográficos utilizarão modelos de terreno digitais.

#### 3.4.2 Topografia

Os estudos topográficos utilizam os dados do Modelo Digital de Terreno que foi definido no item 3.4.1 – Cartografia, e resultam em informações planialtimétricas. Com a realização das devidas interpolações, também poderão ser utilizadas outras bases cartográficas e mapeamentos que estejam disponíveis, combinando-as a fim de obter as informações necessárias e suficientes para definição dos traçados das alternativas e conhecer os custos de investimento na implantação e na operação de cada alternativa. Para o completo cumprimento das finalidades, os referidos elementos devem ter a precisão compatível com escala máxima de 1:20.000.

#### 3.4.3 Geologia

Com base nos dados coletados no item 3.2 - Coleta e Compilação de Dados, devem ser definidas as zonas de solos compressíveis e trechos alternativos de melhores características, zonas de solos com maior instabilidade quanto a cortes e as soluções técnicas necessárias.

Devem ser apresentados, além do que se fizer necessário, em um grau de precisão compatível com o estudo:

- As zonas de solos compressíveis;
- As zonas de solos com maior instabilidade a corte;
- As definição das espessuras de solo por zona;
- As zonas de solos hidromórficos, inconsolidados, orgânicos;
- A identificação de jazidas, áreas de empréstimo e áreas de exploração mineral;
- A análise dos dados existentes de sondagens, ensaios e testes geotécnicos do subsolo;
- A apresentação e análise de mapas geológicos, pedológicos, geomorfológicos, espeleológicos existentes;
- As análises estruturais estratigráficas e litográficas.

Observação: Havendo disponibilidade de imagens aéreas, estas poderão ser utilizadas para fazer a fotointerpretação da faixa ao longo das diretrizes básicas.

Nesta fase do estudo deverão ser coletados, compilados, descritos e analisados todos os elementos, dados, ensaios, testes e documentos geológicos e geotécnicos existentes ou providenciados, a partir da conveniência e/ou necessidade, relativos à área de influência do empreendimento, para a definição da diretriz de estudo entre as duas ou mais alternativas geometricamente viáveis e do adequado desenvolvimento da fase posterior.

#### 3.4.4 Hidrologia

A partir dos dados coletados no item 3.2 - Coleta e Compilação de Dados, e com o objetivo de estabelecer e estimar a concepção do sistema de drenagem principal, compreendendo a configuração de bueiros, pontes



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 42 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

e outros dispositivos de captação e escoamento das águas pluviais e fluviais, devem ser executadas as seguintes tarefas:

- -Determinar as bacias de drenagem, tanto em macro escala (rios, riachos, córregos) quanto em microescala (linhas de drenagem no terreno), utilizando os dados topográficos e aerofotogramétricos disponíveis, e também em áreas urbanas;
- -Identificar os postos que caracterizam a região, os instrumentos medidores e o período de observação.
- -Analisar os dados históricos pluviométricos de interesse e calcular as vazões que serão necessárias adotar na estimativa de dispositivos de drenagem:
- -Média anual e mensal de chuvas;
- -Número de dias de chuva por mês;
- -Alturas máximas e mínimas de precipitação;
- -Pluviogramas;
- -Curvas intensidade-duração para diversos tempos de recorrência;
- -Curvas de vazão e outros elementos conforme necessário;
- -Definir os tempos de recorrência que serão adotados no dimensionamento de cada elemento de drenagem e metodologias, e nos processos de cálculo que serão adotados em consonância às normas mais recentes, métodos e/ou orientações específicas da VALEC;
- -Determinar, baseado na(s) metodologia(s) determinada(s) e/ou aprovada(s) pela VALEC, como descrito acima, os parâmetros: tempos de concentração; vazão de descarga e vazões de projeto para as diversas estruturas;
- -Dimensionar hidráulicamente as estruturas cujas posições ou dimensões possam influir na locação do projeto.
- -Analisar os dados fluviométricos disponíveis.

### 3.5 DEFINIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

Esta fase corresponde à formulação de alternativas tecnicamente possíveis de traçado, que serão estudadas de forma que permitam atender as demandas por transporte indicadas nos estudos de mercado devendo ser acompanhadas das devidas estimativas do custo de implantação. As possíveis alternativas serão definidas buscando atender ao corredor multicriterial.

A partir do corredor de menor custo, serão definidas no mínimo três alternativas que terão por base os parâmetros que foram previamente definidos no Termo de Referência, como a área de estudo e as informações provenientes das fases anteriores do mesmo, além dos estudos ambientais, de mercado e socioeconômico em desenvolvimento no EVTEA.

Além das áreas ambientais exclusas do corredor, as alternativas deverão evitar ao máximo as áreas sensíveis ou sob influência direta ou indireta de áreas restritivas, identificadas no estudo ambiental. Deverão ser evitadas áreas de nascentes, cavernas, massas florestais primárias (Mata Atlântica, Floresta Amazônica, Pantanal, etc.), zonas de amortecimento das unidades de conservação, reservatórios de abastecimento de água, e outros aspectos de âmbito local de áreas ambientais de difícil mitigação de impacto. Além disso, deverão ser evitadas alternativas com longos trechos paralelos a corpos hídricos e/ou reservatórios. Sendo imprescindível a consulta à legislação ambiental vigente.

As alternativas de traçado devem atender as demandas por transporte (polos de carga) indicadas no capítulo 1 - Estudo de Mercado, considerando as estruturas logísticas, assim como as potencialidades de crescimento na movimentação de cargas. *Deverão ser considerados os aspectos socioeconômicos que restrinjam o lançamento das alternativas, evitando áreas densamente urbanizadas, tendo como objetivo buscar áreas*

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 43 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

*mais economicamente favoráveis para desapropriação, sempre levando em conta os planos de desenvolvimentos regionais levantados previamente no estudo socioeconômico.*

Deverão ser estabelecidas, simultaneamente, as necessidades de obras-de-arte correntes e especiais, com dados básicos de situação, limites e dimensões de pontes e viadutos, obras de contenção, obras de drenagem de maior vulto e outros relevantes para o estudo.

Para as próximas etapas, deve ficar esclarecido que:

- O Corredor Multicriterial – é a faixa cuja extensão e largura compreendem a área onde o traçado poderá ser desenvolvido de forma mais eficiente, buscando o melhor atendimento ao tratamento das variáveis adotadas. É importante ressaltar que se trata de todas as faixas em bom estado, abrangendo os limites extremos da largura do corredor.

- A Alternativa – é o traçado que liga os pontos de início e fim do empreendimento.

Na identificação das alternativas de traçado deverão ser seguidos os seguintes passos.

### 3.5.1 Lançamento das Alternativas

- Identificar os pontos extremos da diretriz.

Deverão ser identificados, inicialmente, o início e fim da diretriz, atentando-se para a não obrigatoriedade da definição de localização de um único ponto para início e fim.

- Utilizar mapas de custo e corredores da análise multicriterial.

Para o lançamento das alternativas de traçado deverão ser utilizados os mapas de custo e os corredores identificados no capítulo 5 - Análise Multicriterial, entretanto, não se limitando a estes. Isto porque, em alguns casos, pode ocorrer, por exemplo, que o corredor avaliado seja mais atrativo para o mercado, mas com o desenvolvimento de traçado o mesmo seja dificultado pela topografia.

- Lançar o modelo digital de elevação.

Definir a faixa de terreno que abranja toda a região de possível desenvolvimento dos traçados.

- Polos

Identificar as regiões dos polos de carga definidos no item 1.7 - Identificação dos Polos de Carga do Capítulo de Estudo de Mercado.

- Identificar as alternativas

Nesta etapa, serão lançadas as alternativas, considerando os parâmetros geométricos predefinidos buscando as melhores condições técnicas, econômicas e operacionais.

O atendimento ao polo não ocorrerá, necessariamente, pelo eixo principal da alternativa. Ele poderá ser feito através de ramais ferroviários ou outras soluções logísticas complementares, que se mostrem mais viáveis, sendo considerados o custo da alternativa e a simulação de carga.

- Posicionar os pátios

Após o desenvolvimento das alternativas, procederá a localização dos pátios, atentando-se para a prioridade de regiões planas e para os principais acessos logísticos onde poderão ser interceptados os maiores volumes de carga. *Poderá ser estudada mais de uma solução para o posicionamento dos pátios.*

*Cabe acrescentar que os pátios deverão estar localizados, preferencialmente, próximos às zonas industriais*

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 44 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

e de armazenamento. A localização e espaçamento máximo entre os pátios serão definidos nos estudos operacionais.

### 3.5.2 Apresentação das Alternativas

Este item especifica os parâmetros mínimos para a apresentação das alternativas em planta e perfil. O formato da representação quilométrica para o estaqueamento deverá corresponder a quilometragem com o formato 350 + 334,08, ou seja, equivale ao quilometro 350,33408, de forma a coordenar a apresentação dos mapas devendo ser apresentado um mapa índice no início.

#### Planta

A planta deverá ser em escala de 1:50.000 onde deverão ser indicados graficamente, no mínimo, os itens a seguir:

- Representação do estaqueamento a cada 5 km;
- Localização preliminar das obras de arte especiais (pontes, viadutos e túneis);
- Início e fim de pátios;
- Curvas de nível com espaçamento compatível com o estudo;
- Imagens de fundo (aerolevanteamento, satélite ou outros com qualidade equivalente ou superior ao RapidEye);
- Marcação do limite de lagos de barragens;
- Representação dos principais desníveis (inclinação > 1% por mais de 3 km);
- Representação dos cursos d'água e as respectivas denominações;
- Representação das interferências (rodovias, linhas de transmissão, UHE e PCH, etc.);
- Principais áreas de proteção e preservação sócio ambiental;
- Seta Norte;
- Malha de coordenadas no sistema utilizado no estudo;
- Amarração das folhas;
- Formato digital A1 (extensões .pdf, .dwg, .dgn, .shp, .kmz ou outra necessária).

#### Perfil

As pranchas referentes ao perfil longitudinal deverão ser apresentadas nas escalas 1:50.000(Horizontal) e 1:5.000 (Vertical), onde deverão ser indicados graficamente, no mínimo, os itens a seguir:

- Representação do estaqueamento a cada 1 km;
- Comprimento, sentido e inclinação das rampas;
- Localização das obras de arte especiais;
- Referências das cotas na escala vertical, localizada na lateral esquerda;
- Indicar a linha do terreno e substrato rochoso;
- Indicar a linha do greide da terraplanagem;
- Rodapé, contendo: o estaqueamento, a cota da linha de greide da terraplanagem nos pontos de inflexão vertical, a estaca dos pontos de inflexão vertical, a representação dos elementos horizontais (início e fim de curvas), e a apresentação da inclinação da rampa compensada e seu comprimento.

Devem ser representados no carimbo de cada folha:

- A articulação das folhas;
- O segmento que está sendo representado;

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 45 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

- A numeração das páginas por segmento;
- O intervalo limite das estacas;
- As escalas gráficas;
- As legendas das feições (curvas de nível, eixo, pontes, túneis, áreas de proteção ambiental, etc.).

### 3.6 DETALHAMENTO E ESTIMATIVA DE CUSTO DAS ALTERNATIVAS

#### 3.6.1 Serviços Preliminares

Os serviços preliminares são as atividades iniciais que dão apoio à execução dos serviços principais que serão programados e executados conforme as necessidades locais da obra. Consistem em serviços de limpeza, desmatamento e destocamento de árvores, bem como aqueles de delimitação ou proteção da área de trabalho para execução da obra. *Para a estimativa de custos as quantidades devem ser estimadas em percentual da área total da faixa de domínio. O preço unitário deve ser estimado a partir da média dos preços dos serviços preliminares detalhados.*

#### 3.6.2 Instalação de canteiro, mobilização, manutenção e desmobilização

A instalação de canteiro, mobilização, manutenção e desmobilização são serviços que garantem toda a infraestrutura necessária para a execução da obra. O caso da Mobilização, Manutenção e Desmobilização pode se definir como um componente necessário para preparação da infraestrutura operacional, considerando a retirada ao final da obra e compreende os serviços de:

- Transporte, carga e descarga de materiais para a montagem do canteiro de obra. Montagem de desmontagem de equipamentos fixos de obra.
- Transporte, hospedagem, alimentação e despesas diversas, do pessoal próprio ou contratado para a preparação da infraestrutura operacional da obra.
- Aluguel horário de equipamentos especiais para carga e descarga de materiais ou equipamentos pesados que compõem a instalação.

A estimativa de custos de mobilização, desmobilização e manutenção deve ser realizada a partir de percentual das quantidades levantadas de pessoal e máquinas nos custos dos itens de terraplenagem e serviços preliminares. *No que diz respeito aos Canteiros de Obras, pode ser definido como conjunto de áreas de trabalho, fixos e temporários, destinados à execução e apoio dos trabalhos e trabalhadores de uma obra.*

Quanto ao canteiro de obras deverá ser apresentado um planejamento sucinto a fim de definir a melhor utilização do espaço físico disponível, possibilitando que homens e máquinas trabalhem com eficiência, reduzindo movimentação de materiais, equipamentos e mão de obra. Esse planejamento deverá conter um layout básico definindo o arranjo físico dos trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem. Sendo assim poderão ser utilizados layouts de canteiros de obras similares, desde que sejam informadas e explicadas as similaridades consideradas e os devidos ajustes quando necessários.

Deve ser apresentada também, a locação dos canteiros ao longo do traçado, justificando a escolha de cada local, assim como o porquê das distâncias adotadas entre eles. E para a estimativa de custo do canteiro poderá ser utilizado os custos de canteiro similar utilizado no planejamento desde que os valores sejam devidamente atualizados.

#### 3.6.3 Estimativa de Terraplenagem

A terraplenagem é a atividade que tem por finalidade a alteração de um terreno de seu estado natural para uma nova conformação topográfica que atenda aos gabaritos definidos nos estudos. Consiste em um

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 46 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamento, precedido por uma fase de supressão de vegetação e limpeza da faixa a ser utilizada.

A partir da definição das espessuras de solo feita por zona, conforme item 3.4.3 – Geologia, deverá ser feito o cálculo da quantidade dos materiais por categoria que darão origem aos volumes de escavação, aterro e transporte. Os softwares para projetos de obras lineares que realizam cálculos de terraplenagem podem ser utilizados, balizados pelos estudos geológicos e geotécnicos, os dados das seções poderão ser lançados em planta e perfil no software escolhido para geração de modelos tridimensionais.

Após a geração das seções de projeto para as alternativas estudadas, os volumes de corte e aterro poderão ser obtidos automaticamente pelo software, inclusive apresentando a necessidade de empréstimos laterais ou a localização de jazidas para a obtenção de materiais. Estas definições influenciam no preço da obra, pois determinam as distâncias de transporte a serem utilizadas para compor os custos de serviços de terraplenagem.

Deve ser feito um balanço de massa que busque um equilíbrio entre volumes escavados e volumes de aterro, respeitando os percentuais aproveitados de cada material e de acordo com os critérios geológicos, e ainda minimizando as distâncias de transporte. Os taludes das escavações deverão respeitar as características geológicas de cada região.

As áreas potencialmente sujeitas à existência de material de baixa capacidade de suporte devem ser investigadas mais detalhadamente, devendo incluir no orçamento itens de reforço e/ou preenchimento de rebaixo. Recomenda-se a utilização de critérios de altura máxima de corte e aterro de modo a garantir segurança, estabilidade e economicidade do serviço. Devendo ser realizado um estudo comparativo sobre o uso de obras de arte especiais em casos em que há necessidade de grandes volumes de corte ou aterro.

Além dos mais deverá ser apresentada a metodologia e a memória de cálculo justificativa dos valores de corte e aterro encontrados, os resultados deverão compor uma planilha resumo com a localização e a distribuição dos materiais para terraplenagem. Essa planilha resumo deverá apresentar os volumes de corte, por categoria, e os volumes de aterro a compactar com suas respectivas estimativas de distâncias de transporte, conforme modelo a seguir.

Tabela 24 - Planilha Resumo de Terraplenagem

LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS PARA TERRAPLENAGEM								
ESCAVAÇÃO					DESTINAÇÃO DO MATERIAL ESCAVADO			
LOCALIZAÇÃO		FINALIDADE	VOLUME ESCAVADO (m <sup>3</sup> )	CATEGORIA	LOCALIZAÇÃO		FINALIDADE	DMT
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL				ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL		

Para levantamento da estimativa de custos, deverá ser utilizada a totalização dos dados por categoria (1ª, 2ª ou 3ª Categoria) dos volumes de escavação (corte) e de destinação do material escavado (aterro ou botafora) da tabela apresentada (Tabela 27).

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 47 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Tabela 25 - Distribuição dos Volumes por Categoria

SERVIÇOS	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.
Escavação, carga e transporte material 1ª categoria ("DMT média" 2500m) c/carreg	m³	
Escavação, carga e transporte material 2ª categoria ("DMT média" 2500m) c/carreg	m³	
Escavação, carga e transporte material 3ª categoria ("DMT média" 600m) c/carreg	m³	
Compactação de aterros	m³	

Os trabalhos deverão ser elaborados conforme a seção tipo da Especificação de Projeto VALEC 80-EG-000A-20-0000 Revisão vigente.

A respeito a formação de preços unitários para terraplenagem, poderão ser utilizadas as tabelas referenciais de custos do SICRO 2, ou versão posterior, outro sistema de custos oficial ou ainda poderá ser feita uma composição de preços, nos casos em que os itens pesquisados não constarem em nenhum sistema de custos, nesse último caso deverá ser apresentada a memória de cálculo de cada item.

#### 3.6.4 Obras de Drenagem e Obras de Arte Corrente

Esta fase dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) tem por objetivo o dimensionamento de dispositivos capazes de captar e conduzir adequadamente as águas superficiais de modo a preservar a estrutura da via férrea, assim como possibilitar sua operação durante a incidência de precipitações mais intensas.

Os trabalhos devem ser balizados pela Norma Ambiental VALEC nº 19 - Drenagem Superficial e Proteção Contra Erosão e - Especificações para Estudos Hidrológicos da VALEC, 80-EG-000A-27-0000 ou versão posterior, e devem abordar, basicamente, os seguintes aspectos:

- As obras de drenagem de grota, que são caracterizadas por obras de arte correntes, darão vazão às águas superficiais e às águas das precipitações sobre o terreno natural, nos locais de travessia de talvegues, tratados anteriormente.
- As obras de drenagem superficial, que são caracterizadas por dispositivos superficiais, devem apresentar diretrizes relativas à drenagem para dar escoamento às águas precipitadas ao longo do traçado e áreas lindeiras para evitar que estas tragam danos à plataforma da via;
- As obras de drenagem profunda ou subterrânea, que servirão como proteção do corpo estradal contra as águas do lençol freático ou de infiltração nos cortes em rochas.

São necessários para a drenagem de grotas:

- Bueiros celulares ou tubulares
- Pontes
- Para a drenagem superficial são necessários os seguintes dispositivos:
- Valetas de Proteção de Cortes e Aterros, nas cristas de corte e pé de aterros;
- Drenagem de Plataforma em Corte, constituída de sarjeta triangular com revestimento vegetal ou revestida de concreto;
- Sarjetas para Plataforma em Aterro, na borda de plataforma de aterro;
- Canaletas de Banquetas de Cortes e Aterros
- Entradas d'Água
- Descidas d'Água
- Dissipadores de Energia

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 48 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

E para Drenagem profunda são necessários:

- Drenos cegos para aterros
- Drenos profundos para cortes em rocha
- Drenos profundos para cortes em solo

As planilhas do cálculo da vazão de projeto, com a informação do método de dimensionamento adotado para os dispositivos de drenagem, bem como os hidrogramas utilizados nos cálculos deverão ser apresentados. Também deverá ser apresentado, o Regime pluviométrico e a determinação das chuvas intensas da região, efetuando o cálculo das descargas máximas prováveis que afluem ao eixo do traçado, possibilitando desta forma a estimativa das principais obras de arte correntes e outros dispositivos de drenagem requeridos ao longo do eixo.

Desta forma, o estudo deve contemplar a caracterização do regime pluviométrico através da definição dos parâmetros e critérios de cálculos hidrológicos, tendo como objetivos:

- Fornecer subsídios necessários à determinação das vazões de dimensionamento hidráulico das novas obras de drenagem;
- Definir as características climatológicas e pluviométricas a serem consideradas na fase subsequente de projeto e para estimativa de custos.

Os parâmetros básicos necessários ao cálculo das vazões, para o dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes e especiais e dos dispositivos de drenagem superficial, a serem definidos na sequência, compreendem em: Tempo de Recorrência, Coeficiente de Deflúvio e Tempo de concentração.

O dimensionamento hidráulico das obras de artes deve ser desenvolvido com base nas vazões calculadas para todas as bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado, fornecidas pelos estudos hidrológicos, para os períodos de recorrência definidos. Deverão ser estudadas, preferencialmente, soluções que preservem os talvegues existentes, restringindo ao mínimo a supressão para manter a rede fluvial e as nascentes.

Os dados dos postos, levantados no item 3.4.4 – Hidrologia, devem ser associados ao ponto de drenagem de interesse para que seja estimada a sua vazão. Devem ser utilizados os métodos abaixo (Tabela 28), para as respectivas áreas de contribuição de bacia.

Tabela 26 – Métodos para o Cálculo da Vazão

BACIA	ÁREA	MÉTODO
Pequena	Área < 1 km <sup>2</sup>	Método Racional
Intermediária	1 km <sup>2</sup> ≤ Área < 10 km <sup>2</sup>	Método Racional acrescido de coeficiente de retardo adimensional
	10 km <sup>2</sup> ≤ Área < 20 km <sup>2</sup>	Método do Hidrograma Sintético Triangular (HST)
Grande	Área ≥ 20 km <sup>2</sup>	Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT)

Para características fisiográficas, comprimento e inclinação dos talvegues deverão ser consideradas as médias desses valores, de acordo com as áreas de mesmas características morfológicas. Para os coeficientes de run-off dever ser utilizados os critérios da tabela conforme norma VALEC 80-EG-000A-27-0000 Revisão vigente.

Para os coeficientes CN (curve number), que representam as curvas indicativas da influência do complexo solo-vegetação e servem na formação da precipitação efetiva a serem adotadas na determinação de descargas através dos métodos do Hidrograma Unitário e Hidrograma Triangular Sintético (HTS), deverão ser utilizados os valores da tabela resumo que consta na norma VALEC 80-EG-000A-27-0000 Revisão vigente.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 49 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Após a determinação das vazões de cada ponto de interseção de drenagem, deverá ser feito o dimensionamento hidráulico médio, definindo o tipo e a seção característica, no caso do bueiro, aplicando esse resultado para os pontos de drenagem de mesma característica. Concluir o dimensionamento com a definição das dimensões, posicionar as obras em perfil, de acordo com as condições topográficas do terreno natural, do terrapleno e do greide da ferrovia, determinando a extensão em função da altura de aterro.

Ao final do processo deverá ser apresentado um quadro resumo com as quantidades dos dispositivos de drenagem para transposição de talvegue:

Tabela 27 - Quadro Resumo com as Quantidades dos Dispositivos de Drenagem

BUEIROS TUBULARES E CELULARES				
Tipo de Bueiro	Seção (b x h) ou $\phi$	Extensão (m)	Quantidades (uni)	OBS.
Tubular (Simples, Duplo, Triplo)				
Celular (Simples, Duplo, Triplo)				

Para a quantificação dos dispositivos de drenagem deverão ser extraídas as curvas de nível a partir dos modelos numéricos de elevação, conforme especificados inicialmente no item 3.2- Coleta e Compilação de Dados. Esses dados devem ser importados para o programa de geração de superfície, definido na fase dos Estudos de Terraplenagem. Gerada a superfície, será possível a visualização de curvas de nível, e a estes dados, deve-se incluir o filtro utilizado nos Estudos Hidrológicos contendo a localização das bacias hidrográficas de contribuição ao longo do traçado estudado. As extensões totais dos dispositivos para a drenagem superficial e profunda serão estimadas considerando as extensões prováveis de terraplenagem e o tipo de relevo da região.

Tabela 28 - Quadro Resumo com as Extensões Totais dos Dispositivos para Drenagem Superficial e Profunda

DISPOSITIVOS DE DRENAGEM		
Tipo	Unidade	Quantidade
Valetas de Proteção de Cortes e Aterros	m	
Sarjeta Triangular	m	
Sarjeta Trapezoidal	m	
Valeta de Proteção Corte	m	
Valeta de Proteção Aterro	m	
Entrada para descida d'Água	und	
Descida d'Água em Degraus	m	
Descida d'Água Retangular	m	
Dissipador de Energia	unid	
Dreno Profundo para Cortes	unid	

Para estimativa de custos deverão ser utilizadas as tabelas referenciais dos sistemas oficiais ou composições de preços desde que sejam apresentadas as memórias justificativas nos casos em que os itens não existirem nas tabelas referenciais.

### 3.6.5 Superestrutura Ferroviária

A superestrutura é o segmento da via permanente que recebe os impactos diretos da carga, seus principais componentes são: dormentes, trilhos, aparelhos de mudança de via, conjuntos de fixações, lastro e sublastro, que estão sujeitos às ações de degradação provocadas pela circulação dos veículos e de deterioração por ataque ao meio ambiente.

Tabela 29 - Quadro Resumo de Superestrutura

ITEM	DMT (Km)	UNID.	QUANT.
<b>SUBLATRO</b>			
Regularização do Subleito		m <sup>2</sup>	
Sublastro solo estabilizado		m <sup>3</sup>	
<b>FORNECIMENTO DE MATERIAIS</b>			
Trilho		t	
Brita para lastro		m <sup>3</sup>	
Transporte de Brita		m <sup>3</sup> x Km	
Dormente		unid	
Grampo elástico		unid	
Palmilha amortecedora		unid	
Calço isolador		unid	
AMV		Conj.	
<b>IMPLANTAÇÃO DA VIA</b>			
Montagem da grade		m x via	
Lastreamento de linha		m <sup>3</sup>	
Alinhamento, Nivelamento e socaria		m x via	
Regularização de Lastro		m x via	
Solda elétrica de trilho para formação de TLS		unid	
Solda aluminotérmica		unid	
Instalação de AMV		unid	
<b>TRANSPORTE DE MATERIAIS</b>			
Carga e descarga de trilho		t	
Transporte rodoviário de trilho		t x km	

Para composição de preços unitários poderão ser utilizados preços de orçamentos de obras já executadas, devendo ser realizada uma atualização dos valores, através de índice apropriado. Também poderá ser feita uma composição de preço por custo médio para cada item descrito na tabela anterior. As características básicas necessárias para cada componente da superestrutura serão definidas pelo estudo operacional, enquanto as especificações técnicas de cada componente encontram-se nas normas VALEC.

### 3.6.6 Estimativa de Obras de Arte Especiais

Esse estudo tem como finalidade a estimativa dos principais dispositivos de obras de arte especiais, tais como: pontes, túneis, viadutos, obras de contenção de maior porte, em função dos dados geotécnicos,

hidrológicos e geométricos disponíveis nesta fase. Os estudos hidrológicos e o traçado geométrico indicarão os locais onde serão necessárias obras de arte especiais.

Para pontes e viadutos deverão ser considerados dois elementos para estimativa de custo: o comprimento da plataforma e a altura do pilar. No caso particular de túneis, deverá ser considerada uma seção transversal tipo (conforme definido em termo de referência) e comprimento do túnel. Como se trata de estudo de viabilidade, a base topográfica permite a definição aproximada das dimensões das obras de arte, não sendo exigida realização de sondagens e levantamentos batimétricos para dimensionamento das fundações e altura dos pilares, a quantificação e caracterização das obras de arte serão aproximadas.

A escolha da solução estrutural para um determinado projeto de ponte/viaduto deverá ser feita em decorrência ao exame das condições locais da obra e demais parâmetros técnico-econômicos. A seleção do tipo de ponte/viaduto deverá ser baseada em cálculos de pré-dimensionamento, aplicados às soluções estruturais igualmente interessantes ao caso estudado. Serão estabelecidas ainda concepções e opções básicas de estruturas, bem como opções preliminares entre aterro ou estrutura, e obras de contenção, para a obtenção de dados básicos para definir custos de avaliação das principais alternativas. Os critérios empregados deverão ser os mesmos para todas as alternativas em estudo.

Deverá ser elaborada uma planilha resumo contendo todas as obras de arte necessárias ao traçado estudado com seus respectivos comprimentos e localização.

Tabela 30 - Quadro Resumo de Obras de Arte Especiais

RELAÇÃO DE PONTES e TÚNEIS			
Descrição	Extensão (m)	Estaca Inicial	Estaca Final

De posse desses dados preliminares, deverá ser calculado os quantitativos para efeito de EVTEA, sendo estabelecidos padrões de custo por tipo e por metro linear.

Tabela 31 - Quadro Resumo de Viadutos

RELAÇÃO DE VIADUTOS				
Km do Eixo	Extensão (m)	Gabarito útil (m)	Escondidade	Tipo

### 3.6.7 Obras complementares

As obras complementares são serviços necessários à completa implantação da ferrovia e que não se enquadram nos demais itens estudados como: muros de fechamento de faixa, cercas, porteiros, mata-burros, obras de contenção de encostas, obras de proteção contra erosão e passagens de gado e animais. Os projetos de obras complementares devem ser preferencialmente padronizados, assim, no que for possível, sempre seguindo as especificações de Projeto Valec. O projeto de obras complementares deve conter relatório descritivo, especificações, desenhos e quantitativos para efeito de estimativa de custos.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 52 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Tabela 32 - Quadro Resumo das Obras Complementares

ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE
Cercas e Muros de Fechamento	Unid	
Mata-burro	Unid.	
Porteira	Unid.	
Revestimentos de taludes arenosos	m <sup>2</sup>	
Revestimento vegetal	Unid.	
Passagem de Gado e pequenos veículos	Unid.	
Enrocamentos	m <sup>3</sup>	
Hidrossemeadura com tela de proteção	m <sup>2</sup>	
Obra em gabião	m <sup>3</sup>	
Lastreamento para fundação de muro de arrimo	m <sup>3</sup>	

Para o custo de Obras Complementares, deve-se buscar custos de obras similares para a definição do percentual referente ao custo total da obra.

### 3.6.8 Interferências

As interferências são elementos que obstruem, cruzam ou dificultam a passagem da via férrea, abrangem uma vasta gama de problemas tais como:

- Sistemas viários;
- Redes elétricas, aéreas ou enterradas, de alta, média ou baixa tensão;
- Redes de telefonia e cabos de fibra óptica;
- Redes de abastecimento de água, gás e/ou esgoto;
- Tubulações de gás e outros combustíveis.

A identificação e localização das interferências, nem sempre é possível de ser realizada visualmente, podendo ser necessário que sejam feitas consultas às concessionárias de serviços públicos ou órgãos federais, estaduais ou municipais. Para esta etapa do estudo serão necessárias:

- Identificar cada interferência;
- Descrever cada interferência e propor solução para eliminá-la;
- Especificar e quantificar os serviços necessários para efeito de custo.

Para solucionar as interferências identificadas poderão ser utilizadas soluções adotadas em situações similares, deve-se justificar a utilização e atualizar valores referentes a custos para elaboração da estimativa de custos da obra. Nos casos em que por questões técnicas ou responsabilidade técnica na execução, a interferência puder ser solucionada ou ter seus custos estimados somente por sua concessionária, deverá ser identificada a interferência e justificada sua especificidade.

### 3.6.9 Estimativa de Desapropriação

Este componente do estudo tem como objetivo fazer um levantamento prévio da área a ser desapropriada, apresentando uma estimativa dos valores a serem desembolsados com indenizações e levantando as necessidades de reassentamento das comunidades atingidas.

#### 3.6.9.1 Quantificação da Área Afetada

Para que seja feita a quantificação da área afetada deverá ser apresentada a metodologia de quantificação de área total a ser desapropriada levando em conta todas as necessidades do empreendimento. A área final a ser considerada para efeito de desapropriação deve incluir, além da faixa de domínio, considerado os alargamentos imprescindíveis para abrigar os offsets de corte e aterro com uma folga de no mínimo 10m, as

necessidades para a implantação dos terminais de carga, jazidas de materiais, dos caminhos de serviço (futuros acessos para manutenção), das áreas destinadas a materiais de empréstimo (aterro) e bota fora (corte), bem como de áreas destinadas a reassentamento populacional.

Embora nesta fase ainda não seja esperado o cadastramento de propriedades, faz-se necessária a apresentação de um levantamento de uso e ocupação do solo com a definição de segmentos homogêneos, bem como tipologia das propriedades (rural ou urbana).

Para a definição da faixa de domínio deve ser considerada toda a área de intervenção do traçado proposto a fim de quantificar a área afetada para fins de desapropriação. Não será admitida a simples apresentação de uma largura contínua ao longo de todo o trecho.

### **3.6.9.2 Levantamento de Valores Referenciais**

Os valores das indenizações são compostos pelos valores das terras nuas e das benfeitorias nas propriedades atingidas. A qualificação dessas áreas é de extrema importância para a definição dos valores de indenização. Para tanto se faz necessária a consideração de valores distintos para as áreas atingidas de acordo com sua classificação quanto ao uso (residencial, comercial, industrial, agricultura, pecuária, pasto, floresta, etc.) e localização das propriedades (urbana/rural, município).

Mesmo que em um cadastro inicial, é necessário verificar se o traçado atinge benfeitorias de grandes valores que podem aumentar os custos das desapropriações ou dificultar o processo de desapropriação.

Deverá ser elaborado um plano de trabalho com procedimentos e diretrizes bem definidas, com os preços referenciais de mercado na região, para os diversos tipos de terreno e construções.

Deverá ser apresentada a metodologia utilizada para o levantamento dos valores referenciais, avaliação de benfeitorias e de tratamento dos dados.

Para a avaliação das benfeitorias deverão ser consideradas tanto as construções e instalações como as produções agrícolas/florestais.

Como fontes de valores unitários serão admitidos: anúncios classificados; consultas a imobiliárias e corretores locais; registro de venda em cartórios; e levantamentos em instituições oficiais. Recomenda-se a utilização de mais de uma fonte.

### **3.6.9.3 Estimativa de Custos de Desapropriação**

Para a precificação das áreas é necessário considerar segmentos homogêneos de valores unitários. Os valores deverão ser apresentados por município.

A estimativa de custo deverá compreender também os gastos necessários com reassentamentos e programas sociais a serem apresentados.

### **3.6.10 Orçamentação das Alternativas**

Esta etapa do EVTEA tem como objetivo apresentar a orçamentação para cada serviço de engenharia a ser realizado, descrito detalhadamente para cada alternativa estudada.

Apesar de se tratar de Estudo de Viabilidade, a estimativa de custos deve conter os elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra. Elaborados a partir de estudos técnicos que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilitem a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 54 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Tendo em vista a importância de uma estimativa de custo adequada é necessária a adoção dos parâmetros corretos para formação de preços e levantamento das quantidades, assim os orçamentos dos estudos de viabilidade deverão ser elaborados utilizando-se a mesma estrutura orçamentária de um projeto, sendo que os preços unitários deverão ser atuais e as quantidades previstas em função do grau de precisão dos estudos de engenharia.

Com base nos estudos desenvolvidos será efetuada uma estimativa preliminar de custos para a implantação da obra. As estimativas das quantidades deverão refletir máximo grau de detalhe e precisão possível, coerente com a escala do trabalho determinada para cada estudo e adotar os mesmos critérios e conceitos para todas as alternativas consideradas. Os custos de construção deverão considerar os itens discriminados conforme a tabela a seguir:

Tabela 33 - Quadro Resumo de Orçamento para cada Alternativa

ITEM	SERVIÇOS	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
	Serviços Preliminares				
	Mobilização, Desmobilização e Canteiro de Obras				
	Terraplenagem				
	Obras de Drenagem e Obras de Arte Corrente				
	Superestrutura da Via				
	Obras de Arte Especiais				
	Obras Complementares				
	Interferências				
	Desapropriação				
	Projeto Executivo*				
	Compensação Ambiental*				
	Sinalização				
	<b>Total</b>				

\* Os itens de projeto executivo e compensação ambiental (será estimado no estudo ambiental) serão inseridos quando o fluxo de caixa for construído.

Para fins de elaboração dos orçamentos devem ser utilizadas tabelas referenciais de custos do SICRO 2 ou versão posterior, e para custos não contemplados nesse sistema, poderão ser utilizados outros sistemas oficiais como: SINAPI, da Caixa Econômica Federal, para custos regionais e índices da construção civil; dados de custos da VALEC para itens ferroviários e outros desde que justificados e previamente aprovados pela VALEC.

Os serviços não constantes do SICRO 2 ou versão posterior deverão atender aos dispostos na Instrução de Serviço IS DG/DNIT nº 15/2006 quanto a sua elaboração. Para tanto deverão ser apresentadas também as composições de custo unitários e sua respectiva metodologia para aferição.

O volume de orçamento deverá conter a região e a data-base do SICRO 2 ou versão posterior considerada.

Deve-se atentar, também, aos acordos coletivos de classe que estipulam salários “piso” – a remuneração mínima - das categorias funcionais nas composições.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 55 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 4. ESTUDOS OPERACIONAIS

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 56 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Os Estudos Operacionais subsidiam a definição das características geométricas básicas da ferrovia, estabelecem as características, especificações e dimensionamento do material rodante e equipamentos necessários para atender as demandas indicadas no Estudo de Mercado, definem as características da operação estabelecendo plano de via com capacidade suficiente para atender a programação de trens e os sistemas necessários para o controle do tráfego com segurança.

Os aspectos condicionantes do projeto tais como: comprimento das composições, rampas máximas por trecho, raio mínimo, largura da bitola, tipo de via (singela ou dupla), tipo de tração, espaçamento entre desvios de cruzamento e maneira de sua implantação (logo no início ou em fases), tipo e localização das instalações auxiliares, pátios de integração (modal único ou multimodais), tipo de vagão, de locomotiva e tipo de sinalização e telecomunicação, são definidos pelos os estudos operacionais. São esses dados que subsidiarão dos estudos de traçado da ferrovia.

Para subsidiar a Avaliação Econômica e Financeira, determinam-se os custos e despesas operacionais, bem como os investimentos para a implantação e manutenção da operação ferroviária e a avaliação das receitas operacionais para cada alternativa.

#### 4.2 ANÁLISE DA DEMANDA DE TRANSPORTE

Com base na demanda apresentada no item 1.6. - Estimção da Demanda Potencial do capítulo de Estudo de Mercado, deve ser identificado, por fluxo de produtos ou grupo de produtos, e o volume a ser transportado pela ferrovia, em função das respectivas origens e destinos na própria ferrovia e nas eventuais intervenientes.

Devem ser respeitadas as eventuais sazonalidades dos produtos e suas respectivas densidades, observadas no item 1.6. - Estimção da Demanda Potencial, de modo a permitir a determinação do número de dias por ano em que serão realizadas as operações de carga e descarga nos terminais.

Deverão ser analisadas as características e funcionalidades dos polos de cargas, apontados no item 1.7. - Identificação dos Polos de Carga, onde serão realizadas as operações de carga e descarga de mercadorias, assim como os pontos de transbordo para outros modais.

Considerando a disponibilidade dos recursos necessários para sua captação nos polos de cargas indicados, a demanda estudada deve ser readequada, se necessário. Caso haja a necessidade de adequação, deve ser feita uma proposta devidamente justificada de escalonamento das quantidades anuais para a produção e consolidação do transporte ferroviário.

Para podermos determinar como considerada a produção para a ferrovia em tonelada-quilômetro-útil (tku) e a distância média por fluxo de produtos ou grupo de produtos O/D, tendo em vista os patamares de demanda a serem atendidos, deverão ser utilizados os dados do item 1.8 - Identificação dos Fluxos De Carga da Ferrovia e Volumes Operados do capítulo 1.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 57 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

### 4.3 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

A partir da produção considerada para a ferrovia, estimada no item 4.2 Análise da Demanda de Transporte, a definição dos parâmetros de projeto deve estabelecer um padrão e as principais características básicas de projeto da ferrovia e das ligações secundárias, tais como:

- Raio mínimo;
- Velocidade diretriz;
- Gabaritos verticais e horizontais mínimos;
- Trem-Tipo de projeto;
- Características de traçado em planta e perfil;
- Definição de classes de rampas máximas compensadas a serem adotadas;
- Definição do distanciamento entre desvios de cruzamento em função da quantidade de trens nos trechos definidos pelos estudos de mercado e operacionais, bem como da necessidade e localização de pátios de movimentação de carga.

Fórmula de Colson

$$N_t = \frac{2880}{t_i + t_p + \theta} \cdot k$$

$t_i$  – maior tempo entre estações na ida;

$t_p$  – maior tempo entre estações na volta (pode ser diferente de  $t_i$ );

$\theta$  - tempo de cruzamento;

$k$  – fator de ajuste (<1) – quanto menor, maior a perda econômica.

### 4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E OPERACIONAL DA FERROVIA

Devem ser apresentadas as principais características gerais da via que nortearam o desenvolvimento dos estudos operacionais e o levantamento das características gerais das ferrovias que irão fazer intercâmbio com a ferrovia em estudo. *Com base nas características planialtimétricas do traçado, é necessário definir os trens tipo operacionais, com a determinação e especificação do material rodante que será utilizado, suas características básicas, suas capacidades de suporte, considerando a análise de diferentes tipos de material rodante, de modo a fundamentar a escolha da melhor opção/solução. Dimensionar os trens tipo operacionais considerando os esforços de tração e de frenagem e as resistências ao movimento dos veículos*

Considerando alternativas de operação de trens em função do número de locomotivas atuantes, deve ser elaborado o carregamento da malha em trens/dia, verificando a influência nos comprimentos dos desvios de cruzamentos.

A partir da estimativa de demanda podemos dimensionar a capacidade de transporte que, por sua vez, consiste em identificar a quantidade e o tamanho dos trens que irão circular na ferrovia. Com esta informação, será possível estabelecer o plano de vias preliminar com base no carregamento da malha em trens/dia previstos por trecho e nos trens tipo operacionais, considerando-se os polos de carga a serem atendidos e o espaçamento previsto entre os desvios de cruzamento, seus comprimentos úteis e totais, para orientar os estudos de engenharia.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 58 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 4.5 SISTEMAS FERROVIÁRIOS

Para propiciar a operação de cada trecho com segurança e desempenho compatível a sua demanda, inicialmente prevista, deve-se estabelecer a concepção de um sistema de licenciamento e controle de trens. Definindo o tipo de licenciamento, a necessidade de sinalização e telecomunicações, assim como os equipamentos de pátios, de bordo e do Centro de Controle Operacional (CCO).

As operações de licenciamento de trens abrangem o funcionamento de diversos sistemas, com atribuições específicas e interconectadas, que proporcionam a movimentação de trens com nível adequado de segurança. *Cabe ressaltar que idealização do Sistema de Controle de Tráfego, a ser instituído, deverá ponderar o volume de tráfego a ser observado ao longo do período considerado no estudo. Refletindo assim a evolução da demanda concomitantemente ao aprimoramento do Sistema de Controle de Tráfego.*

**Sistema de Sinalização** – Compreende o conjunto de métodos, meios, processos e equipamentos que permitem a movimentação controlada e segura de trens. O projeto conceitual deve conter a descrição geral, arquitetura e a conceituação do sistema de sinalização para atender a movimentação de trens na linha corrida, a segurança necessária para as passagens em nível, as operações nos pátios e desvios de cruzamento e sinalização auxiliar (placas de via), descrevendo seus requisitos e funcionalidades. Definidos os elementos da sinalização que serão adotados deve-se apresentar a conceituação e abrangência do sistema de controle operacional, localização de instalações físicas do Centro de Controle Operacional – CCO.

**Sistema de Telecomunicações** – Abrange os sistemas e instalações que devem garantir as comunicações em voz, e dados ao longo de toda a extensão da via. O projeto conceitual deve conter a descrição geral, arquitetura e a conceituação dos sistemas responsáveis pelo atendimento das demandas de dados e voz, para integração dos sistemas e interfaces entre CCO e maquinistas, descrevendo seus requisitos e funcionalidades.

**Sistema de Energia** – Compreende o conjunto de elementos referentes a transformação e distribuição de energia elétrica para o suprimento de energia elétrica gasta com sinalização ao longo da linha corrida, prédios, oficinas, iluminação de pátios. O projeto conceitual deve conter a descrição geral, arquitetura e a conceituação do sistema de energia que permita a alimentação de todos os polos de carga, desvios de cruzamento, instalações de manutenção e sinalização ao longo da linha, descrevendo seus requisitos e funcionalidades.

## 4.6 ESTUDO OPERACIONAL PARA CADA ALTERNATIVA

Para cada alternativa apresentada no item 3.5 - Definição das Alternativas de Traçado do capítulo 3 – Estudos de Engenharia, deverão ser executados as atividades a seguir.

### 4.6.1 Simulação Operacional

A partir das condições planialtimétricas do traçado deve ser elaborado simulações de marcha para avaliar o desempenho das locomotivas nas diversas configurações de trens-tipo, levando em conta os esforços de tração e as resistências da composição quando o mesmo estiver em movimento, a velocidade máxima permitida e as restrições locais, de modo a estimar a velocidade média a cada ponto do percurso, os tempos decorridos e o consumo de combustível.

No intuito de avaliar a capacidade da linha, a regularidade do serviço e a satisfação das exigências de manutenção em termos de janelas temporais, deve ser realizada uma simulação do funcionamento da

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 59 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

ferrovia, de modo que permita analisar interferências, atrasos, distanciamento e localização de desvios de cruzamento, e os tempos de espera nos pátios de cruzamento e nos terminais.

#### 4.6.2 Levantamento dos Comprimentos Virtuais

Para subsidiar os estudos e confrontos entre as alternativas que serão detalhadas, deverão ser levantados para cada uma delas, nos dois sentidos, os comprimentos virtuais sob o ponto de vista do trabalho mecânico dispendido, calculados pela fórmula do Engenheiro Carlos Stevenson.

$$L_{vi} = L_0 + \frac{(0,02 \times K \times A) + H_a}{rv}$$

Onde:

- $L_{vi}$  – Comprimento Virtual, em quilômetros, da alternativa i;
- $L_0$  – Comprimento Real, em quilômetros, da alternativa i;
- $K$  – Parâmetro em função da bitola e da base rígida dos vagões;

$$K = 0,02 + \frac{B + b + 3,8}{11,46}$$

- $B$  – Bitola da linha em metros;
- $b$  – Base Rígida dos truques dos vagões em metros;
- $A$  – Soma de todos os ângulos centrais em graus decimais de cada alternativa;
- $H_a$  – Soma de todos os desníveis, em metros, dos aclives por sentido de marcha de cada alternativa;
- $rv$  – Resistência média de veículos de tração e rebocados expressa em kg/t, adaptada como  $rv = 3,0$  kg/t.

O comprimento virtual assim calculado se constitui em um índice, relativo, da qualidade mecânica do traçado que juntamente com outros fatores relativos às condições técnicas do traçado e aspectos de mercado a serem atendidos, ajudará na escolha da alternativa resultante.

#### 4.6.3 Capacidade da Via

Deve ser feita uma consolidação do plano de vias do trecho projetado na ferrovia com base nos estudos de engenharia realizados, sendo considerados os polos de carga a serem atendidos, os comprimentos úteis e totais dos desvios de cruzamento, número de vias previstas e instalações de manutenção e abastecimento entre outras. *A capacidade da via deve ser calculada em número de trens/dia, levando em consideração os tempos de percursos entre os desvios de cruzamento; comprimento útil dos desvios; tempo de licenciamento dos trens; tempo de interrupção para manutenção da via, entre outros fatores na ferrovia.*

A partir dos consumos identificados deve ser feita uma avaliação levando em consideração a autonomia limite de cada trem, em ambos os sentidos de marcha, e a necessidade e localização de postos de abastecimento. Tendo como objetivo identificar os gargalos existentes na Ferrovia, deve-se comparar a capacidade de tráfego (vazão) da via com a necessidade de trens para atender a demanda prevista, considerando previsão para a operação de trens de passageiros e trens de serviço interno.

Após a identificação dos gargalos, analisar alternativas que proporcionem possibilidade de acréscimo da capacidade instalada seja através da ampliação dos desvios existentes, e/ou através da implantação de novos pátios entre aqueles já previstos no projeto na ferrovia.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 60 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Deverá ser feita uma avaliação da capacidade da linha, da regularidade do serviço e da satisfação das exigências de manutenção em termos de janelas temporais, com o emprego de ferramenta capaz de representar a operação ferroviária através da simulação, e logo depois apresentar os resultados sob forma de diagramas, gráficos e estatísticas.

#### 4.6.4 Pátios e Desvios de Cruzamento

Deve-se apurar os volumes dos produtos que serão movimentados por cada polo de carga, pátios e terminais, em tu/ano e vagões/dia, por sentido de exportação e importação e por patamar de demanda.

Para atender as necessidades de circulação, formação, recebimento e manobras, para as atividades previstas para fins de manutenção ao longo da linha e para acessos às instalações de apoio à manutenção da ferrovia, deverá ser feita uma análise funcional das vias previstas para os pátios e desvios de cruzamento. Deve-se verificar a necessidade de implantação de “pera” ou triângulo de reversão, bem como as condições de acesso rodoviário aos pátios de carga. Para cada tipo de pátio ou desvio, deverá ser elaborado um layout, indicando as funções presentes e principais dimensões.

#### 4.6.5 Frota de Material Rodante e Equipamentos Ferroviários

A especificação da frota comercial deverá ser feita por a partir de locomotivas e de vagões necessários ao atendimento da demanda. *A determinação do tempo de ciclo completo (rotação), em dias, entre dois carregamentos sucessivos, correspondente à somatória dos tempos de transporte lotado e vazio e dos tempos nos terminais para as operações de carga/descarga, lavagem e reabastecimento.*

Deverá ser feita a quantificação dos pares de trens por fluxo (par Origem/Destino), considerando a sazonalidade, com verificação da produtividade do material rodante da frota comercial por fluxo (par Origem/Destino). *O dimensionamento da frota comercial, para a realização de todas as operações de transporte, deverá ser feito considerando a frota em serviço, em manobras e indisponível para manutenção, por tipo de locomotiva e de vagão.*

Sendo inclusas as estimativas dos quantitativos necessários em material rodante no serviço interno (manutenção da ferrovia e atendimento a emergências), dos equipamentos de manutenção da via e guindastes socorro e outros equipamentos para atendimento a emergências na Ferrovia.

#### 4.6.6 Manutenção

A manutenção compreende as ações destinadas à manutenção preventiva, corretiva ou emergencial, destinadas a manter ou recolocar todos os dispositivos da ferrovia ao um estado em que possa atender suas funções com eficiência e segurança. Para essa finalidade é necessário que haja períodos sem circulação de trens entre os pátios, cuja duração depende da distância entre os dois pátios com as bases de manutenção.

Portanto, é importante prever bases de manutenção localizadas em pontos estratégicos, com equipes prontas para intervir rapidamente e com espaços e instalações suficientes para garantir as operações de manutenção da ferrovia, numa distância que permita chegar à avaria mais distante nos tempos adequados.

As Bases de Manutenção, respeitando os requisitos e as exigências relativas à mobilidade, deverão estar posicionadas em algum pátio ferroviário ao longo da linha, possuindo fácil acesso e sendo ligadas à rede de comunicação e devem estar próximas a uma cidade que apresente infraestrutura suficiente para comportar equipe de manutenção.

Para execução do serviço de manutenção será necessária uma frota de serviço interno, que compreende o

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 61 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

conjunto de veículos (ferroviários e rodoviários) que a Concessionária deverá manter, em condições adequadas de uso, para permitir o atendimento às avarias, vistorias e manutenção. Portanto, deverá ser elaborado um planejamento das principais atividades de manutenção previstas para a superestrutura, infraestrutura, obras de arte especiais, sinalização, telecomunicações, e material rodante, destacando a periodicidade das intervenções, de modo a salientar os meios necessários, o dimensionamento das equipes de manutenção envolvidas.

#### 4.6.7 Instalações Operacionais

Para o estudo das instalações técnicas deverá ser feita uma pesquisa da melhor localização para implantação de oficinas e demais instalações de apoio à manutenção do material rodante (frota comercial e em serviço interno), postos de abastecimento, equipamentos de via e equipes de socorro, destacando as áreas mínimas necessárias entre essas instalações.

Essa análise deverá apontar também a melhor localização para o Centro de Controle Operacional (CCO) da ferrovia, das demais instalações necessárias para o gerenciamento da operação, com indicações das áreas mínimas necessárias dessas instalações.

#### 4.6.8 Investimentos

Deve ser feita uma estimativa dos investimentos necessários à operação e manutenção da via para possibilitar a Avaliação Econômica e Financeira da ferrovia, conforme a modelagem de subconcessão definida no Termo de Referência. Os investimentos referem-se àqueles necessários a constituição das frotas de material rodante, implantação de sistemas, equipamentos para manutenção da operação, instalações prediais de controle de tráfego, apoio a operação e manutenção do material rodante e instalações ferroviárias necessárias para a operação de pátios e terminais.

##### Área de Via Permanente e Sistemas

- Aquisição dos equipamentos de manutenção de via e guindaste socorro;
- Investimentos em instalações de apoio a manutenção da via, sistemas e oficina de manutenção de equipamentos de via;
- Implantação de estaleiro de solda;
- Implantação dos sistemas de licenciamento, telecomunicações e energia (equipamentos e instalações).

##### Área de Material Rodante

- Aquisição de material rodante da frota comercial;
- Aquisição do material rodante em serviço interno;
- Construção de oficinas e demais instalações de apoio à manutenção do material rodante;
- Aquisição e montagem de equipamentos de bordo das locomotivas.

##### Área de Pátios e Terminais

- Implantação dos polos de carga;
- Instalações prediais de apoio à operação dos pátios e terminais.

Os investimentos para a implantação dos polos de carga são restritos àqueles que serão de responsabilidade da área de infraestrutura da ferrovia, tais como, aquisição de área, terraplenagem, drenagem, construção das vias rodoviárias de circulação e construção das linhas ferroviárias de recepção, formação e manobras de trens. Os investimentos relativos à implantação de silos, armazéns, moegas e equipamentos, materiais e

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 62 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

peçoal para as operações de carga e descarga serão de responsabilidade dos futuros clientes.

*Os investimentos relativos à implantação dos desvios de cruzamento devem ser incorporados aos investimentos para a construção da via e devem ser parte integrante dos estudos técnicos e estar devidamente explicitados no corpo do estudo, os planos de investimento operacional do empreendimento compatíveis com a capacidade instalada da malha ferroviária.*

É indispensável a identificação dos investimentos necessários ao projeto e a previsão da possibilidade de escalonamento temporal desse desembolso, devido a uma eventual incapacidade técnica operacional da ferrovia em absorver, inicialmente, a integralidade da demanda originalmente prevista. Bem como o crescimento da mesma ao longo da vida útil do empreendimento, ou com objetivo de adequação ao cenário conjuntural de investimento existente.

#### 4.6.9 Custos e Despesas Operacionais

Os custos e despesas operacionais serão verificados em função da tração adotada, considerando a manutenção da via permanente, dos sistemas, do material rodante e a operação ferroviária e, deverão ser apresentados como fixos e varáveis.

##### Área de Via Permanente e Sistemas

Estimativas de custos e despesas operacionais referentes aos seguintes tópicos:

- Manutenção da Superestrutura da Via
- Manutenção da Infraestrutura da Via e Conservação do Meio Ambiente
- Manutenção dos Sistemas (Licenciamento, Comunicações, Controle de Tráfego)
- Manutenção e Operação dos Equipamentos de via

##### Área de Manutenção do Material Rodante

Estimativas de custos e despesas operacionais referentes aos seguintes tópicos:

- Manutenção de locomotivas da frota comercial;
- Manutenção de vagões da frota comercial;
- Manutenção do material rodante em serviço interno e socorro;
- Postos de abastecimentos e revista;
- Posto de conserva de vagões.

##### Área de Operação da Ferrovia

Estimativas de custos e despesas operacionais referentes aos seguintes tópicos:

- -Pessoal de controle de tráfego;
- -Equipagens de locomotivas;
- -Pessoal de pátios e terminais;
- -Consumo de combustíveis e lubrificantes;
- -Custos com o meio de transmissão para operação dos sistemas;
- -Despesas operacionais;
- -Administração, comercial e geral;
- -Seguro patrimonial e das cargas das operadoras.

#### 4.6.10 Receitas Operacionais

A partir da produção considerada ideal para a Ferrovia em tonelada-quilômetro-útil (tku), conforme tabela 34, e tendo em vista a Matriz de Origem/Destino do produto e de seu volume, a origem e destino do produto na própria Ferrovia e nas eventualmente intervenientes, deverão ser realizados estudos que contemplem:

- -Determinação da distância média por fluxo de origem e destino;
- -Determinação do produto médio (R\$/ 10<sup>3</sup>tku) de cada mercadoria a ser adotado na Ferrovia, com base nos Fretes de Transporte, com estabelecimento do percentual de participação dos mesmos nas tarifas homologadas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, e na distância média de cada fluxo de origem e destino;
- -Estimativa de receita operacional com base no valor adotado do produto médio, e a produção prevista em tku por fluxo de origem e destino;
- -Estimativa da receita operacional da Ferrovia e em tráfego mútuo ou direito de passagem, por fluxo de origem e destino.
- -Estimativa de outras receitas, provenientes de outras diversas, decorrentes da operação da ferrovia.

- *Tabela 34 - Projeção da Produção para o Horizonte do Projeto, em TKU*

Produto	Ano1	Ano2	...	Ano n-1	Ano n
Produto 1					
Produto 2					
...					
Produto n					
Total					

Por fim, com base nas informações dos fluxos em tku e nos valores de frete já previamente estimados, deve-se calcular a Previsão de Receita para cada alternativa ferroviária, conforme Tabela 35, detalhada ano a ano.

*Tabela 35 - Estimação da Receita auferida pelo Trecho Ferroviário no Horizonte do Projeto*

Produto	Ano1	Ano2	...	Ano n-1	Ano n
Produto 1					
Produto 2					
...					
Produto n					
Total					

É oportuno e imprescindível destacar o caráter limitador do Estudo Operacional, ou seja, sua capacidade de restringir a demanda e conseqüentemente o volume de tráfego do transporte ferroviário e sua respectiva receita, para malha em apreciação. Dito isso, torna-se incontestável a imposição de que o estudo em execução, Estudo Operacional, seja o fornecedor e determinador do volume de demanda e das receitas a serem utilizados como insumos dos Fluxos de Caixa presentes nos Estudos Financeiro e Socioeconômico.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 64 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 5. ANÁLISE MULTICRITERIAL

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 65 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 66 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 5.1 INTRODUÇÃO

A Análise Multicriterial (AMC) consiste na escolha e definição das variáveis suficientes e necessárias ao atendimento do objeto do estudo. Estas variáveis serão, posteriormente, tratadas, compiladas e geoprocessadas, objetivando o desenvolvimento de um corredor multicriterial.

A metodologia adotada utilizará o processo de análise hierárquica (AHP - Analytic Hierarchy Process) e a combinação linear ponderada (CLP), para sintetizar em mapas os resultados da combinação das variáveis. Entre os dois procedimentos, há um processo de importância fundamental que é a modelagem das variáveis selecionadas no espaço geográfico. Ou seja, como representar os fatores que influenciam o traçado da ferrovia em mapas constituídos de atributos numéricos, que possam ser combinados ou “cruzados” entre si para gerar um resultado inteligível.

Através da priorização das variáveis, da representação espacial destas em mapas e da combinação destes, obtém-se um mapa-síntese. Neste mapa, os atributos numéricos de cada pixel (unidade de imagem digital) representam o quão favorável ou desfavorável cada porção da área em estudo (território) é para o objetivo da AMC. Este mapa é denominado usualmente superfície de atrito.

A principal aplicação das superfícies de atrito é servirem de base para estudos de caminho ótimo. Este caminho ótimo é determinado pelo menor atrito possível no percurso entre um ponto de origem e um ponto de destino. O cálculo de caminho ótimo gera um segundo mapa, denominado superfície de custo. Nesta superfície, cada pixel da imagem assume o valor do percurso de menor custo possível entre origem e destino, ou seja, representa o quão “custoso/difícil” será transpor cada posição no desenvolvimento do percurso.

Como etapa final, com a finalidade de melhor determinar o corredor gerado, realiza-se o processo de subdivisão deste em faixas com graus sucessivos de otimização.

Para fins deste manual, corredor será considerado como uma faixa cuja extensão e largura compreendem a área onde o traçado poderá ser desenvolvido de forma mais eficiente, buscando o melhor atendimento ao tratamento das variáveis adotadas.

## 5.2 COLETA DE DADOS

Para a Análise Multicriterial, cada área de estudo do EVTEA deverá fornecer os dados pertinentes às variáveis definidas, sejam elas de engenharia, mercado, meio ambiente, econômicas, etc.

## 5.3 IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA ANÁLISE

Nesta fase, serão levantadas, discutidas e definidas as variáveis que afetam o empreendimento. Cada variável pode ter um comportamento de atração ou repulsão à diretriz do traçado, ou ambas, em função de sua particularidade. As variáveis deverão ser escolhidas em função da sua importância para o estudo.

O levantamento das variáveis poderá ser feito por meio de estudos realizados anteriormente, brainstorming, ou outra técnica de pesquisa. Esta deve ser capaz de obter resultados suficientes para abarcar todas as variáveis que possam contribuir para o desenvolvimento do corredor.

## 5.4 DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES

Considerando que serão muitas variáveis envolvidas, é conveniente organizá-las em grupos de temas correlatos, chamados dimensões. Cada uma dessas dimensões irá reunir as variáveis que influenciam o comportamento do corredor.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 67 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Para estudos de infraestrutura de transportes, as dimensões mais comumente encontradas são:

- Mercadológica;
- Logística;
- Ambiental;
- Socioeconômica;
- Física.

**5.5 ATRIBUIÇÃO DE NÍVEIS DE IMPORTÂNCIA PARA CADA VARIÁVEL E DIMENSÕES**

Após a definição das variáveis e seu respectivo agrupamento em dimensões, procede-se a atribuição de pesos para hierarquização entre as variáveis de uma mesma dimensão e entre as dimensões.

Neste momento é utilizado o processo de análise hierárquica, conhecido pela sigla AHP (Analytic Hierarchy Process). O método baseia-se essencialmente na decomposição analítica de um problema complexo em múltiplos fatores que o influenciam. Estes fatores são analisados um a um, contra cada um dos outros fatores numa matriz quadrada (Tabela 36), de modo que é possível estabelecer a importância relativa de cada fator sobre o outro.

A atribuição de valores relativos de importância numa escala predeterminada (Tabela 37) permite que sejam extraídos dois tipos de resultados:

- a) A importância relativa de todas as variáveis analisadas na matriz, através da extração dos autovetores e consequentemente dos pesos que podem ser atribuídos a cada variável;
- b) Uma estatística que demonstra o grau de consistência na atribuição da importância relativa entre as variáveis. Quando o índice de consistência fica abaixo de 10%, pode-se considerar a ponderação coerente. Quando acima, recomenda-se reavaliar os graus de importância relativos entre as variáveis analisadas.

Tabela 36 - Quadro Comparativo entre as Variáveis

Variáveis	Variável 0	.	.	.	Variável n
Variável 0	1	3	1/3	1	1
.	1/3	1	1/7	1/3	1/3
.	3	7	1	3	3
.	1	3	1/3	1	1
Variável n	1	3	1/3	1	1

Tabela 37 - Escala de Importância

Grau de importância Relativa									
Menos importante			Igual				Mais importante		
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	
Extremamente	Muito	Moderado	Pouco	Igual	Pouco	Moderado	Muito	Extremamente	

O modelo de matriz AHP pode ser construído utilizando planilhas de cálculo, a exemplo, o MS Excel, com tabelas formatadas de forma que à medida que se preenche as células, os pesos e consistências vão sendo recalculados. Desta forma é possível visualizar e reavaliar, a cada passo, o efeito geral das análises par a par de variáveis.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 68 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Procede-se, da mesma forma, a comparação par a par das dimensões para estabelecer importância relativa e hierarquização entre elas.

Como resultados, são geradas tabelas com os pesos das variáveis de uma mesma dimensão e das dimensões, conforme exemplo abaixo.

Tabela 38 - Quadro de Análise de Consistência de Cada Variável/Dimensão

	Variáveis/Dimensões	Pesos		Consistência
1	Variável 1	0,531	53,1%	OK
2	Variável 2	0,211	21,1%	6%
3	Variável 3	0,112	11,2%	
4	...	0,076	7,6%	
5	Variável n	0,070	7,0%	

## 5.6 ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS

Nesta fase, as variáveis serão analisadas e tratadas para que possam ser representadas em mapas de superfície de atrito. Desta forma, para cada variável incluída no estudo haverá um critério de decisão associado, que será modelado numericamente sobre o mapa que a representa.

Por exemplo, se a declividade é uma variável escolhida no estudo, deve-se estabelecer o critério pelo qual se manifesta a sua influência na tomada de decisão.

- Variável: declividade
- Critério: quanto menor a declividade, mais favorável é o terreno para a ferrovia; quanto maior a declividade, menos favorável.

Para a apresentação das variáveis em mapas, será utilizado o método de Combinação Linear Ponderada. Com utilização deste método, as variáveis podem ser representadas por dados digitais no formato raster (matricial) georreferenciados, onde cada pixel representa um valor numérico de atratividade ou favorabilidade para sua posição espacial. Para tal, deve ser estabelecido, para cada variável, o tratamento aos dados obtidos, assim como a forma de representação destes no plano de informação.

Para exemplificar, ainda utilizando a variável declividade, obtém-se o seguinte:

- Tratamento: Recorte de análise: Estado de Santa Catarina. Feição geométrica utilizada: Diretamente gerado em formato raster. Dados utilizados: SRTM 30 metros de resolução (SRTM 1-Arc-Second), distribuído pelo USGS – EROS Data Center, convertido em declividade.
- Plano de informação: Plano de informação em formato raster derivado diretamente dos dados SRTM 30 metros. A declividade foi modelada em graus e a normalização com interpolação linear para os valores de 0 (45° ou mais) a 255 (0° - plano).

Conclui-se, portanto, que devem ser apresentadas, para cada variável definida em 5.3, as seguintes informações:

- Critério de decisão;
- Tratamento,
- Plano de informação gerado.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 69 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

De maneira geral, para serem modelados em mapas que utilizam a CLP, as variáveis podem ser representadas como:

- Áreas desfavoráveis discretas ou localizadas – representadas por um conjunto de pixels com valor de favorabilidade baixo onde as feições modeladas se localizam; exemplo: áreas de assentamentos agrícolas não são vedadas à passagem da ferrovia, mas são desfavoráveis e devem ser evitadas para minorar ou evitar impactos negativos sobre os agricultores assentados.
- Áreas desfavoráveis com zona de influência (gradiente de repulsão) – áreas para as quais é estabelecido que quanto mais distante passar a ferrovia, melhor; este raio de influência pode ser delimitado a determinada distância ou estender-se gradativamente até os limites da área em estudo; resultam num gradiente de valores dos pixels, de baixo (desfavorável, junto à feição representativa do fator) a alto, mais distante (mais favorável); assim as Unidades de Conservação, por exemplo, devem ter seu núcleo e o entorno o mais conservados possível e quanto mais distante a ferrovia passar, melhor.
- Áreas favoráveis discretas ou localizadas – representadas por um conjunto de pixels com valor de favorabilidade alto onde as feições modeladas se localizam; exemplo: áreas com características geotécnicas positivas são favoráveis à passagem da ferrovia, constituindo manchas que podem ser aproveitadas para a passagem do corredor ferroviário com menor custo de construção ou operação.
- Áreas favoráveis com zona de influência (gradiente de atração) – áreas para as quais é estabelecido que quanto mais próxima passar a ferrovia, melhor; este raio de influência pode ser delimitado a determinada distância ou estender-se gradativamente até os limites da área em estudo; resultam num gradiente de valores dos pixels, de alto (favorável, junto à feição representativa do fator) a baixo, mais distante (menos favorável); assim as fábricas de celulose, por exemplo, devem estar o mais próximas possível da ferrovia, minimizando custos de transporte em outros modais.
- Gradientes de densidade – Alguns fatores positivamente ou negativamente associados ao corredor ferroviário (atrativos ou repulsores) distribuem-se com grande frequência sobre a área de estudo e são melhor representados através de gradientes de densidade. Estes fatores são modelados por interpolação sobre a superfície da área de estudo, gerando gradientes de valores dos pixels, mais altos (atrativos) ou baixos (repulsores); os dados associados aos municípios, como os componentes do IFDM por exemplo, foram modelados na forma de gradientes usando interpolação por kernel.
- Áreas vedadas – representadas por pixels com valor “no data”, i.e. não computável; não são computados nos algoritmos de caminho ótimo e de alocação dos corredores; o algoritmo de Combinação Linear Ponderada e de Caminho de Menor Custo permitem a criação de áreas de exclusão na área de estudo, vedadas à passagem do corredor resultante; no EVTEA do Corredor Ferroviário de SC foram consideradas áreas vedadas as seguintes feições: Manchas urbanas, Unidades de Conservação, Terras Indígenas e demais áreas protegidas.

Para facilitar a análise dada à cada variável, deverá ser apresentado quadro específico, conforme exemplo a seguir.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 70 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Tabela 39 - Quadro de Análise de cada Variável

VARIÁVEL	TRATAMENTO DA VARIÁVEL	CRITÉRIOS DE DECISÃO	PLANO DE INFORMAÇÃO GERADO
Declividade	Recorte de análise: Estado de Santa Catarina Feição geométrica utilizada: Diretamente gerado em formato raster. Dados utilizados: SRTM 30 metros de resolução (SRTM 1-Arc-Second), distribuído pelo USGS – EROS Data Center, convertido em declividade.	Quanto menor a declividade do terreno, maior a atratividade para a implantação de um novo corredor ferroviário.	Plano de informação em formato raster derivado diretamente dos dados SRTM 30 metros. A declividade foi modelada em graus e a normalização com interpolação linear para os valores de 0 (45° ou mais) a 255 (0° - plano).
Geotecnia	Recorte de análise: Estado de Santa Catarina Feição geométrica utilizada: Dados vetoriais (polígonos) representando compartimentos geológicos e sua reclassificação para condicionantes geotécnicas. Dados utilizados: Derivados dos mapas em escala 1:1.000.000 do Paraná e Santa Catarina. Fonte: Mapa de Geodiversidade de Santa Catarina da CPRM e reclassificação gerada através da análise de dados primários pelo Consórcio.	Unidades que apresentem condicionantes geotécnicas de difícil transposição (custo de implantação e manutenção) ou riscos para a operação tem menor atratividade para o empreendimento. Os mapas geológicos de SC e PR serão consolidados e reclassificados com o viés de facilitação ou maior dificuldade para implantação e operação da infraestrutura ferroviária.	O mapa de riscos geotécnicos foi convertido em raster, tendo valores atribuídos às diferentes classes de dificuldade/risco para implantação e operação. As classes são discretas e tiveram valores linearmente alocados entre 0 e 255 da menos propícia para a mais propícia ao empreendimento.
Risco Geológico	Recorte de análise: Estado de Santa Catarina Feição geométrica utilizada: Dados vetoriais (polígonos) representando os compartimentos geológicos de SC. Dados utilizados: Derivados dos mapas em escala 1:1.000.000 de Santa Catarina da CPRM, 2014 (geologia).	Unidades geológicas que representam condicionantes físicas de difícil transposição (custo de implantação e manutenção) ou riscos para a operação tem menor atratividade para o empreendimento. Os mapas de geologia de SC foram consolidados e reclassificados com o viés de risco geológico para o empreendimento, em função de custo de implantação e risco para implantação e operação da infraestrutura ferroviária (exemplo, áreas de xisto+filitos).	O mapa de geologia foi convertido em raster valores atribuídos às diferentes classes de dificuldade/risco para implantação e operação. As classes terão valores linearmente alocados entre 0 e 255 da menos propícia para a mais propícia ao empreendimento.

Ao final, deverão ser apresentados os mapas elaborados para cada variável.

## 5.7 SUPERFÍCIES DE ATRITO

O desenvolvimento dos mapas de superfície de atrito ocorrerá em duas etapas. A primeira consiste na combinação dos mapas das variáveis resultando em um mapa para cada dimensão. A segunda consiste na combinação dos mapas resultantes das dimensões em um único mapa de superfície de atrito.

As superfícies de atrito são sempre retangulares e compostas de linhas e colunas de pixels.

### 5.7.1 Aplicação dos Pesos das Variáveis por Dimensão

Os diversos planos de informação gerados para cada variável no item 5.6 serão combinados por meio da CLP utilizando os pesos estabelecidos no item 5.5. O processo consiste no cômputo de uma equação em calculadora matricial, no ambiente de sistema de informações geográfico:

$$V_1 * P_1 + V_2 * P_2 + V_3 * P_3 + V_n * P_n = A, \text{ onde:}$$

V – Variável modelada

P – Pesos estabelecidos na AHP

A – Superfície de Atrito gerada

Devido aos pesos de uma mesma dimensão somarem 1, o mapa de superfície de atrito resultante terá variação de valores na mesma faixa dos mapas de variáveis padronizadas na fase anterior.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 71 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

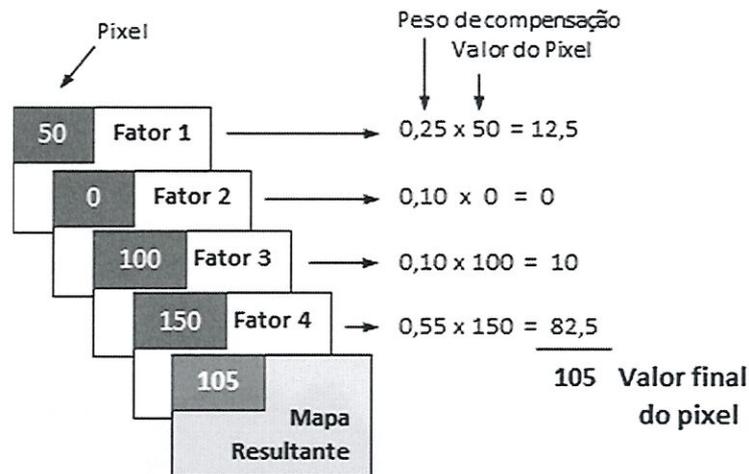


Figura 3 - Aplicação dos Pesos

Ao final do item, deverão ser apresentados os mapas resultantes de cada dimensão.

### 5.7.2 Integração das Dimensões

As superfícies de atrito geradas para cada dimensão serão combinadas por meio da CLP utilizando os pesos estabelecidos no item 5.5, da mesma forma desenvolvida anteriormente para as variáveis. O produto deste processo é a Superfície de Atrito Resultante em formato de pixels que representa o quão adequado é cada área de estudo para o objetivo da AMC.

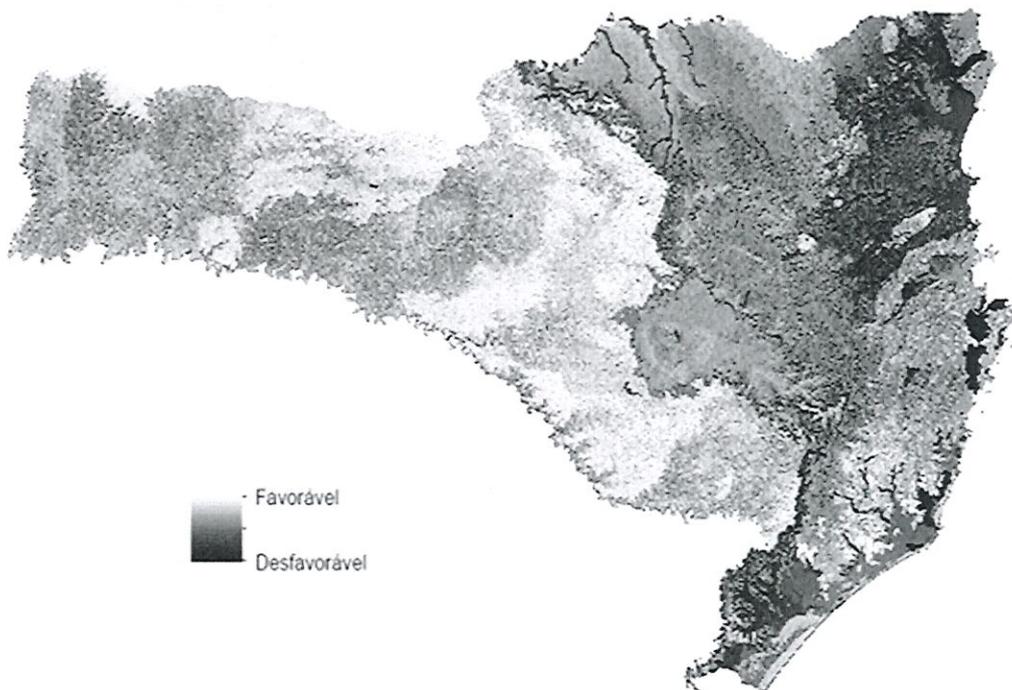


Figura 4 - Superfície de atrito resultante

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 72 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 5.8 CORREDOR MULTICRITERIAL

Após a geração da Superfície de Atrito Resultante (Figura 4), devem ser estabelecidos os pontos ou áreas de origem e destino para que possa ser gerado um Caminho de Menor Custo (menor atrito) entre estes. Para a definição desse caminho devem ser desenvolvidos e apresentados um algoritmo e uma equação principal que leve em conta a função de custo e distância para gerar caminhos de menor custo acumulado entre origem e destino.

O arquivo digital raster que será gerado a partir do resultado deste algoritmo é chamado de Superfície de Custo. O valor de cada pixel na Superfície de Custo representa o menor atrito acumulado deste pixel até o ponto final. Mapas de custo de distância sempre produzem faixas contínuas permeáveis. Estas faixas com valores homogêneos de custo acumulado são utilizadas para a definição dos corredores em relação à área total em estudo (Figura 5).

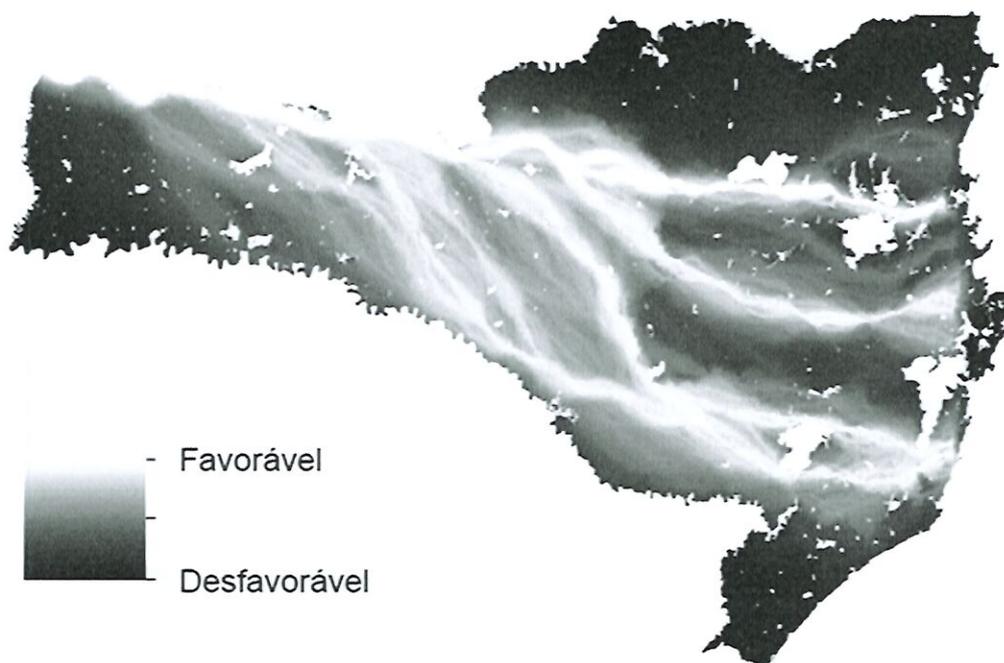


Figura 5 - Faixas com valores homogêneos de custo acumulado

Na última etapa do processo, é feita a alocação de porções do território (área de estudo) para a geração das faixas de corredor, já convertidos para o formato vetorial. Assim, são alocadas sequencialmente porções definidas em percentual da área total de estudo, considerando os valores nas superfícies de custo geradas (Figura 6)

- 0,1% - faixa mais estreita composta dos pixels com menor valor de custo acumulado (maior favorabilidade) para o corredor ferroviário;
- 10% - faixa ligando as feições de origem e destino abarcando os 10% melhores do território em termos de custo acumulado.
- E assim por diante, até o quanto se queira alocar do território para considerar alternativas de traçado.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 73 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

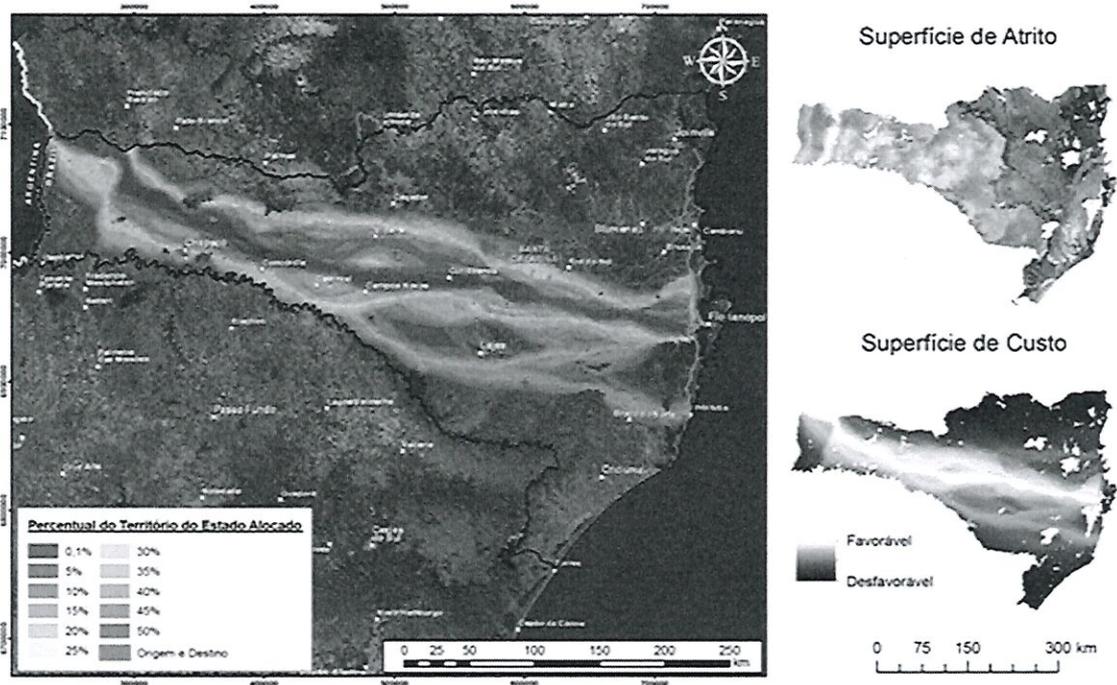


Figura 6 - Faixas de corredor

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 74 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 6. AVALIAÇÃO FINANCEIRA

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 75 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 76 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 6.1. INTRODUÇÃO

A Análise Econômico-Financeira compreende a consolidação de custos (investimentos custos operacionais) e receitas (receita tarifária, entre outras), formando um Fluxo de Caixa do qual se extrai indicadores de viabilidade do empreendimento a fim de demonstrar se o empreendimento é ou não atrativo do ponto de vista privado. Além da demonstração de um Fluxo de Caixa que compreenda todas as Receitas e Custos previstos para o projeto e dos cálculos dos indicadores de viabilidade, a análise será textualmente apresentada, de modo que os resultados sejam claros, juntamente com a análise econômico-financeira, servindo de base para o processo decisório futuro.

## 6.2. FLUXO DE CAIXA

O Fluxo de Caixa é a representação das entradas e saídas esperadas para o projeto em análise, de acordo com o tempo do empreendimento de forma a aferir a renda econômica a ser gerada pelo empreendimento ao longo de sua vida útil. Com base no fluxo de caixa existente, deverão ser mensurados todos os indicadores (VPL, TIR, Índice Benefício/Custo, Payback descontado) que reflitam a viabilidade econômico-financeira do empreendimento.

Cabe informar que no valor financiado do investimento e nas despesas financeiras líquidas, tidas como as prestações do financiamento, devem constar o fluxo de caixa de maneira a fornecer a real situação prevista para o empreendimento, em parte separada do resto do fluxo como apresentado na Figura 7 a seguir:

Ano (t)	1	2	3	4	5
Custos de Construção (a1)	0	0	0	0	0
Variação do Capital de Giro (a2)	0	0	0	0	0
Desonerações sobre Investimento (a3)	0	0	0	0	0
<b>Investimento Total Líquido (a)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Receitas Operacionais (b1)					
Outras Receitas (b2)					
<b>Receita Total Bruta (b)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Impostos s/ Receita (c1)	0	0	0	0	0
Ajustes tributários dos impostos sobre a receita (c2)	0	0	0	0	0
<b>Receita Líquida (d)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Custos Operacionais (e)	0	0	0	0	0
Despesas Gerais e Administrativas (f)	0	0	0	0	0
Outras Despesas (g)					
Amortização da Compensação Ambiental (h1)					
depreciação diferencial (j1)					
<b>Lucro Tributável (k)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
IRPF/CSLL (l) = (k)*(T%)	0	0	0	0	0
Amortização da Compensação Ambiental (h2)	0	0	0	0	0
depreciação diferencial (j2)	0	0	0	0	0
<b>Fluxo de Caixa Não Alavancado (FCN)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Financiamento (F1)	0	0	0	0	0
Parcelas pagas (F2)	0	0	0	0	0
benefício fiscal sobre do financiamento (m)	0	0	0	0	0
<b>Fluxo de Caixa Alavancado (FCA)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Fluxo de Caixa Descontado Não Alavancado (FDN) = (FCN)/((1+TMA)^t)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>FDN Acumulado</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Fluxo de Caixa Descontado Alavancado (FDA) = (FCA)/((1+KCP)^t)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>FDA Acumulado</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Figura 7 - Estrutura do Fluxo de Caixa

## 6.3. ESTRUTURA DO FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa a ser apresentado deve ser o qual preveja os fluxos econômico-financeiros do empreendimento, ou seja, devem ser demonstrados os fluxos operacionais da parte econômica, para corroborar o potencial de geração de renda do empreendimento, e na parte financeira do Fluxo de Caixa, é necessário demonstrar os fluxos financeiros, que são as formas de financiamento resultantes de operações de empréstimos e/ou capital próprio.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 77 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

O Fluxo de Caixa para fins da análise de viabilidade nos EVTEA deverá ser dividido entre Fluxo de Caixa Não-Alavancado, no qual não constam dados de financiamento, e Fluxo de Caixa Alavancado, no qual deverão ser acrescidos os dados de financiamento por capital de terceiros. No primeiro caso o Fluxo de Caixa deve mostrar o valor presente pelo Custo de Capital, aferido pelo método WACC (Weighted Average Capital Cost), e no segundo caso pelo Capital Próprio ( $K_{cp}$ ).

Isto posto, são parte integrante do fluxo de caixa os itens caracterizados a seguir:

### 6.3.1. Horizonte do Projeto

Para que seja feita a avaliação da viabilidade e correta mensuração do fluxo de caixa, com seus custos e receitas, é necessária a apresentação do horizonte do projeto, contado em anos, com base inclusive na projeção da demanda já executada no âmbito do EVTEA, o qual pode coincidir com o tempo de concessão do empreendimento ou não, desde que o mesmo seja amplamente justificado. *O lançamento dos valores deve ser feito pela convenção de fim de período, ou seja, os valores de entrada e saída devem ser lançados sempre ao fim de cada período.*

### 6.3.2. Fluxo de Investimento

O Fluxo de Investimento compreende os dispêndios de implantação do projeto, que incluem o investimento em obras e equipamentos e o Capital de Giro, dentre outras rubricas. Além disso, deverão ser consideradas as desonerações fiscais sobre o investimento previstas na legislação vigente.

#### 6.3.2.1. Custos De Investimentos (CAPEX)

Os custos de investimento são desembolsos referentes à implantação do empreendimento em análise, constituindo-se por obras de engenharia, sistemas ferroviários, custos indiretos de implantação, desapropriação e aquisição de terras, compra de equipamentos ferroviários e componente ambiental.

Deve ser explicada a proporcionalidade de cada item sobre o total do capex, o qual será dimensionado e apresentado por obra, devido ao seu grau de variação, assim como o cronograma de desembolso. Essas informações deverão ser retiradas do item 3.6 – Detalhamento e Estimativa de Custo das Alternativas do capítulo 3 - Estudo de Engenharia, no qual devem ser especificados todos os desembolsos que forem classificados como investimentos, e devem ser expostas nessa seção que consta na análise econômico-financeira.

Os valores dispendidos no investimento deverão estar a preços de mercado, ou seja, já sendo considerados os tributos incidentes.

#### 6.3.2.2. Capital de Giro

Capital de giro é o volume de dinheiro necessário para financiar as atividades da empresa, tais como recebíveis de clientes, pagamento de impostos, salários e demais custos e despesas operacionais. O capital de giro possui em sua composição uma parte estrutural – capital de giro permanente, e uma parte conjuntural – capital de giro sazonal. Sendo o primeiro representado pela liquidez necessária para o funcionamento da empresa e o segundo incorpora as variações ocorridas para atender as demandas geradas por fatores inesperados.

Dentre os diversos métodos de mensuração da necessidade de Capital de Giro é recomendada a utilização do Método de Porcentagem das Receitas e Custos que consiste simplesmente em aplicar à Receita Líquida e aos Custos Operacionais percentuais fixos e predeterminados, a fim de se estimar a necessidade de Capital de Giro e sua variação. Outros métodos largamente utilizados fazem uso de dados de balanço que, pela natureza dos estudos aqui desenvolvidos, são de difícilima (se não inviável) estimação.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 78 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

A análise deve, ainda, determinar de maneira contábil, se a fonte dos recursos utilizados como capital de giro é advinda de capital próprio ou empréstimos realizados, sendo que estes imputam obrigações de pagamento à empresa. O Capital de Giro mensurado deve ser apresentado no Fluxo de Caixa e a metodologia utilizada na sua mensuração deve estar claramente apresentada no corpo do estudo.

### **6.3.2.3. Desonerações sobre o Investimento**

As Desonerações Fiscais concedidas a cada setor, e por região geográfica, devem ser apresentadas no computo do fluxo de caixa. Cada empreendimento de infraestrutura deve ser analisado separadamente quanto à eventual prerrogativa econômico-fiscal existente. É necessário atentar-se a importância do fato que a maioria das desonerações previstas não são incidentes sobre os custos referentes à Compensação Ambiental.

Podemos mencionar alguns incentivos fiscais existentes, para o setor de infraestrutura, na esfera federal, sem a pretensão de esgotar todas as possibilidades previstas na legislação vigente. São eles:

*REIDI – Lei nº 11.488/07*

É o objeto de incidência do REIDI a pessoa jurídica que tenha projeto para implantação de obras de infraestrutura nos setores de transportes, portos, energia, saneamento básico e irrigação, aprovado por autoridade competente, desde que o equipamento seja incorporado ao ativo imobilizado da empresa beneficiada.

Cabe salientar que o período de utilização do benefício, nas aquisições e importações, é de cinco anos contados da data de aprovação do projeto de infraestrutura, sendo vedada a inserção no REIDI de pessoas jurídicas optantes pelo Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e das Empresas de Pequeno Porte – Simples ou Simples Nacional, o qual é tratado em Lei Complementar 123/2006.

*REPORTO – Lei nº 11.033/04*

Trata-se exclusivamente da desoneração de contribuição ao PIS, COFINS, Imposto de Importação e Imposto sobre Produtos Industrializados. O setor ferroviário foi incluído no REPORTO por meio da Medida Provisória 428/08, convertida na Lei 11.774/08.

*Desoneração do IPI para máquinas e equipamentos – Decreto nº 7.660/11*

Desonerar os bens de capital das alíquotas do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI.

### **6.3.3. Receitas**

O total das receitas advindas do serviço de transporte foi mensurado no item 4.6.10. – Receitas Operacionais do capítulo 4 - Estudos Operacionais, devendo, portanto, serem transcritas aqui, especificando e incluindo-as no fluxo de caixa. Também poderão ser incluídas neste item outras receitas resultantes da implantação do projeto, tais como a Venda de Direito de Passagem e outras receitas acessórias, ainda que não necessariamente resultantes da operação ferroviária.

### **6.3.4. Tributos Incidentes**

O impacto da arrecadação tributária deve ser mensurado na avaliação financeira com base nos tributos existentes – nas esferas federal, estadual e municipal – e na sua incidência – direta ou indireta – sobre os custos de execução das obras, serviços e sobre a receita operacional bruta.

Cada tributo possui uma alíquota correspondente, e esta depende diretamente do enquadramento da empresa no regime tributário existente. Cabe destacar que o regime tributário escolhido, que deve ser explicitado no corpo do estudo, é único para todos os tributos, não podendo o analista tratar um tributo sob um determinado regime e outro tributo sob regime tributário divergente.

#### **6.3.4.1. Tributos incidentes sobre a Receita**

O estudo financeiro deve analisar e mensurar os tributos incidentes sobre a receita advinda da operação comercial da empresa, além de enquadrá-los no fluxo de caixa do empreendimento. Podemos destacar os principais tributos que obrigatoriamente devem ser parte integrante da análise como: o PIS/PASEP e a COFINS, de competência da União e o ISS de competência municipal e distrital. Como exemplificado na figura XX, as receitas financeiras não estão incluídas na base de cálculo para a incidência desses impostos.

#### **6.3.4.2. Tributos incidentes sobre o Lucro**

Existem dois tipos de tributos incidentes sobre o lucro das empresas, o IRPJ e a CSLL, porém possuem maneiras distintas para apurar as respectivas bases de cálculo. Mas em contraposição ambos afetam o fluxo de caixa da empresa após as adições, exclusões ou compensações prescritas ou autorizadas pela legislação tributária.

#### **6.3.4.3. Outros Tributos**

Há também a incidência do ICMS sobre as prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal, de bens, mercadorias e valores. É um tributo sob a competência dos estados e suas respectivas alíquotas são determinadas pelas unidades federativas nas quais se originam e se destinam o serviço de transporte. É importante mencionar que o ICMS incide apenas nas prestações de serviço de transporte, onde um terceiro é contratado para a realização do serviço. Isso, é claro, em casos em que o dono da carga também realiza o serviço de transporte não há que se falar em fato gerador de imposto.

Ressalta-se que todos os tributos que possam, porventura, vir a impactar o fluxo financeiro das empresas concessionárias devem ser previstos e analisados no estudo financeiro, mesmo que, eventualmente, não tenham sido conjecturados neste manual, sendo assim os tributos e suas respectivas alíquotas devem ser discriminados no corpo do estudo financeiro.

Segue abaixo quadro resumo dos tributos incidentes:

*Tabela 40 - Quadro Resumo dos Tributos Incidentes*

Competência	Tributo	Base
União	COFINS	Receita Bruta
União	CSLL	Lucro da empresa
União	IRPJ	Lucro da empresa
União	PIS/PASEP	Receita Bruta
Estadual	ICMS	Receita Bruta
Municipal	ISS	

A título exemplificativo, os tributos e impostos devem ser apresentados conforme Figura 8 abaixo.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 80 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Demonstração dos Resultados
<b>RECEITA OPERACIONAL BRUTA</b>
( - ) Deduções sobre vendas
ICMS
COFINS
PIS
ISS
<b>( = ) RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA</b>
( - ) Custos de despesas operacionais
<b>EBTIDA</b>
Amortização e depreciação
<b>Lucro operacional antes do resultado financeiro</b>
<b>Resultado não operacional</b>
( + ) Receitas financeiras
( - ) Despesas financeiras
<b>Lucro antes do IR e CSLL</b>
( - ) Imposto de renda
( - ) Contribuição social
<b>Lucro líquido do exercício</b>

Figura 8 - Tributos e Impostos

Cabe salientar que o estudo financeiro deve contemplar além dos programas de desonerações fiscais anteriormente relatados, as deduções, diretas e indiretas, que eventualmente possam ser aproveitadas na implantação do empreendimento, tais como: políticas de depreciação acelerada incentivada, que afetam diretamente o Imposto de Renda e a Contribuição Social, devidos aos incentivos à inovação tecnológica, e aos benefícios decorrentes da captação de financiamento para alavancagem do empreendimento.

### 6.3.5. Custos Operacionais (OPEX)

Refere-se a despesas operacionais necessárias à produção e manutenção do funcionamento da empresa, e compreende os custos operacionais fixos, os custos operacionais variáveis e despesas gerais e administrativas. A apresentação dos Custos Operacionais deve ser baseada nas informações do item 4.6.9 - Custos e Despesas Operacionais do capítulo 4 - Estudo Operacional, o qual inclusive leva em consideração a extensão do trecho ferroviário para a mensuração dos custos e é parte integrante do EVTEA.

#### 6.3.5.1. Custos Operacionais Fixos

Os custos operacionais fixos devem demonstrar os custos com pessoal, impostos e benefícios e com custos fixos de manutenção, estes caracterizados como suporte necessário ao custeamento das estruturas físicas destinadas à manutenção dos ativos operacionais.

#### 6.3.5.2. Custos Operacionais Variáveis

Os principais custos variáveis são relacionados à manutenção da via, o qual tem sua variação diretamente ligada ao uso da malha pelos usuários. Esses custos também deverão ser retirados do caderno de Estudos Operacionais, como tido anteriormente.

Podemos mencionar como Custos Operacionais Variáveis os seguintes:

- Manutenção da superestrutura da via;
- Operação dos estaleiros de solda;
- Manutenção do material rodante;
- Gasto com combustível; etc

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 81 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

### 6.3.5.3. Despesas Gerais e Administrativas

As despesas gerais e administrativas devem apresentar o quantitativo das despesas gerais e administrativas, com base em estudos oficiais existentes que reflitam adequadamente a estrutura básica necessária para a gestão de uma malha ferroviária, variando para cada estudo de acordo, apenas, com a extensão da malha.

Tais como:

- Despesas com Pessoal; e
- Gasto com Seguros e Garantias, etc.

### 6.3.6. Depreciação e Amortização

A Depreciação e Amortização são consideradas “despesas não-caixa”, ou seja, que não impactam diretamente o resultado do empreendimento, mas sim indiretamente por meio do benefício fiscal gerado pela sua ocorrência. *Sendo assim, a Depreciação e Amortização deverão ser deduzidas somente para a apuração do lucro tributável pelo IRPJ e CSLL e, posteriormente, somadas novamente ao Fluxo de Caixa. Para as seguintes taxas de depreciação contábil para os bens pertencentes à Concessão devem ser apresentados os valores e tendo os mesmos respaldados pela legislação vigente.*

### 6.3.7. Financiamento

Para chegar ao Fluxo de Caixa Alavancado é necessário inserir ao Fluxo de Caixa os dados de financiamento do empreendimento por capital de terceiros, isolando o capital próprio utilizado no investimento e o retorno líquido das amortizações financeiras e juros pagos decorrentes do financiamento.

Para tanto, deve-se montar separadamente um Fluxo de Financiamento, cujos dados relevantes (Valor Financiado, Parcelas pagas e Benefício Fiscal Sobre o Financiamento) devem ser transportados para o Fluxo de Caixa Principal. A montagem deve demonstrar os sistemas de amortização utilizados para financiamento de empreendimentos de infraestrutura. É recomendável também a utilização da mesma taxa de Custo de Capital de Terceiros ( $K_d$ ) utilizada no cálculo da TMA definida pela VALEC.

Deve-se atentar também ao disposto no Decreto nº 8.325/14 que visa isentar do Imposto sobre Operações Financeiras – IOF as obras de infraestrutura de rodovias e ferrovias, reduzindo a zero a alíquota incidente sobre o financiamento desses empreendimentos. Outros benefícios fiscais decorrentes do uso de linhas específicas de financiamento também deverão ser consideradas.

O analista responsável pela montagem do Fluxo de Caixa deverá ficar atento também para o benefício fiscal sobre o IR e CSLL decorrente do pagamento de juros, uma vez que as despesas financeiras podem ser deduzidas do Lucro Antes de Juros e Imposto de Renda (LAJIR). Neste caso, os valores resultantes do benefício fiscal deverão ser acrescidos ao Fluxo de Caixa, deixando claro que as Amortizações Financeiras não são dedutíveis para fins de benefício fiscal sobre o IR e CSLL.

## 6.4. ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

A viabilidade Econômico-Financeira da Ferrovia deverá ser estimada com base nos critérios de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice Benefício/Custo (B/C) e *Payback* Descontado. Para aferição e análise pelos critérios apresentados acima, os dados base para a composição do Fluxo de Caixa deverão ser descontados a taxas de desconto pertinentes. Devendo ser adotados a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e o Custo de Capita Próprio ( $K_{cp}$ ), ambos determinados pela VALEC para os estudos em elaboração.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 82 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

A TMA irá descontar o Fluxo de Caixa Não-Alavancado, onde não se diferencia a utilização de capital próprio ou a de terceiros, devendo demonstrar o custo de oportunidade do capital, e recalculando-se segundo a estrutura financeira prevista para o empreendimento. Já no caso do Fluxo de Caixa Alavancado onde só se avalia a rentabilidade do ponto de vista dos investidores (acionistas), a taxa de desconto a ser empregada é o Kcp, estimada pelo método *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), onde representa-se a taxa de rentabilidade exigida pelos investidores haja vista o risco de mercado, ou metodologia similar.

É oportuno mencionar que, independente das metodologias escolhidas para averiguar a viabilidade de um empreendimento, o dado grau de subjetividade do processo, as proposições e variáveis empregadas devem ser cuidadosamente analisadas e demonstradas, uma vez que interferem diretamente no resultado final.

Ressalte-se ainda o fato de que a Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de um empreendimento de interesse público, como é o caso dos empreendimentos ferroviários, não pode ser tomada isoladamente como fator decisório para recomendar sua implantação ou não. Pelo contrário, o resultado desta análise deve ser levado em consideração conjuntamente com os resultados da Análise de Viabilidade Socioeconômica e com a Viabilidade Ambiental do Empreendimento de forma que o poder decisório englobe todas as informações necessárias para a tomada de decisão.

#### 6.4.1. Valor Presente Líquido – VPL

O VPL de um projeto é dado pelo Valor Presente dos Fluxos de Caixa gerados ao longo da vida útil da ferrovia, ou do período considerado no estudo, líquido dos valores dispendidos no investimento inicial, conforme fórmula abaixo:

$$VPL = - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1 + TMA)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TMA)^t}$$

Onde:

$FC_t$  = Fluxo de Caixa na data t

$I_t$  = Investimento na data t

TMA = Taxa Mínima de Atratividade a qual o Fluxo de Caixa é descontado

Destaca-se que para trazer ao presente os valores, receitas e custos, projetados para o futuro deve-se descontar os fluxos a uma TMA previamente estipulada, sendo o resultado dessa operação financeira um valor econômico expresso em moeda corrente, correspondente ao valor incremental advindo do investimento inicial.

O Fluxo de Caixa Não-Alavancado deverá ser trazido a valor presente pela TMA aferida a partir do método WACC (*Weighted Average Capital Cost*) que considera a média ponderada do capital total do empreendimento, tanto próprio quanto de terceiros. Já o Fluxo de Caixa Alavancado, deverá ser trazido a valor presente pelo Custo de Capital Próprio ( $K_{cp}$ ) que considera somente o custo de capital percebido pelos investidores do empreendimento.

#### 6.4.2. Taxa Interna de Retorno – TIR

A TIR é a taxa de desconto que traz o VPL a um valor nulo (zero) e aponta como viável um empreendimento, apenas se, a mesma for maior ou igual ao custo de capital considerado. Podemos retratá-la da seguinte forma na mesma fórmula utilizada para o VPL:

$$-\sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1 + TIR)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Mais uma vez o custo de capital no qual a TIR será comparada dependerá do Fluxo de Caixa considerado, se Fluxo Não-Alavancado, a TIR será comparada ao WACC, se Fluxo Alavancado, será a TIR comparada ao Kcp. *É necessário ressaltar, contudo, que apesar de ser um dos indicadores mais utilizados como parâmetro de decisão na análise de projetos, o mesmo possui uma série de desvantagens que demonstram a fragilidade do indicador, podendo citar como exemplo de restrição à aplicação da TIR a possível variação, no tempo, da taxa de desconto, a possibilidade de múltiplas TIR em fluxos de caixa não convencionais e fluxos de caixa com TIR indefinida.*

Para tanto, o emprego da TIR como indicador de viabilidade deverá ser usado com cautela, sendo responsabilidade do avaliador sempre considerar o resultado da TIR em conjunto com a análise do VPL. Nos casos em que não for possível estimar a TIR com segurança, o avaliador deverá explicitar o problema verificado na estimação da TIR.

Nos casos em que a avaliação financeira tiver como objetivo comparar duas ou mais alternativas de projeto excludentes, não deverá ser feita a comparação entre as TIR individuais do projeto, porém deve ser calculada a TIR do Fluxo de Caixa Incremental, obtido pela diferença entre os Fluxos de Caixa Individuais de cada projeto, comparados dois a dois.

#### 6.4.3. Índice Benefício/Custo

O Índice Benefício/Custo (B/C) consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos (incluídos o investimento inicial), conforme abaixo:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{b_t}{(1 + TMA)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{c_t}{(1 + TMA)^t}}$$

$b_t$  = benefícios (receitas) no período t

$c_t$  = custos (inclusive investimento inicial no período t)

Por analogia com o VPL e a TIR a taxa de desconto dependerá do Fluxo a ser descontado.

É considerado viável o empreendimento que possui Índice B/C maior ou igual a 1, o que significa que os benefícios são superiores aos custos do empreendimento. No caso de mais de um empreendimento avaliado, será considerado mais vantajoso o que possuir maior Índice B/C.

#### 6.4.4. Tempo de Retorno do Investimento – Payback Descontado

A aferição do Payback Descontado consiste em determinar o tempo (T) no qual os Fluxos de Caixa líquidos do Investimento inicial, trazidos a valor presente pela taxa apropriada (WACC para o Fluxo Não-Alavancado e Kcp para o Alavancado), alcançam o equilíbrio financeiro quando se igualam a zero conforme fórmula abaixo:

$$-\sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1 + TMA)^t} + \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1 + TMA)^t} = 0$$

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 84 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Será considerado viável o empreendimento cujo Payback for inferior ao horizonte do projeto. Na comparação de dois ou mais empreendimentos será considerado mais vantajoso o projeto em que o capital inicial investido seja recuperado mais rápido.



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 85 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 7. ESTUDO SOCIOECONÔMICO

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 86 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------



## 7.1. INTRODUÇÃO

O Estudo Socioeconômico tem como objetivo fornecer aos gestores dos recursos públicos, por intermédio de uma Avaliação Socioeconômica e de indicadores de viabilidade socioeconômica do projeto analisado, elementos para priorização da alocação desses recursos em infraestrutura de transportes. Além de determinar indicadores sociais para uso da Análise Multicriterial (AMC) na seleção do Corredor Ferroviário.

## 7.2. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

É necessário caracterizar os aspectos socioeconômicos da área afetada pelo empreendimento, evitando, a sobreposição de temas já identificados em outros estudos do EVTEA. Sugere-se, destacando a concepção não restritiva do verbete, que sejam identificados e analisados os indicadores de desenvolvimento econômico e social da população, bem como apresentados os índices já estabelecidos para uma apreciação socioeconômica da região.

São exemplos de indicadores dados sobre emprego, educação e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), sendo que a seleção destes se vincula à sua plena utilização pela ferramenta de Análise Multicriterial, a qual possui capítulo próprio para estudo e execução, podendo ser substituídos por indicadores mais robustos conforme o caso, se necessário. Não deixando de apontar com destaque a importância social do empreendimento em análise, evidenciando os benefícios e as melhorias atribuídas à alternativa logística considerada.

## 7.3. AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA

A avaliação socioeconômica será feita por intermédio da análise comparativa entre custos estimados para implantação do trecho em análise (investimentos) e as externalidades mensuráveis (benefícios/malefícios socioeconômicos), como resultados almejados, resultantes da implantação da ferrovia. A Análise Socioeconômica não deve, entretanto, ser considerada isoladamente como objeto de decisão para aprovação ou impedimento do empreendimento, mas em conjunto com as Análises Econômico-Financeira e Ambiental.

### 7.3.1. Previsão de Demanda

O fluxo de caixa socioeconômico levará em consideração as projeções ano a ano das cargas, em toneladas quilômetro útil – TKU, apresentadas no item 4.6.10 – Receitas Operacionais do Capítulo 4 – Estudos Operacionais, conforme tabela seguinte:

Tabela 41 - Projeção da Produção para o Horizonte do Projeto, em TKU

Produto	Ano1	Ano2	...	Ano n-1	Ano n
Produto 1					
Produto 2					
.					
.					
Produto n-1					
Produto n					
Total					

### 7.3.2. Estimativas de Custos do Projeto

Os custos financeiros dos investimentos da construção da via, aqui apresentados, são estimados no âmbito do item 3.6 – Detalhamento e Estimativa de Custos das Alternativas do capítulo 3 - Estudo de Engenharia, no qual são apresentados os procedimentos e justificativas metodológicos de cada item de custos.

Entretanto, para uma avaliação socioeconômica do empreendimento, os custos de investimento devem ser expressos a custo de fatores (sem impostos e com subsídios). Os mesmos serão calculados, a partir dos custos a preço de mercado, adotando-se a metodologia dos multiplicadores de cada item de custo por coeficientes de correção, constantes da Publicação IPR – 727 (Diretrizes Básica para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Instruções para Apresentação de Relatórios, 2006, página 271), ou outra publicação que venha a substituí-la, nos quais estão inseridos os percentuais de impostos de cada item de custo de construção similares aos ferroviários.

Esses custos serão discriminados conforme tabela seguinte:

Tabela 42 - Resumo dos Custos de Investimento a Custo de Fatores

Obras e Serviços	Custos dos Investimentos (Em R\$ )	Fatores de Conversão	Custos dos Investimentos (a custos de fatores)
Serviços Preliminares		0,700	
Terraplanagem		0,795	
Obras de Arte Correntes e Drenagem		0,701	
Pavimentação		0,781	
Superestrutura Ferroviária		0,700	
Obras Complementares		0,590	
Obras de Arte Especiais		0,733	
Meio Ambiente		0,780	
Sistemas Ferroviários		0,700	
Custos Indiretos de Implantação		0,700	
Projeto Executivo		0,700	
Desapropriação e Aquisição de Terras		0,700	
Equipamentos Ferroviários		0,700	
<b>Total</b>			

Fonte: IPR – 727 (Diretrizes Básica para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Instruções para Apresentação de Relatórios, 2006, página 271)

Também serão apresentados os cronogramas financeiros e econômicos de implantação, conforme tabelas seguintes:

Tabela 43 - Cronograma dos Investimentos a Preços de Mercado

Serviços	Ano1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano N
Serviços Preliminares						
Terraplanagem						
Obras de Arte Correntes e Drenagem						
Pavimentação						
Superestrutura Ferroviária						
Obras Complementares						
Obras de Arte Especiais						
Meio ambiente						
Sistemas Ferroviários						
Custos Indiretos de Implantação						
Projeto Executivo						
Desapropriação e Aquisição de Terras						
Equipamentos Ferroviários						
<b>Total</b>						

Fonte: IPR – 727 (Diretrizes Básica para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Instruções para Apresentação de Relatórios, 2006, página 271)

**Tabela ... – Cronograma dos Investimentos a custo de fatores**

Tabela 44 - Cronograma dos Investimentos a Custo de Fatores

Serviços	Ano1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano N
Serviços Preliminares						
Terraplanagem						
Obras de Arte Correntes e Drenagem						
Pavimentação						
Superestrutura Ferroviária						
Obras Complementares						
Obras de Arte Especiais						
Meio ambiente						
Sistemas Ferroviários						
Custos Indiretos de Implantação						
Projeto Executivo						
Desapropriação e Aquisição de Terras						
Equipamentos Ferroviários						
<b>Total</b>						

Fonte: IPR – 727 (Diretrizes Básica para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Instruções para Apresentação de Relatórios, 2006, página 271)

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 90 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

O critério do fator de correção igual a 0,700 que é utilizado para os itens que não tem fator de correção para custo econômico, com base na Publicação IPR – 727, deverá adotar o critério do fator de correção igual a 0,700.

### 7.3.3. Estimativa dos Benefícios Socioeconômicos

Os benefícios provenientes da implantação de um novo trecho de ferrovia são estimados quando se analisa a viabilidade socioeconômica de um projeto desta natureza, sendo subdivididos em dois tipos: os diretos e os indiretos.

#### 7.3.3.1. Benefícios Diretos

Os benefícios diretos são gerados internamente na operação da ferrovia e são mensurados, geralmente, como uma melhoria operacional em relação a outras alternativas de transporte pertencentes ou não ao mesmo modo de transporte. Podem ser usados como exemplos de benefícios diretos a Redução do Custo de Transporte, percebida pelos demandantes de transporte, a Redução de Emissões de Gases Poluentes e a Redução de Acidentes.

Os exemplos acima são obrigatórios em uma Análise Socioeconômica no âmbito dos EVTEA da VALEC, e contemplam um mínimo a ser estimado. Não sendo esgotadas, portanto, todas as possibilidades de benefícios a serem considerados, sendo permitido ao longo do estudo que outros benefícios diretos identificados sejam mensurados.

Ressalte-se que os benefícios listados são calculados comparativamente a outra alternativa de transporte, sendo na verdade mais uma “redução de malefícios” do que um benefício original em si. É importante que seja ressaltado que nos casos em que ao contrário de uma redução seja verificado se há um incremento de tais malefícios, se houver este incremento deverá ser contabilizado como um “custo socioeconômico”.

De forma a permitir a análise comparativa entre benefícios e custos socioeconômicos a ser realizada posteriormente à mensuração, todos os benefícios deverão ser convertidos para unidades monetárias (R\$). O responsável pela apuração dos valores monetários dos benefícios diretos deverá sempre ficar atento para a conversão, quando necessário, dos valores apurados em custo de fatores. *Tal conversão será feita pela multiplicação dos valores apurados pelo fator de 0,7, lembrando que nem sempre tal procedimento será necessário pois, em muitos casos, os valores apurados já são apresentados em custo de fatores.*

A metodologia e os cálculos de valoração dos Benefícios Diretos devem ser explicitados de forma a permitir a verificação de sua coerência.

A seguir algumas considerações sobre os exemplos aqui mencionados:

#### 7.3.3.1.1. Benefícios da Redução dos Poluentes

Os benefícios da redução dos poluentes são calculados a partir da diferença entre as emissões potenciais de outras alternativas de transporte e as emissões potenciais da ferrovia, para a demanda de transporte prevista para o empreendimento no Estudo de Mercado. São mensurados aqui principalmente os gases de efeito estufa (GEE) mensurados em toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente (tCO<sub>2</sub>e) e como poluentes atmosféricos devem ser medidos o Óxido de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e os Materiais Particulados liberados pela operação de transporte.

Para efeito de simplificação, os demais gases de efeito-estufa, que não o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), deverão ser convertidos em tCO<sub>2</sub>e por um fator de conversão medido pelo Potencial de Aquecimento Global. Podendo ser mencionados como exemplos de gases estufa, além do CO<sub>2</sub>, o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o ozônio (CO<sub>3</sub>) e os clorofluorcarbonos (CFCs). *Para conversão em valores monetários, recomenda-se*

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 91 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

o uso de preços-sombra estimados por estudos nacionais e internacionais confiáveis ou ainda, quando possível, verificar a cotação internacional da tCO<sub>2e</sub> em mercados de permissões de emissões regulados por acordos internacionais.

A estimação das emissões potenciais da nova ferrovia deverá ser feita com base no consumo de combustível previsto no Estudo Operacional. Por isso, deverão ser utilizados nos cálculos previsões de emissão por litro de combustível ou por tonelada quilometro útil – TKU transportada, extraídos de estudos confiáveis. As emissões anuais da ferrovia deverão ser apresentadas em formato de fluxo, ano a ano para o horizonte do empreendimento. As emissões das demais alternativas de transporte concorrentes poderão ser feitas com base nas médias observadas nos modos de transporte às quais estas alternativas pertencem.

#### **7.3.3.1.2. - Benefícios da Redução de Acidentes**

Este benefício é dado pela diferença entre os acidentes potenciais de alternativas de transporte e os acidentes potenciais da ferrovia para a demanda de transporte prevista no Estudo de Mercado. Como *proxy* do número médio esperado de acidentes da ferrovia em estudo, em acidentes por milhão de tku, pode-se utilizar a quantidade média observada de acidentes em ferrovias com condições similares. Este número médio deverá ser multiplicado pela demanda de transporte, em milhão, prevista no Estudo de Mercado.

Para que seja estimada a quantidade média esperada de acidentes das alternativas de transporte concorrentes, sempre em acidentes por milhão de tku, pode-se utilizar como *proxy* a média observada de acidentes dos modos de transporte, às quais as alternativas se enquadram e multiplicar pela demanda de transporte que será desviada destas alternativas para a ferrovia em estudo. Estes dados podem ser extraídos de estudos provenientes de instituições confiáveis.

A conversão da quantidade de acidentes em valores monetários deverá considerar valores apurados em estudos confiáveis que demonstrem o real dispêndio verificado em acidentes, tais como custos hospitalares, custos de previdência, produção econômica perdida e de vidas perdidas. Por este motivo devem também ter seus custos diferenciados de acordo com a gravidade do acidente, que se dividem em três níveis de gravidade:

- Acidentes sem vítimas;
- Acidentes com vítimas não fatais;
- Acidentes com vítimas fatais (morte).

#### **7.3.3.1.3. Benefício da Redução dos Custos de Transporte**

O benefício da redução dos custos de transporte é dado pela diferença entre os custos de transporte (somados fretes e transbordos) das alternativas concorrentes e os custos de transporte da ferrovia para a demanda apurada no Estudo de Mercado. Os custos de frete utilizados na apuração deste benefício deverão ser os mesmos já utilizados na alocação de demanda do Estudo de Mercado ou, quando não existentes naqueles estudos, serem no mínimo compatíveis.

Devem ser apresentados, no corpo do estudo e não somente no Fluxo de Caixa, os valores de fretes considerados para todos os modos de transporte analisados nesta análise. Este item deverá ser obrigatoriamente convertido em custo de fatores por meio da multiplicação pelo fator de 0,7, em razão da existência de tributos indiretos na precificação do frete.

Os custos de transporte, tanto da Ferrovia proposta quanto das alternativas de transporte concorrentes deverão ser apresentadas para o horizonte do empreendimento e por tipo de carga, conforme tabela a seguir:

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 92 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Tabela 45 - Custos de Transporte por Tipo de Carga

Produto	Ano1	Ano2	...	Ano n-1	Ano n
Produto 1					
Produto 2					
...					
Produto n					
Total					

#### 7.3.3.1.4. Consolidação dos Benefícios Diretos:

Os Benefícios Diretos deverão ser consolidados em um fluxo conforme tabela seguinte:

Tabela 46 - Benefícios Diretos Consolidados

Ano (t)	Ano 1	Ano 2	...	Ano n-1	Ano n
Benefício de Redução de Custo de Transportes (a)					
Benefício de Redução de Emissões Poluentes (b)					
Benefício de Redução de Acidentes (c)					
Outros Benefícios Socioeconômicos Diretos (d)					
Total Benefícios Socioeconômicos Diretos (e) = (a) + (b) + (c) + (d)					

#### 7.3.3.2. Benefícios Indiretos

São aqueles resultantes do desenvolvimento social e econômico da região em face às atividades econômicas estimuladas e/ou decorrentes do empreendimento. Sendo que em estudos desta natureza são considerados:

- Valorização Imobiliária: Estima-se a valorização imobiliária na área de abrangência da ferrovia, ou seja, procura-se indícios de que em decorrência da construção da ferrovia em análise haverá uma valorização imobiliária.
- Geração Temporária de Empregos e Renda: A geração temporária de empregos é dada pela quantidade estimada de vagas de trabalho a serem geradas durante o período de construção do empreendimento. Esta estimativa é feita a partir do valor do investimento inicial e servirá de base para a estimativa da Geração Temporária de Renda.

A metodologia para apuração destes benefícios poderá ser feita com base no "Modelo de Geração de Empregos - MGE do BNDES", que estima, para todos os setores da economia brasileira, a quantidade de ocupações, dos mercados de trabalho formal e informal, ou outro estudo similar. Recomenda-se atualizar o aumento da produção setorial pelo IGP-M (Índice Geral de Preços de Mercado), para a data-base do estudo e fazer os respectivos cálculos, para determinar o número de empregos que serão gerados durante a construção da ferrovia.

Arrecadação Tributária é a arrecadação adicional da região resultante dos investimentos na construção do empreendimento. O responsável pela apuração deste benefício deverá se atentar para eventuais regimes de isenções tributárias, tais como o REIDI, dos quais o empreendimento seja beneficiado.

Tendo por base os benefícios indiretos descritos acima, e considerando que a impossibilidade de valoração não impossibilite uma análise qualitativa dos benefícios, o estudo tem por responsabilidade elencar todos os possíveis benefícios sociais advindos do empreendimento ferroviário.

#### 7.3.4. Malefícios Socioeconômicos

Os Malefícios Socioeconômicos são as externalidades negativas geradas pela implantação e operação do empreendimento ferroviário. Os malefícios podem ser derivados de perdas diretas, redução de externalidades positivas ou aumento de externalidades negativas e deverão ser patentemente relacionados.

O responsável deverá observar que, geralmente, os benefícios diretos demonstrados no item 7.3.3.1 são, na maioria dos casos, redução de malefícios. Sendo assim, é importante identificar se os malefícios socioeconômicos identificados já não foram contabilizados no cálculo dos benefícios. Se positivo, os malefícios não precisarão ser contabilizados mais uma vez sob o risco de dupla contagem, o que distorceria a avaliação. Por recomendação do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, os malefícios de cunho ecológico devem ser tratados na Análise Ambiental e retomados na Análise Socioeconômica.

#### 7.3.5. Análise Socioeconômica

A viabilidade Socioeconômica da Ferrovia deverá ser estimada com base nos critérios de Valor Presente Líquido (VPL-S), Taxa Interna de Retorno (TIR-S), Índice Benefício/Custo (B/C-S) e Payback Descontado, todos sob a ótica socioeconômica, ou seja, dos benefícios líquidos gerados para a sociedade. Para aferição e análise pelos critérios apresentados acima, elabora-se um fluxo de caixa socioeconômico composto dos seguintes valores ano a ano, a preços constantes:

- -Investimentos (a custo de fatores);
- -Benefícios diretos estimados para o horizonte analisado;
- -Malefícios associados à construção da ferrovia;

Tabela 47 - Fluxo de Caixa Socioeconômico

Ano (t)	1	2	...	n-1	n
Benefício de Redução de Custo de Transportes (a)					
Benefício de Redução de Emissões Poluentes (b)					
Benefício de Redução de Acidentes (c)					
Outros Benefícios Socioeconômicos Diretos (d)					
Total Benefícios Socioeconômicos Diretos em valores correntes (e) = (a) + (b) + (c) + (d)					
Investimento a Custo de Fatores em valores correntes (f)					
Total dos Malefícios Socioeconômicos (g)					
<b>Fluxo de Caixa Socioeconômico em valores correntes (FCS) = (e) - (f + g)</b>					

No Fluxo de Caixa Socioeconômico deverão ser levados em conta somente os Benefícios e Malefícios Socioeconômicos Diretos. Os Benefícios Indiretos não devem ser contabilizados no mesmo. Os benefícios e os custos para o cálculo do Fluxo de Caixa Socioeconômico em valores presentes deverão ser descontados à Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) definida pelo BNDES, vigente à época do estudo.

É oportuno mencionar que, independente das metodologias escolhidas para averiguar a viabilidade de um empreendimento, o dado grau de subjetividade do processo, as proposições e variáveis empregadas devem ser cuidadosamente analisadas e demonstradas, uma vez que interferem diretamente no resultado final.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 94 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Ressalte-se ainda o fato de que a Análise de Viabilidade Socioeconômica de um empreendimento de interesse público, como é o caso dos empreendimentos ferroviários, não pode ser tomada em isoladamente, como fator decisório para recomendar sua implantação ou não. Pelo contrário, o resultado desta análise deve ser levado em consideração conjuntamente com os resultados da Análise de Viabilidade Econômico-Financeira e com a Viabilidade Ambiental do Empreendimento de forma de forma que o poder decisório englobe todas as informações necessárias para a tomada de decisão.

### 7.3.5.1. Valor Presente Líquido Socioeconômico – VPL-S

O VPL-S de um projeto é dado pelo Valor Presente dos Fluxos de Caixa Socioeconômicos, gerados ao longo da vida útil da ferrovia, ou do período considerado no estudo, líquido dos valores dispendidos no investimento inicial, conforme fórmula abaixo:

$$VPLS = - \sum_{t=1}^n \frac{Icf_t}{(1 + TJLP)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{FCS_t}{(1 + TJLP)^t}$$

Onde:

$FCS_t$  = Fluxo de Caixa Socioeconômico na data t

$Icf_t$  = Investimento a Custo de Fatores na data t

TJLP = Taxa de Juros de Longo Prazo

### 7.3.5.2. Taxa Interna de Retorno Socioeconômica – TIR-S

A TIR-S é a taxa de desconto que traz o VPL-S a um valor nulo (zero) e indica como viável um empreendimento, se e somente se, a mesma for maior ou igual à TJLP vigente. Podemos retratá-la da seguinte forma na fórmula já utilizada para o VPL-S:

$$- \sum_{t=1}^n \frac{Icf_t}{(1 + TIRS)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{FCS_t}{(1 + TIRS)^t} = 0$$

É necessário ressaltar, contudo, que apesar de ser um dos indicadores mais utilizados como parâmetro de decisão na análise de projetos, a mesma possui uma série de desvantagens que demonstram a fragilidade do indicador. Como exemplos de restrições à aplicação da TIR-S pode-se mencionar a possível variação, no tempo, da taxa de desconto, a possibilidade de múltiplas TIR-S em fluxos de caixa não convencionais e fluxos de caixa com TIR-S indefinida.

Para tanto, o emprego da TIR-S como indicador de viabilidade deverá ser usado com cautela, devendo o avaliador sempre considerar o resultado da TIR-S em conjunto com a análise do VPL-S. Nos casos em que não for possível estimar a TIR-S com segurança, o avaliador deverá explicitar o problema verificado na estimação da TIR-S.

Nos casos em que a avaliação financeira tiver como objetivo comparar duas ou mais alternativas de projeto excludentes, não deverá ser feita a comparação entre as TIR-S individuais do projeto e sim calculada a TIR-S do Fluxo de Caixa Incremental, obtido pela diferença entre os Fluxos de Caixa Individuais de cada projeto, comparados dois a dois.

### 7.3.5.3. Índice Benefício/Custo Socioeconômico – B/C-S

O Índice Benefício/Custo Socioeconômico (B/C-S) consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos (incluindo o investimento inicial), conforme abaixo:

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 95 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

$$B/CS = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{b_t}{(1 + TJLP)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{c_t}{(1 + TJLP)^t}}$$

$b_t$  = benefícios socioeconômicos no período  $t$

$c_t$  = custos (inclusive investimento inicial) no período  $t$

É considerado viável o empreendimento que possui Índice B/C-S maior ou igual a 1, o que significa que os benefícios são superiores aos custos do empreendimento. No caso de mais de um empreendimento avaliado, será considerado mais vantajoso o que possuir maior Índice B/C-S.

#### 7.3.5.4. Tempo de Retorno do Investimento – Payback Descontado Socioeconômico

A aferição do Payback Descontado Socioeconômico consiste em determinar o tempo (T) no qual os Fluxos de Caixa líquidos do Investimento inicial, trazidos a valor presente pela TJLP, alcançam o equilíbrio financeiro ao se igualar a zero conforme fórmula abaixo:

$$-\sum_{t=1}^T \frac{Icf_t}{(1 + TJLP)^t} + \sum_{t=1}^T \frac{FCS_t}{(1 + TJLP)^t} = 0$$

Será considerado viável o empreendimento cujo Payback for inferior ao horizonte do projeto. Na comparação de dois ou mais empreendimentos será considerado mais vantajoso o que recupera mais rapidamente o capital inicial investido.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 96 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 8. ANÁLISE DE RISCO

---



Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 97 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 98 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------

## 8.1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de avaliar o ambiente gerencial interno e externo no qual o empreendimento encontra-se inserido, e com vistas a antever variações (positivas e negativas) em relação aos resultados apresentados nas análises, deve ser feita uma análise de risco do empreendimento.

A análise de risco consiste na identificação e avaliação dos riscos, bem como apresentação das propostas de alocação e tratamento desses riscos.

O EVTEA deve incorporar a análise dos riscos, no mínimo, nas seguintes áreas de estudo: macroeconomia, financeira, mercado, engenharia, tecnológica, ambiental, administrativa, jurídica, regulatória e política.

A análise de riscos no EVTEA compreenderá, necessariamente, a análise de sensibilidade dos fluxos de caixa econômico e financeiro, a identificação dos riscos do empreendimento, a análise dos eventos de risco e propostas para o tratamento dos riscos.

## 8.2. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Uma das maneiras mais usuais de se considerar o risco na tomada de decisão é através da avaliação dos efeitos da variação dos parâmetros, utilizados no processo de viabilidade, suscetíveis às incertezas da realidade conjuntural, os denominados fatores exógenos. Tal método de simulação é comumente conhecido como Análise de Sensibilidade.

Nesse sentido, a análise de sensibilidade pressupõe flutuações, de preços e quantidades, em vários componentes avaliados, tais como investimentos, custos operacionais e benefícios considerados a fim de verificar a rentabilidade do projeto.

A Análise de Sensibilidade deverá ser feita tanto para os indicadores Socioeconômicos quanto Econômico-Financeiros.

### 8.2.1. Análise de Sensibilidade Socioeconômica

Será realizada análise de sensibilidade considerando a elevação de 10%, 20% e 30% nos custos socioeconômicos e redução nos mesmos percentuais dos benefícios socioeconômicos, de forma isolada e combinada, gerando perspectivas distintas dos Indicadores de Desempenho do projeto – TIR-S, VPL-S, B/C-S e Payback Socioeconômico, frente aos possíveis riscos inerentes ao ambiente econômico. Os resultados, para cada indicador de desempenho, deverão ser apresentados em uma tabela conforme abaixo:

Tabela 48 – Resultados para cada Indicador de Desempenho

INDICADOR DE DESEMPENHO				
REDUÇÃO DE BENEFÍCIOS	ELEVAÇÃO DOS CUSTOS			
Variação	0%	+ 10%	+ 20%	+ 30%
0%				
-10%				
-20%				
-30%				

### 8.2.2. Análise de Sensibilidade Econômico-Financeira

Será realizada análise de sensibilidade considerando a elevação de 10%, 20% e 30% nos custos (Investimento e Custos e Despesas Operacionais) e redução nos mesmos percentuais das receitas, de forma isolada e combinada, gerando perspectivas distintas dos Indicadores de Desempenho do projeto – TIR, VPL, B/C e Payback descontado, frente aos possíveis riscos inerentes ao ambiente econômico.

Os resultados, para cada indicador de desempenho, deverão ser apresentados em uma tabela conforme abaixo:

Tabela 49 - Resultados para cada Indicador de Desempenho

INDICADOR DE DESEMPENHO				
REDUÇÃO DE RECEITAS	ELEVAÇÃO DOS INVESTIMENTOS E CUSTOS			
Variação	0%	+ 10%	+ 20%	+ 30%
0%				
-10%				
-20%				
-30%				

### 8.3. IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE RISCO

O foco principal desta etapa é identificar e caracterizar os riscos, internos e externos, relacionados ao empreendimento que podem afetar o objetivo final do projeto.

Deverão ser citadas e explicitadas as técnicas e ferramentas adotadas na identificação dos riscos (*bow tie*, *brainstorming*, técnica Delphi, entrevistas, análise SWOT, *checklists*, técnicas de diagrama, etc) e os resultados obtidos deverão ser detalhados.

Os riscos que podem de alguma maneira, afetar o projeto devem ser distribuídos e organizados dentro das categorias/natureza de riscos a seguir:

- Macroeconômica: cambio, recessão econômica, etc.;
- Financeira: aumento do custo de capital, dificuldades de captação de recursos financeiros, etc.;
- Mercado: concorrentes, variação na demanda, etc.;
- Engenharia: qualidade inadequada do projeto, condições geológicas imprevistas, etc.;
- Tecnológica: obsolescência da estrutura operacional, introdução de novas tecnologias, etc.;
- Ambiental: condicionantes ambientais, alterações climáticas, etc.;
- Administrativa: processo de licenciamento ambiental, desapropriação, falhas no processo licitatório, suspensão de obras por órgãos de controle, etc.;
- Jurídica: judicialização do litígio, decisões desfavoráveis e/ou tardias, etc.;
- Regulatória: mudança de marco regulatório, interferências no mercado;
- Política: alteração de políticas públicas, conflitos de recurso com outros projetos de governo, etc;
- Outros Riscos.

Os riscos identificados deverão ser apresentados conforme a tabela 50, sendo discriminados por categoria, enquadrados como ameaça ou oportunidade e com a respectiva descrição.

Tabela 50 - Identificação dos Tipos de Riscos

Categoria de Risco	Risco	Ameaça/ Oportunidade	Descrição	Classificação*
Macroeconômica				
Financeira				
Mercado				
Engenharia				
Tecnológica				
Ambiental				
Administrativa				
Jurídica				
Regulatória				
Política				
Outros Riscos				

\*Os riscos deverão ser classificados em Tangíveis e Intangíveis.

Diante do exposto e visando uma melhor percepção do evento de risco, o estudo deve apresentar, além de uma descrição detalhada do evento, as respectivas causas e consequências potenciais, com o intuito final de lograr um tratamento adequado para cada ocorrência.

#### 8.4. ANÁLISE DO EVENTO DE RISCO

Em razão da incerteza, inerente às relações econômicas e sociais, organizações e projetos sempre estão expostos a uma enorme gama de riscos. Isto, aliado a insuficiência de recursos para lidar com todos os riscos identificados, conduz a uma escolha lógica: concentrar recursos no tratamento dos riscos considerados mais críticos ou cruciais.

A avaliação de riscos, com o intuito de identificar e selecionar os eventos que devem receber tratamento apropriado, é realizada através da determinação do grau de criticidade de cada evento de risco em análise.

Com base em conceitos já estabelecidos, podemos definir a criticidade de um evento de risco como sendo o produto entre a **probabilidade** de ocorrência de um evento e o seu respectivo **impacto**, de forma negativa ou positiva, sobre os objetivos finais, propostos pelo projeto.

Dito isso, é notória a importância atribuída à probabilidade de ocorrência existente e ao grau de impacto possível de cada evento de risco. Sendo estes, portanto, os fatores determinantes ao se dimensionar o nível de afastamento do objetivo final, causado pelo evento de risco.

Conforme já mencionado, o evento de risco deve ser avaliado com base no seu grau de criticidade, portanto estudo deve fornecer informações suficientes a respeito da natureza das probabilidades e dos impactos. Desta forma, deve ser definida uma escala a ser utilizada na avaliação dos eventos, que deverão ser classificados em: baixo risco, médio risco e alto risco, de acordo com uma escala numérica de criticidade alcançada através do produto probabilidade X impacto.

Para tanto, é necessária a concepção, por parte do elaborador do estudo, de escalas numéricas, e sua respectiva descrição conceitual, tanto para a probabilidade conjecturada quanto para o impacto estimado.

Cabe salientar que a escala numérica será utilizada no estudo como uma proxy do dano, causado pelo evento de risco, ao orçamento do projeto.

#### 8.4.1. Análise da Probabilidade

O termo probabilidade está associado à ocorrência potencial, chance de acontecer ou não, de um evento a partir de fontes internas ou externas.

As probabilidades dos eventos, a serem considerados na análise, devem ser apresentadas e detalhadas por evento de risco. Ou seja, cada variável deve ter o método de cálculo da probabilidade demonstrado, incluindo a apresentação dos dados usados como insumos, ou mesmo a origem da informação, em casos de a probabilidade ser obtida de uma fonte externa.

É bom salientar que nem todos os riscos serão de fato mensuráveis. Os riscos de natureza política são um claro exemplo. Sua natureza não permite a previsão de seu comportamento sendo impossível a qualquer analista sua correta mensuração. Vale destacar que em casos nos quais a probabilidade não possa ser calculada, bem como não seja identificada uma fonte confiável de informação, o estudo deve-se valer de uma probabilidade teórica assumida, a qual necessitará de justificativa coerente. Podendo, ainda, haver casos em alguns riscos, dada a sua natureza, não poderão servir de insumo à análise probabilística ou não serão passíveis de mensuração de probabilidade nem mesmo teórica, mas deverão ser mencionados com uma breve contextualização.

Com o propósito de simplificar a mensuração e, embora a probabilidade seja uma medida numérica por si só, o estudo deve criar uma escala, também numérica, que possua uma variação de 1 a 5, e dentro desta variação estejam distribuídas, em classes de mesma amplitude, todas as probabilidades estimadas. Classes, essas, que a posteriori, serão multiplicadas pelos níveis, previstos na análise do impacto, para a aquisição do grau de criticidade de cada evento.

#### 8.4.2. Análise do Impacto

O impacto refere-se à extensão do dano passível de ser causado pelo evento de risco. Podendo, este, afetar várias áreas do projeto, tais como: orçamento, cronograma, escopo, etc.

A escala numérica aqui utilizada deve variar de 1 a 3, sendo possível a alocação do grau de impacto com base na descrição das características de cada número, conforme abaixo:

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 102 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	----------------------

Nível 1 – Baixo Impacto: são percebidos impactos mínimos ou pequenos nos objetivos de tempo, prazo, custo, quantidade, etc, do projeto.

Nível 2 – Médio Impacto: eventos que causem impactos significativos nos objetivos, porem são passíveis de recuperação e tratamento eficaz.

Nível 3 – Alto Impacto: classificação de impactos de reversão muito difícil ou que causem interrupção na continuação do projeto.

O estudo deve seguir a escala numérica de classificação aqui apresentada e posteriormente, na interação com a escala numérica da probabilidade para obter o grau de criticidade de cada evento.

#### 8.4.3. Apresentação da Matriz de Criticidade

Nem todo risco precisa ou deve ser controlado. Quando a probabilidade estimada é considerada baixa e o impacto atribuído ao evento de risco também, pode-se, simplesmente, aceitar o evento, não determinando tratamento.

Portanto, com o propósito de se identificar os riscos mais críticos para projeto, os quais serão quantificados e inseridos, a posteriori, na análise econômico-financeira, o estudo de risco deve apresentar uma Matriz de Criticidade.

Esta ferramenta será capaz de fornecer a classificação do evento, de acordo com a sua respectiva criticidade, conforme Figura 9:

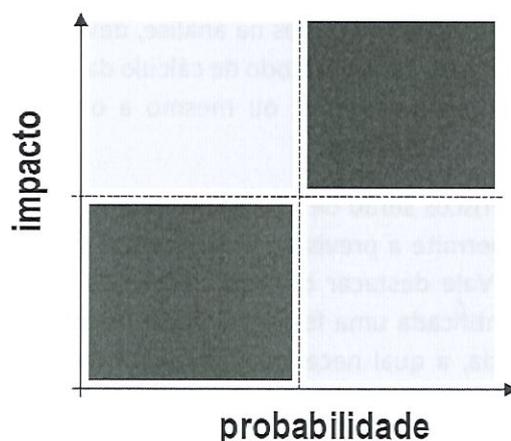


Figura 9 - Diagrama de criticidade

Após a classificação individual de cada evento de risco, os resultados devem ser plotados na Matriz de Criticidade, com seus respectivos valores de probabilidade e impacto, estipulados com base nas escalas de valor definidas anteriormente.

Ressalta que os eventos de risco que deverão ser utilizados no modelo matemático, como proxy de mensuração, são aqueles localizados nas áreas amarela e vermelha da matriz de risco.

Independente da natureza do evento de risco, o valor resultante da avaliação da criticidade será sempre monetário. E este deverá ser alocado, como despesa ou como ganho, em uma das contas presentes no modelo matemático utilizado, que no caso deste Manual são os Fluxos de Caixa Econômico e Financeiro.

#### 8.4.4. Seleção das Variáveis de Risco

A partir da Matriz de Impacto, deverão ser identificadas as variáveis de risco relevantes, definidas como aquelas cuja variação produz impacto significativo no resultado do empreendimento. O objetivo é evitar um

número muito grande de variáveis cujo impacto no resultado do empreendimento seja considerado desprezível.

Devem ser consideradas somente as variáveis que apresentem grau relevante de incerteza, ou seja, aquelas que apresentem variação significativa em seus valores, ou seja, aquelas que se encontram nas regiões amarela e vermelha da matriz de impacto. Variáveis com pouca dispersão ou baixa probabilidade de valores críticos não devem ser consideradas na simulação (área verde).

O analista deve, com base nos critérios acima, apresentar justificativa para a seleção das variáveis comparativamente às demais variáveis descartadas.

Deverá ser apresentada uma tabela resumo, conforme abaixo, para as oportunidades e para as ameaças.

*Tabela 51 - Quadro Resumo das Oportunidades e Ameaças*

Nº	Categoria	Evento de Ameaça	Efeito	Probabilidade (%) (A)	Escala de Impacto (B)	Valor da Coisa (C)	Valor Esperado do Risco (D) = AxBxC

#### 8.4.5. Simulação de Monte Carlo

A Simulação de Monte Carlo (SMC) consiste no processamento iterativo do modelo por um algoritmo até a obtenção de resultados suficientes que componham amostra representativa das infinitas combinações possíveis para os valores das variáveis de risco.

Tendo em vista a necessidade de realização de um número considerável de iterações, faz-se necessário a utilização de um computador para o processamento do algoritmo. Tais simulações podem ser realizadas com a utilização de softwares estatísticos específicos para este fim, inclusive software de planilha de cálculo, desde que permitam a realização de simulações aleatórias com diferentes curvas de distribuição de probabilidades.

#### 8.4.6. Análise dos Resultados

Os resultados da SMC serão plotados de forma a permitir a análise gráfica da distribuição dos resultados, representados em cada um dos indicadores de desempenho analisados (VPL, TIR e B/C). Os resultados deverão ainda ser apresentados de acordo com a ótica do Estado (Socioeconômico), e da ótica privada (Econômico-Financeira). Esta última deve ser ainda apresentada discriminando as curvas de probabilidade de retornos para os acionistas do empreendimento (capital próprio) e para os credores (capital de terceiros).

Com base nas curvas de distribuição de probabilidade dos resultados, deverão ser apresentados os percentuais de probabilidade de que o resultado seja negativo e/ou de que ocorra uma perda igual ou maior ao pior cenário aventado na Análise de Sensibilidade (notadamente o que ocorre quando se aumentam os custos e reduzem os benefícios/receitas igualmente em 30%).

##### 8.4.6.1. Cash Flow at Risk (CF@R)

Além da análise do desempenho dos indicadores (VPL, TIR e B/C), conforme acima, deverá ser apresentada uma análise específica sobre o VPL, chamada Cash-Flow at Risk.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 104 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	----------------------

O Cash-Flow at Risk (CF@R) é um indicador de risco que indica a variação negativa máxima esperada para o Fluxo de Caixa de uma empresa ou projeto, em um determinado período de tempo e dado um determinado intervalo estatístico de confiança.

Para os EVTEA realizados na VALEC, o CF@R deverá apresentar o desvio máximo negativo em relação ao valor esperado do VPL dos Fluxos de Caixa do empreendimento em estudo, já determinado na Avaliação Econômico-Financeira, considerando:

- O período de tempo em que a variação é estimada igual ao horizonte de tempo estabelecido para o empreendimento dentro do estudo;
- O intervalo de confiança de 95%.

Dada a natureza do CF@R, que é compatível com a ótica financeira do empreendimento, este não deve ser mensurado para VPL socioeconômico.

Outros indicadores poderão ser agregados à análise, desde que apresentem facilidade de sua compreensão, sejam de amplo uso em análise de risco por empresas ou governos e sejam confiáveis.

O analista deverá tecer considerações sobre os resultados da SMC e indicadores de risco apurados e apresentar suas conclusões.

#### **8.4.7. Análise de Riscos Intangíveis.**

Eventos de risco, que não possuem a prerrogativa de admitir avaliação probabilística, devem ser analisados em termos descritivos.

De modo organizado e enumerado deve-se caracterizar os eventos de risco, fornecendo suas causas e possíveis consequências. Bem como apresentar as técnicas de coleta e exposição dos dados, e posterior análise crítica, fornecendo o tratamento julgado mais adequado para o risco.

### **8.5. PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RISCOS**

Consiste em estabelecer um encadeamento de ações com a finalidade de modificar ou tratar a probabilidade e/ou o impacto dos eventos de risco. Incentivando os eventos benéficos e tentando evitar ou mitigar os eventos danosos.

As propostas de tratamento dos riscos, a serem apresentadas (tabela 52), devem considerar os custos e benefícios de cada ação, avaliando a economicidade da resposta ao risco e examinando possíveis riscos residuais, advindos do tratamento aplicado.

É indispensável que o estudo de viabilidade aponte a importância de que dentro da futura estrutura administrativa do projeto seja identificado ou designado um profissional, ou mesmo uma equipe técnica, responsável sobre o risco e seus respectivos tratamentos sugeridos. O qual fornecerá todas as informações necessárias a respeito do evento.

As propostas para o tratamento dos riscos podem ser desenvolvidas a partir da utilização das seguintes técnicas:

#### **8.5.1. Ameaças**

##### ***Eliminar***

Tem o propósito de reorganizar as ações planejadas de forma a eliminar os riscos, sem que haja alteração no projeto.

Esta é uma boa estratégia quando um risco é potencialmente de grande impacto.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 105 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	----------------------

### ***Mitigar***

O plano de mitigação de risco consiste na proposição de ações a serem desenvolvidas e executadas, de forma que a probabilidade de ocorrência do risco seja reduzida. Podem-se incluir planos de contingência para tratar o impacto do risco, que podem ocorrer apesar das tentativas de mitigá-lo.

Os planos de mitigação e de contingência são frequentemente gerados para os riscos cujas consequências são determinadas como elevadas ou inaceitáveis.

### ***Transferir***

Consiste em transferir o impacto e gestão do risco para outra pessoa ou grupo.

Normalmente as transferências são formalizadas em contratos de projetos, podendo-se citar, como exemplo, o seguro.

### ***Aceitar***

Outros riscos podem ser aceitos e simplesmente monitorados.

Aceitar o risco significa que ele foi identificado e registrado, entretanto, nenhuma ação será tomada. Simplesmente se aceita que ele possa acontecer e decide-se como lidar, caso ocorra.

Esta é uma boa estratégia para usar com riscos muito pequenos, para os quais o custo de tratamento supera as perdas resultantes de sua ocorrência, ou seja, aqueles que não tenham muito impacto sobre seu projeto e caso aconteçam, podem ser facilmente tratados quando surgirem.

## **8.5.2. Oportunidades**

### ***Explorar (o oposto do eliminar)***

Recurso que visa garantir que a oportunidade seja definitivamente concretizada.

A exploração, geralmente utilizada em oportunidades de grande impacto, consiste em adicionar trabalho (preferencialmente especializado) ou mudar as ações do projeto para assegurar que a oportunidade ocorra.

### ***Melhorar (o oposto de mitigar)***

Consiste em desenvolver ações com o objetivo de aumentar a probabilidade e/ou os impactos positivos do evento de risco.

Visa identificar os principais acionadores dos riscos de impacto positivo e atuar de forma a maximizar as possibilidades de as oportunidades acontecerem.

### ***Compartilhar***

Transferir a propriedade total ou parcial da oportunidade a um terceiro que seja mais capacitado a fornecer auxílio para que essa oportunidade seja alcançada e/ou para aproveitar as vantagens do risco, em prol do projeto.

Fazer alianças, por meio de parcerias, criar equipes ou um novo empreendimento podem ser citados como meios de compartilhar oportunidades.

Tipo de Documento: MANUAL	Unidade Responsável SUDEN/DIPLAN	Aprovação DIREX	Processo: 51402.209180/2018-39	Código: 1.1.1.MAN.2.001	Página 106 de 106
------------------------------	-------------------------------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------	----------------------

### **Aceitar**

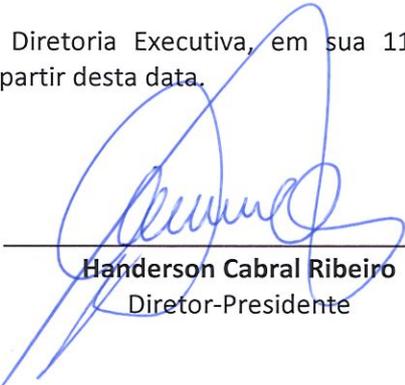
Assim como no tratamento às ameaças, este recurso indica que a equipe responsável resolveu não alterar o plano do projeto para lidar com um risco ou foi incapaz de identificar outra estratégia aplicável.

Geralmente utilizada para oportunidades de pequeno impacto sendo que, neste caso, tira-se proveito caso a oportunidade ocorra.

*Tabela 4 - Matriz de Alocação de Riscos*

Fase Responsável	Riscos da Fase de Construção		Riscos da Fase de Operação		Riscos da Fase de Construção e Operação		
	Risco de Projeto	Risco de Construção	Risco Operacional	Risco de Fornecimento de Insumos	Risco de Taxa de Juros	Risco Ambiental	Risco regulatório
SPE	Garantias dadas aos Financiadores						
Construtor	Incluir no Contrato de Construção	Contrato por preço fixo	Penalidades previstas em Contrato (para falhas encontradas no primeiro teste de operação)				Limitado à obtenção de licenças de construção
Operador			Penalidades previstas e/ou remoção do operador (para os testes posteriores)				
Bancos					Derivativos		
Seguradoras		Cobertura Securitária				Cobertura Securitária	

Este Manual foi aprovado pela Diretoria Executiva, em sua 1178ª Reunião Extraordinária, realizada 28/08/2018, e entrará em vigor a partir desta data.



---

**Handerson Cabral Ribeiro**  
Diretor-Presidente