



EB-ESCOPO BÁSICO 01

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E
AMBIENTAL - EVTEA DE EMPREENDIMENTO
FERROVIÁRIO



Sumário

EB-ESCOPO BÁSICO 01	1
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL - EVTEA DE EMPREENHIMENTO FERROVIÁRIO	1
INTRODUÇÃO	3
OBJETIVOS	3
APRESENTAÇÃO	5
1. DEFINIÇÃO	6
2. ESTUDOS E ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDOS	6
2.1 Caracterização do Empreendimento	7
2.2. Estudos de Engenharia	8
2.3. Estudos Ambientais.....	14
2.4 Estimativas dos Custos do Empreendimento	18
2.5. Estudos Socioeconômicos.....	22
2.6. Definição e Cálculo dos Benefícios Diretos e Indiretos	31
2.7. Análise Socioeconômica	35
3. APRESENTAÇÃO DE RELATÓRIOS	43
3.1. Relatório Preliminar	43
3.2. Relatório Final.....	44
BIBLIOGRAFIA	48
ANEXO A.....	50
A1. ESTUDOS OPERACIONAIS	51
A1.1. Estimativa dos Investimentos Operacionais.....	51
ANEXO B	74



INTRODUÇÃO

Em atendimento a uma das atribuições do DNIT de estabelecer normas e procedimentos para Estudos de Viabilidade de Ferrovias foram elaborados dois Escopos Básicos – EB-01 e EB-02, os quais apresentam diretrizes para contratação, elaboração e análise de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA do setor ferroviário.

O primeiro escopo básico (EB-01) destina-se a servir como diretriz para preparação de termo de referência de edital, contratação, elaboração e acompanhamento do desenvolvimento de EVTEA, visando à construção de novas ferrovias, bem como adequação e duplicação de linhas existentes.

Por sua vez, o escopo básico (EB-02) destina-se a servir como diretriz para preparação de termo de referência de edital, contratação, elaboração e acompanhamento do desenvolvimento de EVTEA, com intuito de solucionar conflito urbano envolvendo as ferrovias existentes.

OBJETIVOS

Como objetivo geral, ambos os escopos visam orientar a contratação, elaboração e análise de projetos do setor ferroviário nacional, os quais tem como finalidade avaliar sob a ótica socioeconômica se os seus benefícios advindos dos investimentos a realizar superam os custos previstos.

Por outro lado, como objetivos específicos o EB-01 visa orientar a contratação, elaboração e análise de EVTEA de projetos de construção de novas ferrovias, bem como adequação e duplicação de linhas existentes, enquanto o EB-02 visa orientar a contratação, elaboração e análise de EVTEA com intuito de solucionar conflito urbano envolvendo as ferrovias existentes.

DNIT

APRESENTAÇÃO

Este Escopo Básico, EB-01, reúne as diretrizes para elaboração e apresentação de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) de empreendimentos ferroviários destinados tanto a construção de novas vias, quanto a adequação de capacidade, modificação de traçado, ou duplicação de linhas existentes.

O mesmo incorpora contribuições de diversos trabalhos e manuais de projetos e de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental de instituições nacionais e internacionais.

Visa ainda à uniformização de diretrizes do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT) para elaboração de EVTEA ferroviário, bem como permitirá a aferição de qualidade dos EVTEA's, na medida em que os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental de ferrovias, a partir de então, deverão ter no mínimo os requisitos técnicos definidos neste escopo básico.

Os dois primeiros capítulos do EB-01 tratam das orientações para elaboração do EVTEA, enquanto o Capítulo 3 define o conteúdo e a forma de sua apresentação.



EB- 01: EVTEA DE EMPREENDIMENTO FERROVIÁRIO

1. DEFINIÇÃO

Denomina-se Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental de Ferrovias o conjunto de estudos desenvolvidos com vistas às análises técnica, ambiental e socioeconômica de viabilidade das alternativas dos projetos destinados tanto a construção de novas vias, quanto à adequação de capacidade, modificação de traçado e duplicação de trechos de responsabilidade do DNIT.

O EVTEA deverá demonstrar que dentre as intervenções possíveis uma delas oferece maior benefício que as demais, em termos de menor impacto ambiental e de menor custo de construção.

2. ESTUDOS E ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDOS

Os estudos a serem desenvolvidos deverão ter a sequência seguinte:

- Estudos de Engenharia
- Estudos Ambientais
- Estimativas dos Custos do Empreendimento
- Estudos Socioeconômicos
- Definição e Cálculo dos Benefícios
- Análise Socioeconômica

Entretanto, todos deverão ter início e desenvolvimento simultâneo, de modo que no decorrer desses sejam verificadas as melhores alternativas de traçado da nova via ou de intervenção, nos casos de adequação de capacidade, modificação de traçado e duplicação de trechos de responsabilidade do DNIT.



No decorrer do desenvolvimento dos estudos, desde os de engenharia até os ambientais, deverão ser realizados os cálculos dos benefícios relativos à Análise Socioeconômica, permitindo, inclusive, que seja feita a análise socioeconômica preliminar das alternativas.

No desenvolvimento dos estudos a seguir especificados recomenda-se adotar, no que couber, as disposições dos Escopos Básicos – EB e Instruções de Serviços – IS do DNIT, constantes da Publicação IPR – 726, Diretrizes Básicas para Estudos e Projetos Rodoviários, Rio de Janeiro, 2006; Diretrizes Básicas Para Elaboração de Estudos e Programas Ambientais Rodoviários.

ESCOPOS BÁSICOS / INSTRUÇÕES DE SERVIÇO nas especificações relativas aos serviços e materiais adotar, também no que couber, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, American Railway Engineering and Maintenance – AREMA e American Society for Testing and Materials - ASTM.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Precedendo os estudos será elaborado texto com a descrição das principais características técnicas do empreendimento, seu enquadramento nas políticas públicas do setor e em planos e programas nacionais e as razões pelas quais é desenvolvido. Também será apresentado um mapa de situação do empreendimento¹.

¹

O mapa de situação do empreendimento deve localizá-lo geograficamente, destacando a identificação das características socioeconômicas, produtivas e gerais da região. Nesse caso, devem ser destacados os principais acessos ao empreendimento – rodovias, ferrovias, hidrovias, a divisão político-administrativa e outros temas que possam contribuir para a compreensão da dinâmica na área, tais como PIB per capita, total populacional, entre outros. Especificamente quanto à representação dos acessos terrestres, estes devem ser indicados considerando-se a interligação das localidades de obra selecionadas, igualmente utilizando-se a toponímia (legenda) oficial adotada pelo Ministério dos Transportes. Já na divisão político-administrativa, deve ser obrigatória a representação municipal e de núcleos urbanos, tais como vilas e sub-bairros inseridos (ou no entorno) da obra. Essas informações podem ser obtidas junto ao IBGE ou prefeituras.



2.2. ESTUDOS DE ENGENHARIA

Os Estudos de Engenharia devem apresentar, de acordo com o tipo do empreendimento, e acompanhados das devidas estimativas de investimento:

- traçado da linha;
- plano de vias;
- obras-de-artes especiais.
- localização e extensão dos desvios de cruzamento que deverão ser ampliados e implantados;
- projeto das áreas de terminais, pátios ferroviários e acessos rodoviários externos e internos;
- projeto dos sistemas necessários à operação ferroviária (telecomunicação, controle e sinalização de trens);
- projeto das áreas de apoio (prédios da administração, residências de via e sistemas, oficinas e postos de manutenção e abastecimento de locomotivas, oficinas e postos de manutenção de vagões, pátios ferroviários das oficinas de manutenção e oficinas de manutenção de material rodante em serviço interno, guindastes socorro e equipamentos de via);
- para elaboração dos estudos de engenharia, deverá ser utilizado ferramentas de geoprocessamento compatível com o Banco de Dados Geográficos do DNIT. A área competente do DNIT deverá fornecer as especificações para compatibilidade de sistemas de referência e formatos.

Os Estudos de Engenharia deverão ser executados nas seguintes etapas consecutivas, a saber:



2.2.1. Coleta e Compilação de Dados e Documentos

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

a) Topográficos

- Plantas de levantamentos topográficos.
- Fotografias aéreas e fotomosaicos.
- Restituições aerofotogramétricas.
- Mapas cadastrais.
- Cartas topográficas.

b) Geológicos ou Geotécnicos

- Mapas geológicos.
- Resultados de testes e ensaios geotécnicos.
- Estudos e/ou trabalhos preexistentes relativos a aspectos geológicos-geotécnicos.

c) Climáticos e Fluviométricos

- Elementos relativos à hidrologia das bacias contidas na área em estudo e em zonas adjacentes, incluindo registros milimétricos, experiência de enchentes, 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).



- Dados e anotações colhidos em inspeções *in loco* das áreas em estudo.

Outros dados que provem ser de interesse para o projeto em particular, entre os quais:

- Suficiência estrutural e estado de conservação das estruturas, pontes e viadutos, cujas solicitações sejam passíveis de modificação em decorrência da implantação do projeto.
- Localização de linhas de transmissão de energia.
- Localização e natureza de outras obras dos serviços públicos (interceptores, emissários, tubulações de águas pluvias, adutoras).

Nesta fase devem ser contatados os órgãos e concessionários de serviços públicos responsáveis pelas instalações aéreas, ao nível do solo, subterrâneo e subaquáticas, sejam sob a forma de fios, cabos, dutos, tubulações, canalizações, canais ou galerias. Deverão ser também mantidos contatos com as empresas ferroviárias.

2.2.2. Identificação e Estudo das Alternativas de Traçado

Identificadas as condicionantes, definir precisamente as alternativas de traçado viáveis, considerados os seguintes aspectos:

a) Geologia e geotécnica

Com base nos dados coletados na fase anterior proceder execução das tarefas tais como: zonas de solos compressíveis e trechos alternativos de melhores características, zonas de solos com maior instabilidade quanto a cortes e as soluções técnicas necessárias. Havendo disponibilidade de fotografias aéreas, estas deverão ser empregadas para foto interpretar faixa ao longo das diretrizes básicas e, se possível, para pesquisa preliminar expedita de locais cujos materiais terrosos e rochoso se prestem a



execução de aterros ou pavimentos, visando determinar disponibilidades e distâncias de transporte. Os dados de sondagens e ensaios previamente coletados deverão ser analisados, determinando-se também a sua adequabilidade e suficiência para as exigências do projeto; deve-se verificar *in loco* os dados interpretados.

b) Terraplenagem

Deverá ser realizado um estudo preliminar de terraplenagem com nível de detalhamento compatível à precisão do trabalho nesta fase. Este estudo deverá cuidadosamente ponderar as alternativas que se apresentam quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, de modo a ajustar, entre outras, as necessidades de empréstimos e bota-foras e a disponibilidade de áreas para tal, levando ainda em conta os planos de urbanização e paisagismo existentes ou planejados, mútua compatibilização. Necessário ponderar ainda a conveniência e possibilidade de deslocamentos longitudinais extensos de volumes de terra para fins de compensação. Deverão ser também iniciadas pesquisas para determinação dos possíveis locais de caixas de empréstimo. Para tanto, serão identificadas - com base em dados preexistentes - áreas empregadas para obtenção de material de empréstimo para outras obras na região e verificada ainda a conveniência da localização de cada uma em relação ao projeto em foco, sob o duplo aspecto de distância e de interferência no tráfego urbano. Finalmente, com base nos estudos efetuados, elaborar quadro sucinto de orientação da terraplenagem, definindo a influência sobre os aspectos de bota-fora e empréstimo, bem como custos. O quadro deverá apresentar resumo dos volumes de corte, por categoria, e dos volumes de aterro a compactar.

c) Hidrologia e drenagem

Com base nos dados obtidos e compilados na fase anterior e com o objetivo de se obter o estabelecimento e definição da concepção do sistema de drenagem principal, compreendendo a configuração e função de sarjetas, valetas, bueiros transversais e



longitudinais, pontes e outros dispositivos de captação e escoamento das águas pluviais, executar as seguintes tarefas:

- determinação das bacias de drenagem, tanto em macro escala (rio, riachos, córregos) como micro escala (linhas de drenagem no terreno), utilizando os dados topográficos e aerofotogramétricos disponíveis e também, em áreas urbanas, a configuração e os sentidos de escoamento das redes de canalização das águas pluviais;
- análise dos dados pluviométricos de interesse disponíveis e cálculo dos elementos necessários não disponíveis a empregar no projeto de drenagem e como orientação para a construção, compreendendo: 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; indicar, onde conveniente, os postos que caracterizam a região, os instrumentos medidores e o período de observação.
- definição dos tempos de recorrência a adotar no dimensionamento de cada elemento de drenagem e das metodologias e processos de cálculo a empregar em consonância com as mais recentes normas, métodos ou orientações específicas do DNIT;
- determinar, baseado na(s) metodologia(s) determinada(s) ou aprovada(s) pelo DNIT, como descrito acima, os parâmetros: tempos de concentração; vazão de descarga; vazões de projeto para as diversas estruturas;

- dimensionamento hidráulico das estruturas de maior porte ou cujas posições ou dimensões possam influir na locação do projeto.
- consideração da influência de modificações no projeto da ferrovia sobre o sentido do escoamento, concentração das descargas pluviais e magnitude das obras de drenagem requeridas;
- avaliação dos impactos causados pelo remanejamento ou modificação do sistema de drenagem preexistente, incluindo a determinação do destino final das águas pluviais captadas e, onde couber, o estudo das canalizações principais de esgotos pluviais existentes e planejadas, dos rios e canais, determinando a capacidade de absorção dos fluxos coletados e drenados;
- análise dos dados fluviométricos disponíveis e cálculo dos demais elementos não disponíveis necessários ao projeto de pontes e bueiros de maior vulto, compreendendo: elaboração de fluviogramas de alturas d'água médias, máximas e mínimas mensais e dos fluviogramas correspondente às vazões de projeto, como acima determinadas, e características hidráulicas dos cursos d'água de maior porte cruzados ou acompanhados pelo traçado da via; verificação dos dados obtidos com base na experiência local de inundações.

d) Obras-de-arte especiais

Deve-se proceder à definição preliminar das necessidades de estruturas, tais como: pontes, viadutos, túneis, passarelas, muros de arrimo de maior porte, em função dos



dados geotécnicos, hidrológicos e geométricos disponíveis nesta fase. Serão estabelecidas ainda concepções e opções básicas de estruturas e suas fundações, bem como opções preliminares entre aterro e estrutura, muro de arrimo e desapropriação, 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. As representações das estruturas, compreendendo situação, extensão e largura, serão lançadas nas plantas e perfis do anteprojeto geométrico gráfico. Detalhes especiais ou adicionais importantes para a concepção e necessários para o perfeito entendimento do projeto serão apresentados à parte.

e) Faixa de domínio

Deve-se realizar uma estimativa do custo de desapropriação da faixa de domínio para cada alternativa sob análise. Esta será baseada em um levantamento dos preços de mercado para os diversos tipos de terrenos e construções dentro da faixa considerada, análise dos valores venais e levantamento de campo das propriedades atingidas, porém, sem entrar nelas, nem interpelar ou incomodar os moradores ocupantes das mesmas. É muito importante, devido ao peso deste item, que os critérios usados para avaliar os custos das diferentes alternativas sejam os mais semelhantes e coerentes possíveis.

f) Outros itens

Podem ser preliminarmente considerados todos os outros elementos que possam influir na concepção do projeto ou seus custos. Entre estes itens incluir sinalização, defensas, paisagismo, etc.

2.3. ESTUDOS AMBIENTAIS

Os Estudos Ambientais devem caracterizar a situação ambiental da área de influência do projeto nos aspectos físicos, bióticos, antrópicos, objetivando um conhecimento da região antes da implantação do empreendimento, servindo de referência para avaliação dos impactos ambientais advindos das obras, da operação da ferrovia, e dos passivos ambientais.

O produto dos Estudos Ambientais consiste na elaboração do *Diagnóstico Preliminar Ambiental* da área de influência direta do empreendimento e nas avaliações das ocorrências cadastradas nos levantamentos ambientais, e dos impactos ambientais que poderão decorrer com a execução das obras, visando a proposição de medidas de proteção ambiental. Desse Diagnóstico deverá constar o mapa de caracterização ambiental ².

Para o meio físico deve ser considerado, no mínimo, a topografia, geologia, geomorfologia, clima, uso e ocupação do solo, bacia hidrográfica e características geotécnicas do solo.

Com relação ao meio biótico deve ser realizada uma caracterização da flora e da fauna, em especial dos remanescentes florestais, e de outras formas de vegetação natural que

² O mapa de caracterização ambiental tem como finalidade básica apresentar as principais características ambientais da região de interesse e seu entorno, destacando, principalmente, a existência de Unidades de Conservação Ambiental e Terras Indígenas, bem como as demais informações de interesse ambiental disponíveis para a área. Dessa forma, o mapa deve apresentar as interfaces ambientais do projeto, como biomas, sítios arqueológicos, terras indígenas, áreas de proteção ambiental – APA, áreas de proteção permanente, quilombolas, bacias hidrográficas, núcleos urbanos, massas de água permanente, áreas de plantio e/ou criação de animais e áreas de extração mineral, entre outros temas relevantes. Sugere-se como exigência para a elaboração desses mapas as informações sobre rede hídrica e eventuais bacias hidrográficas. Outras informações, como tipo de vegetação predominante, geomorfologia da região, tipo de solos, área de queimadas e extensão de desmatamentos, entre outros, podem ser solicitados para a complementação de eventuais análises, em casos específicos. Um exemplo importante pode ser adotado nos casos de obras a serem executadas em áreas do Bioma da Mata Atlântica, considerada pela UNESCO como Patrimônio Ambiental da Humanidade e com prioridade de preservação. Em todos os mapas serão adotadas Áreas de Influência Ambiental Direta – AID e Indireta – AI com valores em torno de 2,5 km e 10 km de raio no entorno do empreendimento. Essas informações são importantes, pois mostram os limites aproximados das áreas que serão direta ou indiretamente afetadas durante a execução das obras. Cabe ressaltar que, para cada tipo de obra, o Ministério do Meio Ambiente, por meio do IBAMA, define o limite mais apropriado a ser adotado para cada caso.



poderão ser impactadas pelo empreendimento, e a identificação das áreas legalmente protegidas existentes na região, com informação da distância entre elas e o empreendimento.

Para o meio antrópico deve ser apresentada uma síntese da situação atual da socioeconomia das principais comunidades a serem atingidas pelo empreendimento, e a identificação, localização e descrição sucinta das áreas de valor histórico, arqueológico, espeleológico, cultural, paisagístico e ecológico, além das áreas indígenas.

Deverão ser verificadas, junto aos órgãos competentes, as existências de áreas a proteger e de fatores restritivos ao uso do solo para atividades ferroviárias (áreas urbanas, áreas legalmente protegidas).

Quanto ao passivo ferroviário – pátios, linhas a serem desativados – quando for o caso, apresentar os eventuais impactos e as medidas mitigadoras.

Nesta fase será desenvolvido um *Diagnóstico Preliminar Ambiental* ao nível de bibliografias – fontes governamentais de dados ambientais, fotos satélites, mapas temáticos, zoneamento ecológico-econômico, etc. – complementados por inspeções de campo para a perfeita caracterização ambiental da área de influência do projeto (física, biótica e antrópica).

Durante a elaboração dos estudos ambientais serão desenvolvidas também as seguintes atividades:

- a) acompanhamento da elaboração dos estudos da engenharia ferroviária, verificando sua adequação ambiental e apresentando, se necessário, soluções destinadas a eliminar ou minimizar os impactos potenciais;

- b) elaboração de pareceres que subsidiem as decisões da equipe de projeto em relação às áreas indicadas como fontes de materiais de construção, bem como proposições de recuperação ambiental destas áreas;
- c) verificação junto aos órgãos competentes da existência de fatores restritivos ao uso do solo (áreas urbanas e Unidades de Conservação);
- d) proposição de medidas para evitar ou mitigar problemas ambientais identificados através dos estudos;
- e) cálculo do passivo ambiental líquido da implantação e da operação do empreendimento para um horizonte temporal de, no mínimo, dez anos (somados os períodos de implantação e operação) e, no máximo, igual à vida útil estimada para o empreendimento (Quadro 1).

Os estudos ambientais desta fase poderão ser decisivos para a seleção da alternativa, caso alguma dessas alternativas perpassasse unidades de conservação ambientais, terras indígenas, etc., ou que seu impacto ambiental tenha mitigações onerosas a ponto de inviabilizá-la.

Adotar, no que couber, o disposto no EB-101 e IS 246 do DNIT relativo a Estudos Ambientais, constante da Publicação IPR – 726, Rio de Janeiro, 2006.

Quadro 1 – Estimativa do Passivo Ambiental Líquido

Discriminação	Implantação		Operação		
	Ano 1	Ano 2	Ano3	...	Ano t
1.Dano A					
Quantidade					
Valor, a custo de fatores					
2. Dano B					
Quantidade					
Valor, a custo de fatores					
...					
3. Dano Z					
Quantidade					
Valor, a custo de fatores					
4. Mitigação A					
Quantidade					
Valor, a custo de fatores					
5. Mitigação B					
Quantidade					
Valor, a custo de fatores					
...					
6. Mitigação Z					
Quantidade					
Valor, a custo de fatores					
Passivo Ambiental Líquido (4+5+6) – (1+2+3)					

2.4 ESTIMATIVAS DOS CUSTOS DO EMPREENDIMENTO

Com base nos estudos anteriormente abordados serão estimados os custos necessários à construção do empreendimento, segundo cada alternativa em estudo. As estimativas das quantidades deverão refletir o máximo grau de detalhe e precisão possível e adotar os mesmos critérios e conceitos para todas as alternativas em análise.

Para os itens da construção para os quais, em face do caráter preliminar do estudo não seja possível quantificar os serviços requeridos, seus custos serão orçados mediante a aplicação de porcentagens sobre os outros itens de construção. Os percentuais a utilizar serão baseados em experiência de obras similares, se possível na mesma região, e sujeitos a aprovação prévia do DNIT.



Será necessária a análise e atualização dos custos ou preços unitários reais pagos no passado, e uma comparação com os preços de projetos similares na região.

O investimento necessário, para cada uma das alternativas estudadas, deverá incluir, quando for o caso, os seguintes itens de custo direto e indireto:

- canteiros de obras
- mobilização e desmobilização
- terraplenagem
- drenagem
- obras-de-arte correntes
- superestrutura ferroviária
- obras-de-arte especiais
- sinalização
- obras complementares
- relocação de serviços públicos locais
- aquisição e transporte
- construção de acessos rodoviários aos principais pátios e pontos de transbordo de cargas
- reassentamento de população afetada pelo empreendimento
- paisagismo e urbanização
- desapropriação da faixa de domínio e compra de direitos de acesso
- custo de estudos e projeto
- supervisão e gerenciamento
- custos ambientais

Na estimativa dos custos os valores serão referidos a preços da data-base do EVTEA e indicados em valores financeiros (preços de mercado).



a) Cronograma Físico-Financeiro dos Investimentos

Deverá ser apresentado um cronograma físico-financeiro dos investimentos, levando em consideração o tipo de obra e serviço na forma apresentada no Quadro 2. Será necessário um cronograma para cada alternativa a ser analisada.

b) Análise e Avaliação das Alternativas

De posse dos custos determinados no Quadro 2, dos custos operacionais (veja metodologia no Anexo 1) e de manutenção, deverão ser elaborados cronogramas financeiros das alternativas consideradas – Quadro 3, com base nos quais serão feitas as análises para a escolha da opção que apresentar os melhores indicadores de viabilidade.

Quadro 2 – Resumo dos Custos do Empreendimento

Discriminação	Investimentos de Referência (R\$)	Custos (R\$)			
		Financeiros		Econômicos	
		Fator de Atualização ⁽¹⁾	Custo	Fator de Conversão	Custo
Canteiros de obras					
Mobilização e desmobilização					
Terraplenagem					
Drenagem					
Obras-de-arte correntes					
Superestrutura ferroviária					
Obras-de-arte especiais					
Sinalização					
Obras complementares					
Realocação de serviços públicos locais					
Aquisição e transporte					
construção de acessos rodoviários aos principais pátios e pontos de transbordo de cargas					
Reassentamento de população afetada pelo empreendimento					
Paisagismo e urbanização					
Desapropriação da faixa de domínio e compra de direitos de acesso					
Custo dos estudos e projetos					
Supervisão e gerenciamento					
Custos ambientais					
CUSTO TOTAL					

⁽¹⁾ Fator de atualização monetária e cambial.

Quadro 3 – Cronograma Financeiro dos Custos e Serviços de Construção

Valores em R\$ de / /

Discriminação	Total	Custos Anuais			
		Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano N
Canteiros de obras					
Mobilização e desmobilização					
Terraplenagem					
Drenagem					
Obras-de-arte correntes					
Superestrutura ferroviária					
Obras-de-arte especiais					
Sinalização					
Obras complementares					
Realocação de serviços públicos locais					
Aquisição e transporte					
construção de acessos rodoviários aos principais pátios e pontos de transbordos de cargas					
Reassentamento de população afetada pelo empreendimento					
Paisagismo e urbanização					
Desapropriação da faixa de domínio e compra de direitos de acesso					
Custo dos estudos e projetos					
Supervisão e gerenciamento					
Custos ambientais					
CUSTO TOTAL					

2.4.1 Estimativas dos Custos de Manutenção

A metodologia das estimativas dos custos de manutenção consta do Anexo A, Estudos Operacionais, assim como as demais instruções sobre a operação da via, necessárias aos cálculos de capacidade para ajustes às estimativas de demanda.



2.5. ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS

Os estudos socioeconômicos compreenderão as seguintes atividades:

2.5.1 Delimitação das Áreas e Identificação dos Pólos

A área de estudo de uma ligação ferroviária é o espaço geográfico cujos intercâmbios sociais e econômicos - existentes ou previsíveis no horizonte de análise, aos quais é inerente a demanda por transporte, como decorrência da necessidade de movimentação de mercadorias - possam condicionar alterações significativas no esquema físico-operacional do sistema viário em estudo, ou possam por ele ser condicionados.

Em função de sua proximidade com a ferrovia, a área de estudo será dividida em áreas de influência direta e indireta, integradas por unidades geográficas homogêneas em termos socioeconômicos (estrutura social, econômica e de produção) e de infra-estrutura de transportes (fluxos de cargas e grau de acessibilidade das regiões vizinhas), particularmente da rede ferroviária que lhe serve.

Por último, nas áreas de influência direta e indireta, serão identificados os principais centros regionais concentradores de carga, isto é, os pólos emissores, receptores ou emissores/receptores de carga multimodal. Esses pólos são considerados as menores unidades espaciais para fins de estudos, em função das quais podem ser analisados os fluxos de cargas nos diversos segmentos do sistema viário em análise.

2.5.2 Caracterização das Áreas e Pólos

A caracterização das áreas e pólos deve incluir informações e dados estatísticos sobre a superfície territorial, infra-estrutura de transporte, população, produto, atividades econômicas, e mercados.



Com base nessas informações e dados, que devem ser coletados, na medida da disponibilidade, em instituições oficiais de pesquisa e de planejamento do Brasil, serão efetuadas as análises por áreas de influência e respectivas zonas de tráfego.

2.5.3. Demanda de Cargas

Os estudos de demanda de cargas para projetos ferroviários envolvem as três etapas seguintes, cujos detalhamentos são apresentados na seqüência:

- Análise da oferta multimodal de transporte existente.
- Estimativas da demanda potencial e da meta de transportes.
- Identificação dos fluxos e dos volumes operados nos pólos de carga.

2.5.3.1. Análise da Oferta Multimodal de Transporte Existente

O transporte ferroviário é essencialmente dependente da multimodalidade, necessitando, na maioria dos casos, de integração com outros modais, principalmente o rodoviário e o hidroviário.

Em razão disso, a rede multimodal da área de influência do projeto deve ser analisada, considerando os pontos logísticos de integração com outros modais e com a sub-rede ferroviária à qual está inserido o projeto.

Preferencialmente, essa análise deve ser associada a elementos geográficos e atributos de banco de dados. Essa rede, caracterizada como oferta de transporte, é considerada na identificação dos fluxos de carga a partir dos estudos de demanda.



2.5.3.2. Estimativas da Demanda Potencial e da Meta de Transporte

Os estudos de demanda devem indicar os volumes previstos para o projeto, por produto e patamar de demanda (horizonte), bem como a localização e consolidação dos pólos de cargas, em função desses volumes.

A determinação da demanda consiste na identificação dos volumes de carga com potencial para o transporte ferroviário. É fundamental a identificação dos produtos relevantes ao modal ferroviário, uma vez que nem todos os produtos são passíveis, real ou potencialmente, de serem transportados por ferrovias. Ressalta-se a importância de considerar as sazonalidades dos produtos e suas densidades nesses estudos.

A meta de transporte representa a demanda mínima esperada para a ferrovia, por horizonte, constituindo-se no fator gerador de receitas. Em geral, é determinada a partir de um percentual da demanda potencial estimada por tipo de produto. Vale dizer, a meta de transporte, não considera a demanda propriamente dita, apenas aquele volume para o qual existe a capacidade de transportar.

De um modo geral, as estimativas de demanda de carga compreendem a execução das seguintes atividades:

I. Coleta e levantamentos

- a) Coleta de dados existentes sobre área de influência do projeto, incluindo mapas, planos, estudos e dados de produção e consumo dos principais produtos que poderão ser transportados pela ferrovia em função de origens e destinos, tipos de vagões requeridos e



instalações disponíveis ou necessárias, bem como quaisquer indicadores das variações sazonais de produção.

- b) Levantamentos do potencial de produção da área de influência do projeto e obtenção de quaisquer dados adicionais de cargas passíveis de serem transportadas pela ferrovia, necessários ao desenvolvimento dos estudos.
- c) Pesquisa de origem e destino – de modo a determinar os fluxos de transporte, se necessário realizar pesquisa de origem e destino junto aos potenciais clientes da ferrovia na sua região de influência, solicitando as seguintes informações: produto/mercadoria, volume anual, origem, destino, ponta rodoviária, frete, etc.
- d) Coleta de estimativas disponíveis da demanda atual e potencial, por produto, passível de ser transportada por ferrovia.

II. Projeções

Com base nas coletas, levantamentos e pesquisas empreendidas serão projetados os volumes anuais de carga (adicional ou potencial) ferroviária, para cada alternativa estudada, por produto, em tonelada-quilômetro-útil (tku), ao longo de um horizonte temporal, para os períodos de implantação e operação do projeto, de 30 (trinta) anos ou igual à vida útil do empreendimento.

Para as projeções de demanda de cargas recomendam-se os seguintes procedimentos metodológicos:

- para a demanda gerada e potencial relativas ao mercado interno fazer correlação com crescimento do Produto Interno Bruto – PIB, do Brasil, dos Estados ou Municípios da área de influência da ferrovia em análise;



- para a demanda gerada e potencial relativas ao mercado internacional – para produtos como soja, siderurgia, etc. – fazer correlação com o crescimento da demanda do mercado exterior desses produtos.

Essas correlações tanto são necessárias para projeções por tendência histórica como para projeções por cenários³ prospectivos. No caso das projeções do PIB utilizar projeções de instituições nacionais especializadas, assim como no caso do mercado internacional tomar com base projeções de instituições especializadas nesses mercados.

2.5.3.3. Identificação dos Fluxos de Carga e Volumes Operados nos Pólos de Carga

Identificados os fluxos de carga, em função da meta de transporte, devem ser elaborados quadros indicativos da previsão de tonelagem útil – TU, tonelagem-quilômetro útil – TKU e da distância média percorrida, por produto e horizonte de demanda (Quadros 4,5 e 6).

Ressalta-se a importância de considerar as sazonalidades dos produtos e suas densidades nesses estudos.

Além de alocar os fluxos de carga, é fundamental identificar os conseqüentes volumes operados nos pólos carga, que formam a base para a estimativa de investimentos em infra-estrutura de apoio.

3

Segundo GODET (1999) “cenários são conjuntos formados pela descrição de uma situação futura e o curso dos eventos que permitem que caminhemos da situação original para a situação futura. A palavra cenário é muitas vezes abusada, especialmente quando utilizada para descrever qualquer conjunto de hipóteses. É claro que essas hipóteses devem ser simultaneamente pertinentes, coerentes, plausíveis, importantes e transparentes para atingirem a todos nossos critérios.”

Os cenários possuem duas categorias ou bordagens, segundo GODET (1999):

- **exploratórias:** começando de tendências do passado e do presente e levando para futuros prováveis;
- **desejado ou normativo,** ao contrário, é a expressão do futuro baseada na vontade de uma coletividade, refletindo seus anseios e expectativas e delineando o que se espera alcançar num dado horizonte. Entretanto, como deve representar a descrição de um futuro plausível, o cenário desejado não pode ser a mera expressão incondicionada dos sonhos ou utopias de um grupo, mas antes um futuro que pode ser realizado como um desejo viável. Assim, o cenário desejado deve ser também uma descrição consistente de uma visão que leve em conta o contexto histórico e os recursos mobilizáveis pela coletividade



Os volumes movimentados em cada pólo de carga definido no projeto serão, então, identificados para cada patamar de demanda, por sentido (importação e exportação) e por produto movimentado (tipos de produtos atuais e futuros) (Quadro 7).

Quadro 4 – Produção prevista, em TU.

Produto	Horizonte de Demanda				
	A_1	A_2	A_3	...	A_n
P_1					
...					
P_n					

Quadro 5 – Produção prevista, em TKU.

Produto	Horizonte de Demanda				
	A_1	A_2	A_3	...	A_n
P_1					
...					
P_n					

Quadro 6 – Distância média por produto, em km.

Produto	Horizonte de Demanda				
	A_1	A_2	A_3	...	A_n
P_1					
...					
P_n					

Quadro 7 – Volume de transporte previsto para cada pólo de carga por grupo de produto, no ANO X *.

Unidade: TU 10 ³													
Sentido	Pólo de Carga		Atividade (exemplo)	Grãos	Óleo de Soja	Adubo Fertiliz.	Álcool	Derivado Petróleo	Açúcar	Algodão	Cimento	C. Geral	Total Ano TU 10 ³
	Nome	km											
Exportação	PC ₁		Entroncam. Carga/Desc.										
	....		Carga/Desc.										
	PC _n		Carga/Desc.										
Importação	PC ₁		Entroncam. Carga/Desc.										
	....		Carga/Desc.										
	PC _n		Carga/Desc.										
Total por P. de Carga	PC ₁		Entroncam. Carga/Desc.										
	....		Carga/Desc.										
	PC _n		Carga/Desc.										

* Observação: é necessária uma tabela desse tipo para cada horizonte de demanda considerado no estudo.

2.6. DEFINIÇÃO E CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS

Simultaneamente aos demais estudos que serão desenvolvidos (2.2 a 2.6), deverão ser definidos e calculados os benefícios, para ao final das estimativas dos investimentos seja possível fazer a avaliação das alternativas estudadas.

Os benefícios passíveis de identificação e de cálculo são definidos conforme indicado a seguir:

- a) benefícios diretos: resultantes de investimentos que impliquem reduções dos custos de transportes, da emissão de poluentes e dos custos de acidentes.
- b) benefícios indiretos: decorrentes do desenvolvimento social e econômico da região em face dos investimentos realizados. Os benefícios indiretos se expressam em termos do crescimento líquido da produção local, da valorização real das propriedades localizadas na área de influência da ferrovia, e, sobretudo da evolução social, da renda e da redistribuição adequada da população domiciliada na região estudada. Serão calculados também os impactos sobre a arrecadação tributária e sobre o emprego, durante o período da construção.

2.6.1. Identificação e Cálculo dos Benefícios Diretos

Na avaliação de projetos de novas ferrovias ou de adequação de capacidade, modificação de traçado, ou duplicação de linhas existentes de responsabilidade do DNIT identifica-se pelo menos os seguintes benefícios diretos: redução dos custos de transportes, redução dos custos de emissão de poluentes e redução dos custos de acidentes, para os quais são apresentados a seguir procedimentos para efetuar os respectivos cálculos.

a) Redução dos Custos de Transportes

A redução dos custos de transportes deve ser apropriada para a demanda que deixaria de usar outros modais, pois o projeto passa a ser considerado como um trecho de um novo caminho de menor custo, que deve ser comparado com o caminho que seria feito caso o projeto não existisse, apropriado ano a ano. Desta forma, o benefício deve considerar formulações de custo multimodal, que similarmente aos demais modais é calculada pela generalização da redução do custo de transporte.

Esse custo corresponde à tarifa média ou o preço médio que ele paga, mais o tempo gasto (avaliado monetariamente) para transportar a si ou ao seu produto da zona de origem para a de destino, pelas várias modalidades de transporte disponíveis.

Para a estimativa do benefício resultante da comparação dos custos de transporte dos modais ferroviário e rodoviário será adotado o procedimento sumariado no Quadro 8.

Quadro 8 – Estimativa do Benefício da Redução do Custo de Transporte

Ano	Demanda ⁽¹⁾ (toneladas)	Custo Generalizado Econômico				Benefícios Esperados (R\$) ⁽⁶⁾
		Ferrovia		Rodovia		
		(R\$/t.km) ⁽²⁾	(R\$) ⁽³⁾	(R\$/t.km) ⁽⁴⁾	(R\$) ⁽⁵⁾	
1						
...						
...						
n						

Notas: (1) Demanda adicional ou potencial de carga ferroviária. (2) Custo operacional ferroviário na extensão do trecho = custo operacional ferroviário x extensão do trecho objeto do projeto; (3) Custo do modal ferroviário = custo operacional ferroviário na extensão do trecho x demanda; (4) Custo operacional rodoviário na extensão do trecho = custo operacional rodoviário x extensão do trecho objeto do projeto. (5) Custo do modal rodoviário = custo operacional rodoviário na extensão do trecho x demanda; (6) = diferença entre os custos dos modais.

Observação: Poderão ser utilizados os seguintes custos operacionais (R\$/t.km) – ferroviário = 0,030 e rodoviário = 0,060, que correspondem as respectivas médias ajustadas (média aritmética + desvio padrão) dos valores disponibilizados pela extinta Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) – 0,032 e 0,060, Instituto de Pós-graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPEAD) – 0,028 e 0,048 e Operadores Privados – 0,035 e 0,060, fontes citadas em: Avaliação do Contorno Ferroviário de Araraquara e Pátio Tutóia, SP..

b) Redução dos Custos de Emissão de Poluentes

O benefício referente à redução de emissão de poluentes se dará apenas com o tráfego desviado de segmentos rodoviários que deixam de receber caminhões, cuja carga, ano a ano, é absorvida pela operação ferroviária do projeto em análise.

A metodologia de quantificação adotada deverá ser justificada até que se tenha uma metodologia própria. Entretanto, qualquer metodologia que seja utilizada deve considerar a quantificação de caminhões ano, com produção neste período de emissão que deixa de ser lançada na atmosfera.

c) Redução dos Custos de Acidentes

O benefício associado à redução de acidentes será contabilizado a partir do número atual de acidentes registrados por caminhões nas rodovias proporcionalmente ao número de caminhões que deixam de trafegar ano a ano pela transferência do produto para a ferrovia, em comparação com a rota que seria feita sem o projeto. O Quadro 9 resume os procedimentos metodológicos para estimativa do benefício.

Quadro 9 – Estimativa do Benefício da Redução de Acidentes de Trânsito

Discriminação	Acidentes de Trânsito			
	Com Vítimas		Sem Vítimas	Total
	Óbitos	Feridos		
Número de ocorrências na data-base				
Custo Unitário, em valores financeiros ⁽¹⁾				
Custo Total, em valores financeiros ⁽²⁾				
Custo Total, em valores econômicos ⁽³⁾				
Redução do Custo Total, em valores financeiros ⁽⁴⁾				
Redução do Custo Total, em valores econômicos ⁽⁵⁾				

Notas: (1) Esses valores poderão ser encontrados nos estudos: "Revisão da Metodologia e Resultados para a Estimativa de Custos de Acidentes de Trânsito em Rodovias Federais" (MT/DNIT - Relatório Final, 15/11/01 a 17/10/04 - Outubro de 2004); "Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras" (MPO/IPEA e MC/DENATRAN. Relatório Executivo. Brasília, 2006. Pág. 52, tabela 14). (2) Custo total financeiro = custo unitário financeiro x número de ocorrências na data-base; (3) Custo total econômico = custo total financeiro x Fator de Conversão; (4) Benefício da redução do custo total financeiro = custo total financeiro x % de redução dos acidentes após execução do projeto; Benefício da redução do custo total econômico = benefício da redução do custo total financeiro x Fator de Conversão.

2.6.2. Identificação e Cálculo dos Benefícios Indiretos

Deverão ser computados como benefícios indiretos resultantes do empreendimento, dentre outros, a valorização real de propriedades e os impactos sobre a arrecadação tributária e a geração de empregos, durante o período de construção da ferrovia, estimados da maneira que segue:

1) Valorização Real de Propriedades – resulta da análise comparativa de valores de propriedades situadas em regiões semelhantes, que disponham de transporte adequado, considerando as distâncias dos grandes centros urbanos e as diferenças que eventualmente ocorram, em relação aos demais itens referentes à infra-estrutura.

2) Arrecadação Tributária – corresponde ao resultado da aplicação, sobre o valor total financeiro das obras, serviços e supervisão, das alíquotas dos tributos (União e Município) ⁴ constantes do quadro seguinte.

Custos Financeiros	Imposto	Alíquota
Obras e Serviços	CSLL	1,00
	IRPJ	1,20
	PIS/PASEP	0,65
	COFINS	3,00
	ISS	4,0 ^(*)
Supervisão	CSLL	1,00
	IRPJ	4,80
	PIS/PASEP	0,65
	COFINS	3,00
	ISS	4,0 ^(*)

(*) Valor médio

⁴

Os tributos estaduais, em razão de dificuldades operacionais, são excluídos da estimativa do impacto tributário.

- 3) Geração Temporária de Empregos – obtida com a aplicação do “Modelo de Geração de Empregos – MGE do BNDES”⁵, que estima, para todos os setores da economia brasileira, a quantidade de ocupações, dos mercados de trabalho formal e informal, necessária para atender a um aumento da produção setorial de R\$ 10 milhões, a preços correntes médios de 2003. Para o setor de construção civil da economia, estimou a seguinte geração de empregos: 176 diretos⁶, 83 indiretos⁷ e 271 pelo efeito-renda⁸. Para estimar a geração de empregos temporários a partir do investimento total projetado para o empreendimento será necessário corrigir, mediante a aplicação dos índices gerais de preços do mercado (número índice mensal) (IGP-M), o valor financeiro na data-base do projeto para valor financeiro médio de 2003.

2.7. ANÁLISE SOCIOECONÔMICA

As análises socioeconômica do projeto compreendem a execução, para cada alternativa de traçado ou de intervenção considerada, de avaliações comparativas entre custos (investimentos para construção e operação do empreendimento e o custo operacional da via) e os benefícios estimadas.

Como premissa básica da avaliação, a análise socioeconômica deverá seguir métodos de remuneração do capital. Nesse processo, os benefícios e custos serão representados em

⁵ A metodologia do MGE encontra-se em Najberg, Sheila e Ikeda, Marcelo, *Modelo de Geração de Empregos: Metodologia e Resultados*, Textos para Discussão nº 72, Rio de Janeiro, BNDES, 1999. Ver também Najberg, Sheila e Pereira, Roberto de Oliveira, *Novas Estimativas do Modelo de Geração de Empregos do BNDES*, Sinopse Econômica, nº. 133, março de 2004, que atualiza os resultados do Modelo com os dados de produção e pessoal ocupado divulgados nas Contas Nacionais de 2002, do IBGE.

⁶ Emprego Direto: “mão-de-obra adicional requerida pelo setor onde se observa o aumento de produção”.

⁷ Emprego Indireto: “postos de trabalho que surgem nos setores que compõem a cadeia produtiva, já que a produção de um bem final estimula a produção dos insumos necessários à sua produção”.

⁸ Emprego pelo efeito-renda: “obtido a partir da transformação da renda dos trabalhadores e empresários em consumo, dado que ambos gastam parcela de sua renda adquirindo bens e serviços diversos, segundo seu perfil de consumo, estimulando a produção de um conjunto de setores e realimentando o processo de geração de emprego”.

modelos de fluxos de caixa, para um período de avaliação igual a 30 anos ou a vida do útil do empreendimento.

Nesse contexto, os custos e benefícios diretos constituem o foco principal da avaliação socioeconômica para o Governo.

Nas avaliações serão observadas as seguintes exigências:

1. todos os custos e benefícios deverão estar referidos a preços da data-base do projeto e indicados em valores financeiros (preços de mercado) e econômicos (preços a custo de fatores);
2. para transformar os valores financeiros dos custos e benefícios em valores econômicos serão utilizados os fatores de conversão (FC) constantes do Quadro 10.⁹
3. os valores anuais dos benefícios diretos serão projetados, a partir do 1º ano após a implantação do projeto até o último ano do horizonte temporal considerado.

⁹

A aplicação desses fatores de conversão tem por objetivo eliminar dos valores financeiros de projetos ferroviários os impostos indiretos (IPI, ICMS, etc.) e acrescentar, caso tenham sido concedidos, os subsídios governamentais, e com isto indicar os valores reais desses projetos para o conjunto da sociedade, isto é, os valores econômicos.

Quadro 10 – Fatores para Conversão (FC) de Valor Financeiro em Econômico

Custos (Obras e Serviços)		
	Canteiros de obras	0,700
	Mobilização e Desmobilização	0,810
	Terraplenagem	0,795
Construção	Drenagem e Obras- de-Arte Correntes (O.A.C.)	0,701
	Obras-de-Arte Especiais (O.A.E.)	0,733
	Sinalização	0,762
	Obras Complementares	0,590
	Realocação de serviços públicos	0,700
	Aquisição e transportes	0,700
	Construção de ac. rodoviários aos principais pátios	0,790
	Reassentamento de população afetada pelo empreend.	0,700
	Paisagismo e urbanização	0,700
Desapropriações	-	0,700
Custos ambientais	-	0,780
Estudos e projeto	-	0,700
Supervisão e gerenciamento	-	0,700
Custos de operação		0,700
Custos de manutenção		0,700
Benefícios		
Diretos	-	0,700

Fonte: MT/DNIT/DPP/IPR. Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários. Instruções para Apresentação de Relatórios. Publicação IPR 727, 2006.

Na análise socioeconômica devem ser considerados os investimentos necessários à construção da ferrovia e das instalações para operação, bem como os benefícios diretos resultantes da implantação do projeto.

Para fins de avaliação, os custos e os benefícios, de cada alternativa estudada, ao longo do período de avaliação, em valores econômicos, devem ser descontados, pela taxa de juros de longo prazo (TJLP) ¹⁰ – vigente no período de elaboração do projeto – para suas conversões em valores presentes. A TJLP, além de representar o custo de oportunidade do capital investido, reflete os valores no tempo e o risco derivado da decisão de investir.

¹⁰

A TJLP foi instituída, em 31.10.94, como o custo básico dos financiamentos concedidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. Seu valor é fixado pelo Conselho Monetário Nacional - CMN e divulgado até o último dia útil do trimestre imediatamente anterior ao de sua vigência. Em [moedas contratuais](#), a TJLP, é expressa em percentual ao ano.

Com os fluxos dos custos e dos benefícios presentes, ao longo do período considerado, será elaborado o Fluxo de Caixa, e a partir daí serão calculados os Indicadores da Viabilidade e realizada a Análise de Sensibilidade.

A) Fluxo de Caixa

O Fluxo de Caixa será elaborado e apresentado, respectivamente, de acordo com os Quadros 11 e 12.

B) Indicadores de Viabilidade

- a) Valor Presente Líquido (VPL): obtido subtraindo-se do fluxo de benefícios o fluxo de custos, ambos em valores presentes, isto é, descontados a uma dada taxa representativa do custo de oportunidade do capital. Expressa o que um projeto “rende”.

$$VPL = \sum_{x=1}^t \frac{B_x}{(1+i)^x} - \sum_{x=1}^t \frac{C_x}{(1+i)^x}$$

Onde, i = taxa de desconto; t = período específico; x = qualquer período.

- b) Relação Benefício/Custo (B/C): quociente entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Informa os “retornos ou ganhos” (benefícios) sobre cada unidade “gasta” (custos).

$$B/C = \frac{\sum_{x=1}^t \frac{B_x}{(1+i)^x}}{\sum_{x=1}^t \frac{C_x}{(1+i)^x}}$$

Onde, i = taxa de desconto; t = período específico; x = qualquer período.

- c) Taxa Interna de Retorno (TIR): taxa de desconto que iguala os totais dos benefícios e dos custos, ambos em valores presentes; vale dizer torna o valor presente líquido igual a zero, e a relação benefício/custo igual a um.

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} = 0$$

Onde, t = período específico; x = qualquer período.

$$TIR = \left(\frac{\sum_{t=0}^T B_t}{\sum_{t=0}^T C_t} \right)^{1/T}$$

- d) Tempo de Recuperação dos Custos ou “Payback”: indicador voltado à medida do tempo necessário para que um projeto “recupere” o capital investido. Representa o período de recuperação do investimento inicial. É obtido calculando-se o número de anos que será necessário para que os fluxos de caixa futuros acumulados igualem o montante do investimento inicial.

$$TRC = \frac{\sum_{t=0}^T C_t}{\sum_{t=0}^T B_t}$$

Onde, t = período específico.

Os valores dos Indicadores de Viabilidade apontarão que uma alternativa de empreendimento será economicamente viável quando:

- a) o valor presente líquido (VPL) for positivo. Se o VPL for negativo o projeto, é inviável e, se for igual a zero, o projeto é indiferente, ou seja, proporciona um ganho igual ao que seria obtido em um investimento alternativo considerando-se a mesma taxa de desconto;

- b) a relação benefício-custo (B/C) for maior que um. No caso do resultado ser menor que um, o projeto é inviável, e igual um, o projeto é indiferente, ou seja, proporciona um ganho igual ao que foi gasto;
- c) a taxa interna de retorno (TIR) for maior que a taxa de desconto utilizada. Se a TIR encontrada for menor o projeto é inviável e, se for igual, o projeto é indiferente;
- d) o tempo de recuperação dos custos ou “payback” indicar ser possível recuperar o capital dentro da vida útil do projeto. Quando isto não for possível o projeto deve ser descartado.

Quadro 11 – Metodologia de Cálculo do Fluxo de Caixa

Ano	Valor Anual a Custo de Fatores			Valor Presente			
	Custo	Benefício	Benefício Líquido	Custo	Benefício	Benefício Líquido	
						Anual	Acumulado
1	C_1	B_1	$B_1 - C_1$	$D_1 = C_1$	$E_1 = B_1$	$F_1 = E_1 - D_1$	$G_1 = F_1$
2	C_2	B_2	$B_2 - C_2$	$D_2 = C_2/(1+i)$	$E_2 = B_2/(1+i)$	$F_2 = E_2 - D_2$	$G_2 = G_1 + F_2$
3	C_3	B_3	$B_3 - C_3$	$D_3 = C_3/(1+i)^2$	$E_3 = B_3/(1+i)^2$	$F_3 = E_3 - D_3$	$G_3 = G_2 + F_3$
4	C_4	B_4	$B_4 - C_4$	$D_4 = C_4/(1+i)^3$	$E_4 = B_4/(1+i)^3$	$F_4 = E_4 - D_4$	$G_4 = G_3 + F_4$
...
t	C_t	B_t	$B_t - C_t$	$D_t = C_t/(1+i)^{t-1}$	$E_t = B_t/(1+i)^{t-1}$	$F_t = E_t - D_t$	$G_t = G_{t-1} + F_t$

Nota: i = taxa de desconto.

Quadro 12 – Fluxo de Caixa Socioeconômico

Discriminação	Implantação		Operação		
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	...	Ano t
1. Gastos com Implantação, a custo de fatores					
2. Gastos com Implantação, em valor presente					
3. Passivo Ambiental Líquido, a custo de fatores					
4. Passivo Ambiental Líquido, em valor presente					
5. Total de Custos Socioeconômicos, a custo de fatores (1+3)					
6. Total de Custos Socioeconômicos, em valor presente (2+4)					
7. Total de Benefícios Socioeconômicos, a custo de fatores					
8. Total de Benefícios Socioeconômicos, em valor presente					
9. Fluxo de Caixa Socioeconômico, a custo de fatores (7-5)					
10. Fluxo de Caixa Socioeconômico, em Valor Presente (8-6)					

Indicadores de Viabilidade Socioeconômica	
Valor Presente Líquido (VPL)	
Relação Benefício/Custo (B/C)	
Taxa Interna de Retorno (TIR)	

C) Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade deverá ser realizada considerando variações naquelas variáveis mais suscetíveis de alterações por conta de ocorrências externas ao empreendimento, os chamados fatores exógenos. Nesse sentido devem ser considerados: os gastos totais (investimentos e custos operacionais), os benefícios totais e a taxa de desconto. É recomendável analisar também variações em alguns itens desses gastos totais, como por exemplo, terraplenagem e combustíveis. Outra variável estratégica que deverá ser considerada na análise de sensibilidade é a demanda de carga prevista como meta.

Assim, cada variável significativa do empreendimento deverá ser alterada, de forma isolada ou combinada, em vários pontos percentuais acima e abaixo do valor esperado e calculados os novos Indicadores de Viabilidade.

O resultado indica a sensibilidade dos Indicadores de Viabilidade a estas mudanças vale dizer, o impacto das alterações feitas na viabilidade do projeto. Por intermédio desta análise é possível identificar necessidades de alterações ou correções dos valores originais projetados, bem como proporcionar uma boa percepção sobre o risco do projeto.

A análise de sensibilidade será realizada considerando pares de variações percentuais simultâneas (aumentos dos custos de 10%, 20% e 30%, com os benefícios inalterados; reduções nos benefícios nos mesmos percentuais, com custos inalterados e; aumentos dos custos de 10%, 20% e 30%, com reduções dos benefícios nos mesmos percentuais).

Quadro 13 – Análise de Sensibilidade Socioeconômica

Variação (%)		Indicador		
Custos	Benefícios	VPL	B/C	TIR
0	0			
	(-) 10			
	(-) 20			
	(-) 30			
(+) 10	0			
	(-) 10			
	(-) 20			
	(-) 30			
(+) 20	0			
	(-) 10			
	(-) 20			
	(-) 30			
(+) 30	0			
	(-) 10			
	(-) 20			
	(-) 30			

D) Análise de Riscos

A análise dos riscos de pré-construção e construção relacionados ao projeto será de fundamental importância, pois permitirá sejam indicadas ações mitigadoras para os que venham a ser identificados, a fim de proporcionar aos patrocinadores e financiadores do projeto maior segurança para decidir sobre suas respectivas participações.

3. APRESENTAÇÃO DE RELATÓRIOS

Para elaboração e apresentação de relatórios observar, no que couber, o disposto anteriormente neste EB e na IAR 02 - Relatórios dos Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica-Ambiental de Rodovias, do DNIT, constante da Publicação IPR 727 – Diretrizes Básicas para Elaboração e Apresentação de Relatórios – Instruções para Apresentação de Relatórios, Rio de Janeiro, 2006.

3.1. RELATÓRIO PRELIMINAR

Será apresentado o Relatório Preliminar dos Estudos de Viabilidade Técnico, Econômica, Ambiental contendo a descrição dos estudos desenvolvidos na Fase Preliminar, além das recomendações relativas aos trabalhos a serem realizados na Fase Definitiva, conforme discriminado a seguir:

RELATÓRIO PRELIMINAR			
VOLUME	TÍTULO	FORMATO	Nº DE VIAS
1	Relatório Preliminar do Estudo - Descrição sucinta dos estudos realizados - Conclusões e recomendações	A4	01

No Relatório Preliminar, além da descrição sucinta dos estudos desenvolvidos deverão constar as justificativas e metodologias utilizadas, bem como os resultados obtidos, e os custos de todos os serviços e obras necessários, os cálculos dos benefícios, as análises técnico-econômicas para cada alternativa estudada, indicando e justificando os métodos adotados e realizando, inclusive, a análise preliminar das alternativas.

O Relatório Preliminar deverá ser submetido à apreciação do DNIT para aprovação e, uma vez aprovado, ensejará o prosseguimento dos trabalhos na fase definitiva.

3.2. RELATÓRIO FINAL

O Relatório Final dos Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica – Ambiental contendo os estudos de viabilidade e as conclusões obtidas, o qual será submetido à aprovação do DNIT, com base em pareceres conclusivos da Diretoria de Infra-estrutura Ferroviária - DIF.

Será, inicialmente, apresentado em forma de Minuta ¹¹ e, posteriormente como Impressão definitiva, constituindo-se basicamente dos seguintes documentos:

O Volume 1 - Relatório do Estudo. Volume contendo informações de caráter mais gerencial, onde na sua primeira parte deverá conter a descrição sucinta dos Estudos Realizados, em especial do Estudo de Viabilidade, contendo a síntese das conclusões e recomendações observadas, de tal modo a orientar as etapas seguintes ao EVTEA, referentes à elaboração dos Projetos de Engenharia e da obtenção das Licenças Ambientais. Na sua segunda parte deverá trazer informações sintéticas sobre a Licitação, Contrato, a Empresa Contratada, os certificados, registros e autorizações da empresa e dos profissionais nos órgãos de controle do exercício da profissão.

Deverá trazer no verso de sua contra-capa um envelope fixado adequadamente, contendo mídia magnética (CD ou DVD) onde devem estar gravados todos os arquivos fonte (editáveis) obtidos ou gerados durante a elaboração do EVTEA, além dos arquivos de impressão que geraram os volumes impressos dos Relatórios apresentados. Os arquivos deverão estar dispostos em uma estrutura de diretórios e subdiretórios adequados a cada assunto abordado.

Este relatório deverá conter um resumo dos seguintes estudos realizados:

- Estudos de Engenharia.
- Estudos Ambientais.

¹¹

Para distinguir esta versão da impressão definitiva será colocada, em cada folha, uma tarja transversal com a palavra MINUTA.

- Estimativas dos Custos do Empreendimento
- Estudos Socioeconômicos.
- Definição e Cálculo dos Benefícios.
- Análise Socioeconômica.

O Volume 2 – Memória Justificativa. Deverá conter todos os Estudos Realizados integralmente, a memória descritiva e justificativa dos estudos realizados, das metodologias empregadas e dos resultados obtidos.

No Volume 3 – Estudos de Viabilidade. Deverão ser apresentadas a metodologia usada na verificação da viabilidade, as alternativas testadas comparativamente num cenário “SEM O PROJETO” e “COM O PROJETO” em análise, a identificação das ferramentas software usadas nas avaliações econômicas e outras informações gerais relevantes.

Devem ser apresentadas de forma analítica todos os custos dos investimentos em serviços e obras necessários as análises técnico-econômicas, para cada alternativa estudada, indicando e justificando os métodos adotados, assim como, os quantitativos dos benefícios decorrentes desses investimentos. Conclusivamente deverá ser apresentados a avaliação socioeconômica e financeira em sua forma completa apresentando no mínimo os indicadores TIR, VPL, B/C, B-C e Pay Back, de cada alternativa testada no Projeto em análise, e, se for o caso, apresentar o ano ótimo de abertura, dentro de um quadro de sensibilidade onde se majoram os custos em até 25% concomitantemente com a minoração dos benefícios em até 30%. As análises econômicas devem ser feitas usando como taxa de desconto a TJLP vigente no período dos estudos.

Este volume também deverá apresentar tópico de “Recomendações e Conclusões” contendo analiticamente orientações, instruções e observações relevantes para as etapas seguintes de elaboração de Projetos de Engenharia e da obtenção das Licenças Ambientais.

O Relatório Final dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Ambiental de Ferrovias deverá ser apresentado conforme discriminado a seguir:

RELATÓRIO FINAL			
VOLUME	TÍTULO	FORMATO / Nº DE VIAS	
		MINUTA	IMPRESSÃO DEFINITIVA
1	<ul style="list-style-type: none">– Relatório do Estudo– Descrição sucinta dos estudos realizados– Conclusões e recomendações.– Dados da licitação, Contrato, Empresa e Profissionais– Mídia Magnética (CD ou DVD) com todos os arquivos fontes e de impressão.	A4 / 01	A4 / 03
2	<ul style="list-style-type: none">– Memória Justificativa– Memórias descritivas– Justificativas dos estudos realizados– Estudos Socioeconômicos– Estudos de Engenharia– Estudos Ambientais– Estimativas dos Custos do Empreendimento– Análise e escolha da melhor alternativa	A4 / 01	A4 / 03
3	<ul style="list-style-type: none">Análise de Viabilidade- Custos de Construção– Custos de Operação– Custos Ambientais– Custos de operação e de manutenção– Benefícios Diretos– Análise Socioeconômica– Conclusões e Recomendações	A4 / 01	A4 / 03

Deve ser observado que o Volume 1 – Relatório do Estudo deverá conter os documentos abaixo:

- Cópia do Termo de Referência que serviu de base para a elaboração do Estudo.
- b) Identificação dos profissionais responsáveis pela elaboração de cada um dos itens constituintes do Estudo, com os nomes completos e respectivos números de registro do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA, do Conselho Regional de Economia – CORECON, ou outro conselho de classe no qual o profissional esteja registrado.



- Cópias dos comprovantes de quitação do conselho de classe dos profissionais responsáveis pela elaboração de cada um dos itens constituintes do Estudo.
- Inscrição no Cadastro Técnico Federal do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, dos profissionais de nível superior que participaram da elaboração dos Estudos Ambientais.

BIBLIOGRAFIA

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. *Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte*. Washington, D. C., 2006.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Roteiros e Manuais. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/produtos/download/default.asp>

BRAGANÇA, Gabriel Fiuza de; ROCHA, Kátia; CAMACHO, Fernando. Camacho. *A taxa de remuneração do capital e a nova regulação das telecomunicações*. Textos para Discussão nº. 1160, IPEA. Rio de Janeiro, fevereiro de 2006.

BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. Departamento de Engenharia e Construção. Centro de Excelência em Engenharia de Transportes. *Manual para apresentação de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental de projetos de grande vulto*. (modal ferroviário). tomo 3. volume 1. relatório final. Maio 2008.

BRASIL. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. Departamento de Engenharia e Construção. Centro de Excelência em Engenharia de Transportes. *Manual para apresentação de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental de projetos de grande vulto*. (modal ferroviário). tomo 3. volume 3. apêndices. Maio 2008.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Manual de Apresentação de Estudos de Pré-viabilidade de Projetos de Grande Vulto*. Versão 1.0. Brasília, outubro de 2005.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ministério das Cidades. Departamento Nacional de Trânsito. *Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras*. Relatório Executivo. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Associação Nacional de Transportes Públicos. *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras*. Relatório Executivo. Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos / instruções de serviço*. – 3. ed. - Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: instruções para apresentação de relatórios*. - Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Revisão da metodologia e resultados para a estimativa de custos de acidentes de trânsito em rodovias federais*. Relatório Final, 15/11/01 a 17/10/04. Outubro de 2004.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Planejamento. Organização dos Estados Americanos. Congressos Pan-Americanos de Rodovias. *Manual interamericano de avaliação econômica dos projetos rodoviários, relatório final. Comissão I – Planejamento Viário. Proposição da Presidência*. Caracas, 1979. Divisão de Processamento de Dados e Documentação. Centro de Documentação – Sv.Pb – Sv. Gr. Rio de Janeiro – Brasil, 1979.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria Geral. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de normalização*. 3. ed. - Rio de Janeiro, 2009.

B & A Brasileiro e Associados. Cenários Prospectivos. Revista Eletrônica. Edição 33^a. Novembro – Dezembro 2007.

MENDOZA, Ginés de Rus; CRUZ, Ofelia Betancor; MÉNDEZ, Javier Campos. *Manual de evaluación económica de proyectos de transporte*. Publicación del Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D. C., noviembre de 2006.

NAJBERG, Sheila; IKEDA, Marcelo. *Modelo de geração de empregos: metodologia e resultados*. Textos para Discussão nº. 72, BNDES. Rio de Janeiro, 1999.

NAJBERG, Sheila; PEREIRA, Roberto de Oliveira, *Novas estimativas do modelo de geração de empregos do BNDES*. Sinopse Econômica, nº. 133, março de 2004.

ROCHA, Kátia; CAMACHO, Fernando; FIUZA, Gabriel. *Custo de capital das concessionárias de distribuição de energia elétrica no processo de revisão tarifária — 2007-2009*. Textos para Discussão nº. 1174, IPEA. Rio de Janeiro, abril de 2006.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Acórdão 555/2005 – Plenário, publicado no DOU de 20/05/2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. *Metodologia para estudo de pré-viabilidade de um projeto ferroviário*. Antonio José Bicca. Florianópolis, 2001.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. *As Ferrovias no Brasil e Avaliação Econômica de Projetos: Uma Aplicação em Projetos Ferroviários*. Aline Eloyse Lang. Brasília, 2007.



ANEXO A

A1. ESTUDOS OPERACIONAIS

Os estudos operacionais da ferrovia permitem: (a) determinar os investimentos em material rodante, sistemas para operação de trens e instalações (de apoio, dos dormitórios das equipagens das locomotivas e dos prédios de administração, do centro de controle operacional e residências de via e sistemas); (b) estimar os custos de manutenção (da via permanente e das locomotivas e vagões) e da operação do Sistema; (c) calcular a tarifa; (d) estimar a receita.

Os valores estimados dos investimentos para operação da via, dos custos operacionais, das tarifas e das receitas serão referidos a preços da data-base do projeto e indicados em valores financeiros (preços de mercado).

A1.1. Estimativa dos Investimentos Operacionais

Preliminarmente a estimativa dos investimentos operacionais será feita a escolha do tipo de tração dos trens, em vista de sua influência nos comprimentos dos desvios de cruzamentos e nos pólos de carga, na necessidade de material rodante e nas suas instalações de apoio à manutenção. Cada tipo de tração representa uma alternativa de operação de trens, em função do número de locomotivas atuantes, envolvendo aspectos técnicos, operacionais, de investimentos e custos operacionais diferenciados. Em razão disso é importante analisar diferentes tipos de tração, de modo a fundamentar a escolha da melhor opção/solução. Nesse sentido será apresentado um quadro-resumo das vantagens e desvantagens dos tipos de tração analisados, e que se constituíram elementos decisivos na escolha da melhor opção/solução (Quadro A1).

Quadro A1 - Vantagens e desvantagens dos tipos de tração estudados

Tipo de Tração	Vantagens (exemplo)	Desvantagens (exemplo)
T_1	Menor número de trens em operação	Maior investimento em desvios cruzam.
	Menor investimento em material rodante	Maior investimento em pólos de carga

...		
T_n		
Tração escolhida para operar na via:		

scolhido o tipo de tração, deverá ser procedida a estimativa dos investimentos operacionais, de acordo com as etapas seguintes:

- determinação e especificação do material rodante;
- necessidades de material rodante por tipo de produto, fluxo, sentido e horizonte de demanda;
- comparação da capacidade de tráfego com a demanda prevista;
- definição dos sistemas de telecomunicação, controle e sinalização e estimativa dos respectivos investimentos;
- investimentos em material rodante para o serviço interno;
- investimentos em pólos de carga e instalações de apoio;
- consolidação dos investimentos operacionais.

A.1.1.1 Determinação e Especificação do Material Rodante

A determinação e especificação do material rodante devem levar em consideração as características básicas e operacionais da ferrovia,¹² sua capacidade de suporte, o

¹² As características básicas e operacionais da via incluem: extensão, raio mínimo e sua localização, rampa máxima e capacidade de suporte, desvios (extensão útil), entroncamentos, trens em operação (tipos: composição e velocidades) e localização das unidades de apoio (dormitórios de equipagens, postos de abastecimento, etc.).

equipamento mais moderno e de maior capacidade, bem como os tipos de mercadoria a serem transportados e, quando for o caso, a estimativa da demanda de passageiros.

A partir dessas considerações é possível optar pelos tipos de locomotivas e vagões a serem utilizados na operação da ferrovia. Esses tipos devem ser listados, indicando as devidas características fundamentais de modo a permitir a caracterização dos trens-tipo que devem operar na via (Quadros A2 e A3). Quando se tratar de ferrovia existente, onde já existe material rodante em operação, este deverá ser listado nessas tabelas, juntamente com os novos tipos escolhidos.

Quadro A2– Tipos de locomotivas

Tipo de Locomotiva	Fabricante	Potência	Peso Aderente	Dimensões			Velocidade Mínima em Regime Contínuo (km/h)	Esforço de Tração Máximo na Velocidade Mínima	
				Comprimento	Largura	Altura		E.T.	Aderência

Quadro A3 – Tipos de vagões

Tipo de Vagão	Produto	Peso Máximo Admissível	Lotação		Volume (m ³)	Tara	Peso Bruto Efetivo	Comprimento Médio
			Nominal	Efetiva				
MÉDIA	-							

Para determinar a quantidade de locomotivas e vagões necessários ao atendimento da demanda é necessário definir os trens-tipo de carga e, quando for o caso, os de passageiros e mistos. Os trens-tipo devem ser listados por horizonte de demanda, indicando suas características para cada caso.

A composição dos trens-tipo de carga deve ser determinada por sentido de tráfego (exportação / importação) obedecendo aos limites impostos pelas características da via (geometria e capacidade de suporte) e pelo tipo de equipamento a ser utilizado (capacidade de tração das locomotivas e capacidade de carga dos vagões) (Quadro A4). Já para compor os trens-tipo de passageiros e mistos, deve-se estabelecer a caracterização dos trens de passageiros (número de assentos, peso, etc.), bem como a quantidade de trens de cada tipo previstos por dia (Quadro A5).

Quadro A4 – Trens-tipo de carga

Tipo de Trem	Sentido (Exp. / Imp.)	Quantidade		Tonelagem		Comprimento	
		Locomotivas*	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Grãos							
Carga Geral							
...							

* A quantidade de locomotivas em cada trem depende do tipo de tração adotado.

Quadro A5 – Trens-tipo de passageiros e mistos

Tipo	Horizonte de Demanda	Nº trens/dia	Quantidade		Quantidade de Carros		Nº Passageiros	
			Locomotivas*	Vagões	Bagageiro	Poltrona	Trem	Ano
MISTO								
PASS.								...

* A quantidade de locomotivas em cada trem depende do tipo de tração adotado.

A.1.1.2. Necessidades de Material Rodante por Tipo de Produto, Fluxo, Sentido e Horizonte de Demanda

Para definir as necessidades de material rodante por tipo de produto, fluxo, sentido e horizonte de demanda, deve-se primeiramente estimar a produção e a produtividade das locomotivas e vagões, e em seguida seu tipo (Quadros A6 e A7).

Quadro A6 – Produção e produtividade das locomotivas

Tipo de Locomotiva	Produção Anual			Produtividade por Locomotiva		
	TKU*	TKB**	km	TKU/Loc.	TKB/Loc.	km/Loc.
TOTAL						

* TKU: Tonelada-quilômetro útil. ** TKB: Tonelada-quilômetro bruto.

Quadro A7 – Produção e produtividade dos vagões

Tipo de Vagão	Produção		Produtividade por Vagão	
	TKU*	km	TKU/Vagão	km/Vagão
TOTAL				

* TKU: Tonelada-quilômetro útil.

Além disso, é fundamental determinar, por segmento de projeto, as velocidades, os tempos de percurso e os ciclos dos trens. As velocidades e tempos de percurso são estimados com base nas características da via permanente, na extensão do trecho e nas características de desempenho das locomotivas, podendo-se utilizar para tal um simulador da operação de trens. Já os ciclos dos trens são determinados com base nos tempos de percurso de cada trecho, nos dois sentidos, constituindo-se na soma dos tempos gastos nos terminais de carga e descarga mais o tempo de percurso total. Deve-se apresentar um quadro-resumo (Quadro A8) indicando a velocidade, o tempo de percurso e o ciclo por tipo de trem, sentido (exportação / importação) e segmento de projeto. Além disso, devem-se apresentar outros dois quadros: um com o resumo das quantidades necessárias de locomotivas por horizonte de demanda, por tipo de locomotiva e de trem (Quadro A9), e outro com as quantidades necessárias de vagões por horizonte de demanda, por produto, tipo de vagão e tipo de trem (Quadro A10).

Quadro A8 – Velocidades e tempos de percurso dos trens

Tipo de Trem	Segmento de Projeto					Tração Adotada					
	Origem		Destino		Ext. (km)	Tempo de Percurso			Velocidade Média		Ciclo*
	Nome	km	Nome	km		Sentido		Total	Sentido		
						Exportação	Importação		Exportação	Importação	

* Ciclo do trem = tempo de percurso total + tempos gastos nos terminais de carga e descarga.

Quadro A9 – Quantidade de locomotivas por horizonte de demanda

Tipo de Trem	Tipo de Locomotiva	Quantidade de Locomotivas Necessárias		
		Ano 1	...	Ano N
TOTAL GERAL				

Quadro A10 – Quantidade de vagões por horizonte de demanda

Tipo de Trem	Tipo de Vagão	Produto / Serviço	Quantidade de Vagões Necessários		
			Ano 1	...	Ano N
TOTAL GERAL					

Considera-se serviço o transporte de passageiros (vagões tipo bagageiro ou com poltronas).

Os quantitativos de material rodante são definidos em função dos trens-tipo, das características operacionais e das necessidades diárias (de tonelagem e de trens), em função da demanda a ser transportada. Com isso podem-se determinar os investimentos necessários em material rodante por horizonte de demanda. Esses investimentos devem ser apresentados em dois quadros: um para as locomotivas (Quadro A11) e outro para os

vagões (Quadro A12), indicando os custos unitários e totais, e os recursos a serem investidos por horizonte de demanda.

Quadro A11 – Investimento em locomotivas por horizonte de demanda

Tipo de Locomotiva	Custo		Investimento Necessário por Horizonte de Demanda		
	Unitário	Total	Ano 1	...	Ano N
TOTAL					

Quadro A12 - Investimento em vagões por horizonte de demanda

Tipo de Vagão	Custo		Investimento Necessário por Horizonte de Demanda		
	Unitário	Total	Ano 1	...	Ano N
TOTAL					

A.1.1.3. Comparação da Capacidade de Tráfego com a Demanda Prevista

Para se verificar a adequação da via proposta à demanda futura, deve ser analisada a capacidade necessária para atender aos fluxos dessa demanda.

Assim, devem-se considerar o número de trens/dia em função do trem-tipo, os tempos de ciclo dos trens, as características físicas da via e o tempo de interrupção para sua manutenção.

Nesse contexto, a comparação da capacidade de tráfego da via com a demanda prevista por horizonte (inclusive considerando-se, caso necessário, os trens de passageiros e os em serviços interno), em número de trens, tem como objetivo identificar os gargalos existentes. Com a identificação dos gargalos, é possível determinar a necessidade de acréscimo na capacidade de um ou mais segmentos de projeto propostos, seja pela ampliação ou implantação de pátios ou desvios, seja pela duplicação do trecho (Quadro A13).

Identificados os acréscimos necessários na capacidade de cada trecho, deve ser proposto um novo plano de vias, com as alterações necessárias na infra-estrutura da ferrovia.

Quadro A13 – Necessidades de acréscimo na capacidade da via por horizonte de demanda

Segmento de Projeto		Cap*	Demanda Prevista*						Demanda – Capacidade			Acréscimo Necessário na Capacidade (%)		
Origem	Destino		ANO 1			...								
			Carga	Pass. Serv.	Total				Ano 1	...	Ano N	Ano 1	...	Ano N

* Capacidade em nº de (pares) trens/dia.

* Capacidade em nº de (pares) trens/dia.

A.1.1.4. Definição dos Sistemas de Telecomunicação, Controle e Sinalização e Estimativa dos Respetivos Investimentos

Para garantir a segurança e a eficiência da gestão operacional da ferrovia é necessário definir sistemas de telecomunicação, controle e sinalização e suas respectivas estimativas de investimento.

O Sistema de Telecomunicações é o principal sistema. Sua finalidade é permitir as interligações entre os demais sistemas. Já o Sistema de Controle Centralizado (SCC) tem por objetivo controlar as operações de despacho de trens, cuja segurança final é garantida pelos Sistemas de Sinalização e de Bordo. Dessa forma, toda a movimentação

dos trens é comandada e supervisionada pelos despachadores do Centro de Controle Operacional (CCO).

Será elaborado um quadro-resumo dos investimentos necessários para cada sistema (Quadro A14).

Quadro A14 – Investimentos necessários em sistemas

Sistemas	Investimento	Observações
Telecomunicações		
Controle Centralizado		
Sinalização		
Controle de Bordo		
TOTAL		-

A.1.1.5. Investimentos em Material Rodante para o Serviço Interno

Serão calculados os quantitativos e investimentos necessários em material rodante para o serviço interno, equipamentos de via e guindastes-socorro (Quadros A15, A16 e A17).

Quadro A15 – Quantitativos e investimentos em locomotivas de serviço

Tipo de Locomotiva	Serviço a Realizar	Total	Quantidade Necessária por Patamar de Demanda		
			Ano 1	...	Ano N
TOTAL					
CUSTO					

Quadro A16 – Quantitativos e investimentos em vagões de serviço

Tipo de Vagão	Serviço a Realizar	Total	Quantidade necessária por patamar de demanda		
			Ano 1	...	Ano N
TOTAL					
CUSTO					

Quadro A17 – Quantitativos e investimentos em guindastes de socorro

Tipo de Guindaste	Serviço a Realizar	Total	Quantidade necessária por patamar de demanda		
			Ano 1	...	Ano N
TOTAL					
CUSTO					

A.1.1.6. Investimentos em Pólos de Carga e Instalações de Apoio

A elaboração dos projetos e investimentos nos pólos de carga depende, além do tipo de tração adotado, das seguintes informações:

- volumes movimentados em cada pólo de carga;
- pátios ferroviários, com análise, se for o caso, da necessidade de implantação de um retorno que permita o carregamento dos vagões sem manobrar ou desmembrar o trem;
- áreas destinadas à instalação de moegas, silos, armazéns e equipamentos para carga e descarga de caminhões e vagões, prédios para escritórios dos clientes do terminal;

- acessos rodoviários externos e internos do terminal, inclusive com as áreas de estacionamento para caminhões e outros veículos;
- prédio administrativo do terminal.

As estimativas de linhas, áreas e investimentos necessários nos pólos de carga serão apresentadas em quadros-resumo (Quadro A18).

As instalações de apoio à manutenção do material rodante (frota comercial e em serviço interno), dos equipamentos de via e dos guindastes de socorro também são projetadas após a definição da operação dos trens na ferrovia, sendo também essencial a definição do material rodante de apoio.

Para determinar os investimentos necessários à implantação dessas instalações, é fundamental definir suas localizações, em função da distribuição dos guindastes e equipes de socorro, dos dormitórios de equipagens de locomotivas, dos prédios administrativos, das residências de via e dos sistemas. Definidas as localizações e necessidades, as instalações serão projetadas e orçadas.

Será elaborado um quadro indicando os investimentos estimados para as instalações de apoio, por patamar de demanda (Quadro A19).

Quadro A18 – Estimativa de linhas, áreas e investimentos necessários nos pólos de carga, no Ano X ***.

		Movimentação nos Pólos de Carga no Horizonte de Projeto (Exportação+Importação) Unidade: Vagões por dia										Volume Anual Operado TU 10 ³	Total de Vagões por Dia	Total de Trens por Dia**
Pólo de Carga	Atribuições (1) (exemplo)	Grãos	szwÓleo de Soja	Adubo Fertiliz.	Álcool	Derivado Petróleo	Açúcar	Algodão	Cimento	C. Geral	Serviços*			
PC ₁	Carga/Desc.; Man./Rec./Form .de Trens; ...													
...														
PC _n	...													

Pólo de Carga	Quantitativos e Custos de investimentos, em US\$ 10 ³															Investimento Total Necessário (US\$ 10 ³)
	Extensão das Linhas Ferroviárias e Quantidade de AMVS Previstos por Pólo					Área p/instalação de pátio ferroviário, armazéns, silos, galpões, moegas etc. (Base: TU/m ² de área)				Acessos Rodoviário Interno e Externo do Pólo (Base índice TU/m ² de rodov.)			Prédio Administrativo do Pólo e Outras Obras – US\$ 10 ³			
	Necess. "Pêra"	Ext. (km)	Custo /km	AMVs US\$ 10 ³ Quant.	Custo Total	I. TU10 ³ /m ²	Área (m ²)	Custo/m ²	Custo Total	(m ²)	Custo/m ²	Custo Total	Área (m ²)	Custo/m ²	Custo Total	
PC ₁																
PC ₂																
...																
TOTAL																

(1) - F.C./Int. trens = Formação, Cruzamento e Intercâmbio de trens; - F. trens/C/D = Formação e Cruzamento de trens, Carga e Descarga de produtos.

* Vagões necessários a produtos diversos ou a serviços.

** Já considerando o tipo de tração adotado no projeto.

*** Observação: é necessária uma tabela desse tipo para cada horizonte de demanda considerado no estudo.
O tipo de carga será definido de acordo com a demanda do projeto, podendo, inclusive haver agregação dessas cargas por tipo de vagão requerido, exemplo: granéis sólidos, líquidos, etc

Quadro A19 – Investimentos em instalações de apoio

Tipo de Instalação	Investimentos Necessários or Horizonte de Demanda		
	Ano 1	...	Ano N
TOTAL			

A.1.1.7. Consolidação dos Investimentos Operacionais

Os investimentos indispensáveis à operação da ferrovia serão consolidados, por tipo de tração estudado (Quadro A20). Este quadro consolidado apresenta o cronograma financeiro dos investimentos operacionais do empreendimento. Deverá ser apresentado em quadro separado o cronograma físico.

Quadro A20 – Investimentos por tipo de tração

Tipo de Tração	Tipo de Investimento	Total	Horizonte de Projeto				
			A ₁	A ₂	A ₃	...	A _n
T ₁	Obra de engenharia (anteprojeto)						
	Desvios a ampliar						
	Desvios a implantar						
	Pólos de carga (Terminais)						
	Pátios ferroviários						
	Sistemas para operação de trens						
	Aquisição de locomotivas: * para operação * para serviço						
	Aquisição de vagões: * para operação * para serviço						
	Equipamentos de apoio						
	Instalações de apoio: * Oficinas de manutenção de locomotivas * Oficinas de manutenção de vagões * Postos revista e abastecimento * Dormitórios de equipagens * Residências de vias * Prédios administrativos						
	Total						
...	...						
T ₂	...						
<i>TRAÇÃO ESCOLHIDA</i>	TOTAL DE INVESTIMENTOS						

A.1.2. Estimativas dos Custos Operacionais

Os custos operacionais dependem do tipo de tração adotada e consideram, de forma geral, a manutenção da via permanente, das locomotivas e dos vagões, bem como da operação ferroviária.

O custo operacional anual pode ser obtido ¹³ pelo somatório dos custos de operação e manutenção do sistema, acrescido de um custo percentual correspondente a gastos administrativos, ou seja:

$$CO_{total} = [CO_{vp} + CO_{mlo} + CO_{mvg} + C_{ct} + C_{oa} + CT_{comb}] * [1 + \alpha] \quad (I)$$

Em que:

$CO_{total} \Rightarrow$ custo operacional total;

$CO_{vp} \Rightarrow$ custo de manutenção da via permanente;

$CO_{mlo} \Rightarrow$ custo de manutenção das locomotivas;

$CO_{mvg} \Rightarrow$ custo de manutenção dos vagões;

$C_{ct} \Rightarrow$ despesa total com maquinistas e ajudantes;

$C_{oa} \Rightarrow$ despesa total com pessoal de operação e apoio;

$CT_{comb} \Rightarrow$ despesa total com combustíveis e lubrificantes;

$\alpha \Rightarrow$ percentual correspondente a gastos administrativos.

Na seqüência, são descritas as formulações para cada um dos custos que compõem a equação I.

A.1.2.1. Custo de Manutenção da Via Permanente

Os custos de manutenção da via permanente serão determinados com base nas seguintes premissas:

¹³

De acordo com UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Metodologia para estudo de pré-viabilidade de um projeto ferroviário. Antonio José Bicca. Florianópolis, 2001.

- tendo como referência os custos fixo e variáveis para cada horizonte do projeto, e considerando-se a extensão total a manter, inclusive com os desvios e as linhas dos pólos de carga e a do pátio ferroviário das oficinas, determina-se um custo paramétrico por km (fixo e variável), para cada horizonte do projeto;
- em função das extensões dos desvios e pólos de carga a serem mantidos, determinam-se os custos fixos e variáveis anuais, por horizonte de demanda, para a manutenção da via permanente.

O custo total da manutenção da via permanente pode, então, ser descrito como:

$$CO_{vp} = TBK * C_{1000 TBK} \quad (II)$$

Em que:

$TBK \Rightarrow$ tonelagem bruta transportada por km;

$C_{1000 TBK} \Rightarrow$ custo para 1.000 TBK .

Por sua vez, a tonelagem bruta transportada por quilômetro pode ser obtida pela fórmula:

$$TBK = N_t * P_t * E_{tp} \quad (III)$$

Em que:

$N_t \Rightarrow$ número total de trens por dia;

$P_t \Rightarrow$ peso médio (total) dos trens;

$E_{tp} \Rightarrow$ extensão anual percorrida.

E a extensão anual percorrida segue a fórmula:

$$E_{tp} = S_{ei} * n_v * d_v \quad (IV)$$

Em que:

$S_{ei} \Rightarrow$ número de sentidos considerados (importação e/ou exportação);

$n_v \Rightarrow$ número de viagens por sentido por ano;

$d_v \Rightarrow$ percurso médio de cada viagem.

A.1.2.2. Custo de Manutenção das Locomotivas e Vagões

A determinação dos custos operacionais de manutenção do material rodante será realizada por horizonte de demanda.



Inicialmente, é necessário dimensionar a quantidade de locomotivas e vagões necessários para operação, e que conseqüentemente serão consideradas na estimativa dos custos de manutenção.

A partir dos custos fixos e variáveis anuais destinados à manutenção de cada unidade de locomotiva e vagão, e em função do quantitativo de locomotivas e vagões previstos, é estabelecido o custo anual (fixo, variável e total) para manutenção do material rodante.

Para o cálculo dos custos totais de manutenção do material rodante (locomotivas e vagões), têm-se, então:

$$CO_{mlo} = N_{lo} * E_{tp} * CO_{lokm} \quad (V)$$

$$CO_{mvg} = N_{tr} * N_{vg} * E_{tp} * CO_{vgkm} \quad (VI)$$

Em que:

$CO_{mlo} \Rightarrow$ custo total de manutenção das locomotivas;

$N_{lo} \Rightarrow$ número total de locomotivas em operação;

$E_{tp} \Rightarrow$ extensão anual percorrida (dada pela equação IV);

$CO_{lokm} \Rightarrow$ custo médio de manutenção p/ cada locomotiva por quilômetro;

$CO_{mvg} \Rightarrow$ custo total de manutenção dos vagões;

$N_{tr} \Rightarrow$ número total de trens (composições de locomotiva mais vagões);

$N_{vg} \Rightarrow$ número de vagões por trem;

$CO_{vgkm} \Rightarrow$ custo médio de manutenção para cada vagão por quilômetro.

A.1.2.3. Custo de Operação

A determinação dos custos de operação deve ser realizada também por horizonte de demanda. Os custos são separados em fixos e variáveis, conforme especificado a seguir.

a) Custos Fixos

Os custos fixos de operação são aqueles incorridos independentemente do nível de produção da ferrovia. São custos diretamente ligados às atividades do pessoal de operação, em função dos salários praticados para as categorias envolvidas – maquinistas e ajudantes; e pessoal de operação e apoio.

Os custos com maquinistas e ajudantes são dimensionados em função do número de trens/dia e do tempo de circulação dos mesmos. Além disso, são considerados os custos com leis sociais e com pernoites.

Assim, pode-se estimar a despesa anual com maquinistas e ajudantes da seguinte forma:

$$C_{ct} = S_{ma} + LS + [C_p * n_v * N_{tr} * n_{pc}] \quad (VII)$$

Em que:

$C_{ct} \Rightarrow$ despesa total com maquinistas e ajudantes;

$S_{ma} \Rightarrow$ despesa anual com salário de maquinistas e ajudantes;

$LS \Rightarrow$ despesa anual com encargos sociais (maquinistas e ajudantes);

$C_p \Rightarrow$ custo por pernoite de funcionários;

$n_v \Rightarrow$ número de viagens por ano e por trem em cada sentido;

$N_{tr} \Rightarrow$ número total de trens (composições);

$n_{pc} \Rightarrow$ número de pernoites por ciclo.

Já os gastos com pessoal de operação e apoio dependem do dimensionamento das equipes, que, por sua vez, está relacionado ao tipo de sistema implantando. Os custos totais podem ser estimados por meio da seguinte equação:

$$C_{oa} = C_{po} + C_{pa} \quad (\text{VIII})$$

Em que:



$C_{oa} \Rightarrow$ despesa total com pessoal de operação e apoio;

$C_{po} \Rightarrow$ despesa total com pessoal de operação (operadores);

$C_{pa} \Rightarrow$ despesa total com pessoal de apoio à operação.

Por sua vez, as despesas de cada grupo são estimadas pelas equações IX e X:

$$C_{po} = S_{ao} * [n_f * n_{turnos} + R_{tc}] + LS_o \quad (IX)$$

$$C_{pa} = S_a [n_a * n_{turnos} * n_{postos} + R_{tc}] + LS_a \quad (X)$$

Em que:

$S_{ao} \Rightarrow$ salário anual dos operadores;

$n_f \Rightarrow$ número de funcionários (operadores) por turno;

$n_{turnos} \Rightarrow$ número de turnos (em geral são 4 turnos de 6 horas);

$R_{tc} \Rightarrow$ número de funcionários na reserva técnica;

$LS_o \Rightarrow$ despesa anual com encargos sociais (operadores);

$S_a \Rightarrow$ salário anual do pessoal de apoio;

$n_a \Rightarrow$ número de funcionários (pessoal de apoio) por turno;

$n_{postos} \Rightarrow$ número de postos de apoio à operação;

$LS_a \Rightarrow$ despesa anual com encargos sociais (pessoal de apoio).

b) Custos Variáveis

Os custos variáveis de operação são aqueles cujos valores se alteram em função do volume de produção da ferrovia – no caso, em função das composições (trens) em operação. São, assim, diretamente ligados ao consumo de óleo combustível e de lubrificantes e podem ser estimados a partir da seguinte equação:

$$CT_{comb} = C_{comb} + C_{lub} \quad (XI)$$

Em que:

$CT_{comb} \Rightarrow$ despesa total com combustível e lubrificante;

$C_{comb} \Rightarrow$ despesa total com combustível no ano;

$C_{lub} \Rightarrow$ despesa total com lubrificante no ano (em geral, adota-se 5% do valor total da despesa com combustível).

Por sua vez, as despesas anuais com combustíveis e lubrificantes são obtidas, respectivamente, pelas equações XII e XIII:

$$C_{comb} = \left[\frac{C_{viagem} * d_v}{d_t} \right] * N_{lo} * n_v * p_{ds} \quad (XII)$$

$$C_{lub} = C_{comb} * 0,05 \quad (XIII)$$

Em que:

$C_{viagem} \Rightarrow$ consumo médio de combustível por viagem;

$d_v \Rightarrow$ distância média percorrida por viagem;

$d_t \Rightarrow$ distância total do trecho;

$N_{lo} \Rightarrow$ número total de locomotivas em operação;

$n_v \Rightarrow$ número de viagens por ano em cada sentido;



$p_{ds} \Rightarrow$ preço do litro de diesel.

A.1.2.4. Consolidação dos Custos Operacionais

Os valores dos custos operacionais serão consolidados, em um cronograma por período (Quadro 23) de previsão ocorrência dos custos, de modo que, juntamente com o cronograma de investimento, anteriormente apresentado, permitirão a pertinente avaliação do empreendimento.

Quadro A21 – Custos operacionais do tipo de tração adotada								
Tração	Área	Item	Unid.	Total	Ano Base	Ano/período 1	...	Ano/período n
Adotada	Manutenção da Via Permanente	Desvios a Ampliar	km					
		Desvios a Implantar	km					
		Pólos de Carga	km					
		Pátio Ferroviário	km					
		Extensão Total	km					
		Custo Fixo por km	US\$ 10 ³ /km					
		Custo Variável por km	US\$ 10 ³ /km					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Manutenção da Via Permanente	US\$ 10³					
	Manutenção da Locomotiva	Quantidade de Locomotiva	Unid.					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Manutenção de Locomotivas	US\$ 10³					
	Manutenção do Vagão	Quantidade de Vagões	Unid.					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Manutenção de Vagões	US\$ 10³					
	Operação	Trem por Dia por Sentido	Unid.					
		Custo Fixo por Trem/dia	US\$/t/d					
		Custo Variável/Locomotiva (Consumo)	US\$ 10 ³ /loco					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Operação	US\$ 10³					
	Custo Operacional Total		US\$ 10³					



ANEXO B

TABELA B.01 – PRODUÇÃO PREVISTA (EM TONELADAS ÚTEIS – TU)

⁽¹⁾ PRODUTO	HORIZONTE DE DEMANDA			
	⁽²⁾ ANO 1	⁽³⁾ ANO 2	⁽⁴⁾	⁽⁵⁾ ANO n
1				
2				
.....				
TOTAL				

- OBS.: Caso não preenchida, justificar: _____

TABELA B.02 – PRODUÇÃO PREVISTA (EM TONELADA-QUILÔMETRO ÚTIL – TKU)

⁽¹⁾ PRODUTO	HORIZONTE DE DEMANDA			
	⁽²⁾ ANO 1	⁽³⁾ ANO 2	⁽⁴⁾	⁽⁵⁾ ANO n
1				
2				
.....				
TOTAL				

- OBS.: Caso não preenchida, justificar: _____



TABELA B.03 – DISTÂNCIA MÉDIA POR PRODUTO (KM)

⁽¹⁾ PRODUTO	HORIZONTE DE DEMANDA			
	⁽²⁾ ANO 1	⁽³⁾ ANO 2	⁽⁴⁾	⁽⁵⁾ ANO n
1				
2				
.....				
TOTAL				

- OBS.: Caso não preenchida, justificar: _____

**TABELA B.02-1 – VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO,
NO ANO X (ano) ***

Unidade: TU 10³

(1) Sentido	Pólo de Carga		(4) Atividade (exemplo)	(5) Grãos	(6) Óleo de Soja	(7) Adubo Fertiliz.	(8) Álcool	(9) Derivado Petróleo	(10) Açúcar	(11) Algodão	(12) Cimento	(13) C. Geral	(14) Total Ano TU 10 ³
	(2) Nome	(3) km											
Exportação	PC ₁		Entroncam. Carga/Desc.										
	....		Carga/Desc.										
	PC _n		Carga/Desc.										
Importação	PC ₁		Entroncam. Carga/Desc.										
	....		Carga/Desc.										
	PC _n		Carga/Desc.										
Total por P. de Carga	PC ₁		Entroncam. Carga/Desc.										
	....		Carga/Desc.										
	PC _n		Carga/Desc.										

* Observação: é necessária uma tabela desse tipo para cada horizonte de demanda considerado no estudo.

TABELA C.01 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS TIPOS DE TRAÇÃO ESTUDADOS

⁽¹⁾ TIPO DE TRAÇÃO	⁽²⁾ VANTAGENS	⁽³⁾ DESVANTAGENS
T ₁		
...		
T _n		

Tração escolhida para operar na via:	
--------------------------------------	--

TABELA C.02 – TIPOS DE LOCOMOTIVAS A OPERAR NA FERROVIA

(1) TIPO DE LOCOM.	(2) FABRICANTE	(3) POTÊNCIA	(4) PESO ADERENTE	DIMENSÕES			(8) V_{\min} Reg. * Cont. (km/h)	E.T. ** Máx. na Velocidade Mín.	
				(5) Comprim.	(6) Largura	(7) Altura		(9) E.T.	(10) Aderência

* Velocidade mínima em regime contínuo.

** Esforço de Tração.

TABELA C.03 – PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DAS LOCOMOTIVAS

(1) TIPO DE LOCOMOTIVA	PRODUÇÃO ANUAL			PRODUTIVIDADE POR LOCOMOTIVA		
	(2) TKU*	(3) TKB**	(4) Km	(5) TKU/Loc.	(6) TKB/Loc.	(7) KM/LOC.
TOTAL						

TKU: Tonelada-quilômetro útil.
 ** TKB: Tonelada-quilômetro bruto.

TABELA C.04 – TIPOS DE VAGÕES A OPERAR NA FERROVIA

(1) TIPO DE VAGÃO	(2) PRODUTO	(3) PESO MÁX. ADMISSÍVEL	LOTAÇÃO		(6) VOL. (m ³)	(7) TARA	(8) PESO BRUTO EFETIVO	(9) COMPRIM. MÉDIO
			(4) NOMINAL	(5) EFETIVA				
MÉDIA	-							

TABELA C.05 – PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DAS VAGÕES

⁽¹⁾ TIPO DE VAGÃO	PRODUÇÃO		PRODUTIVIDADE Por VAGÃO	
	⁽²⁾ TKU*	⁽³⁾ KM	⁽⁴⁾ TKU/VAGÃO	⁽⁵⁾ KM/VAGÃO
TOTAL				

* TKU: Tonelada-quilômetro útil.

TABELA C.06 – TRENS-TIPO DE CARGA

⁽¹⁾ TIPO DE TREM	⁽²⁾ SENTIDO (EXP./IMP.)	QUANTIDADE		TONELAGEM		COMPRIMENTO	
		⁽³⁾ LOCOMOTIVAS*	⁽⁴⁾ VAGÕES	⁽⁵⁾ ÚTIL	⁽⁶⁾ BRUTA	⁽⁷⁾ TREM	⁽⁸⁾ DESVIO
Grãos							
C. Geral							
...							

* A quantidade de locomotivas em cada trem depende do tipo de tração adotado.

TABELA C.07 – TRENS-TIPO DE PASSAGEIROS E MISTOS

(1) TIPO	(2) HORIZONTE DE DEM.	(3) Nº TRENS/DIA	QUANTIDADE		QTDE. CARROS		Nº PASSAGEIROS	
			(4) LOCOMOTIVAS*	(5) VAGÕES	(6) BAGAGEIRO	(7) POLTRONA	(8) TREM	(9) ANO
MISTO								
PASS.								...

* A quantidade de locomotivas em cada trem depende do tipo de tração adotado.

TABELA C.08 – VELOCIDADES E TEMPOS DE PERCURSO DOS TRENS

⁽¹⁾ TIPO DE TREM	SEGMENTO DE PROJETO					TRAÇÃO ADOTADA					
	ORIGEM		DESTINO		⁽⁶⁾ EXT. (KM)	VEL. MÉDIA		TEMPO DE PERCURSO			⁽¹²⁾ CICLO*
	⁽²⁾ NOME	⁽³⁾ KM	⁽⁴⁾ NOME	⁽⁵⁾ KM		⁽⁷⁾ SENT. EXP.	⁽⁸⁾ SENT. IMP.	⁽⁹⁾ SENT. EXP.	⁽¹⁰⁾ SENT. IMP.	⁽¹¹⁾ TOTAL	

Ciclo do trem = tempo de percurso total + tempos gastos nos terminais de carga e descarga

TABELA C.09 – QUANTIDADE NECESSÁRIA DE LOCOMOTIVAS POR HORIZONTE DE DEMANDA

⁽¹⁾ TIPO DE TREM	⁽²⁾ TIPO DE LOCOMOTIVA	QUANTIDADE DE LOCOMOTIVAS NECESSÁRIAS		
		⁽³⁾ ANO 1	⁽⁴⁾ ...	⁽⁵⁾ ANO N
TOTAL GERAL				

TABELA C.10 – QUANTIDADE NECESSÁRIA DE VAGÕES POR HORIZONTE DE DEMANDA

⁽¹⁾ TIPO DE TREM	⁽²⁾ TIPO DE VAGÃO	⁽³⁾ PRODUTO / SERVIÇO *	QUANTIDADE DE VAGÕES NECESSÁRIOS		
			⁽⁴⁾ ANO 1	⁽⁵⁾ ...	⁽⁶⁾ ANO N
TOTAL GERAL					

* Considera-se serviço o transporte de passageiros (vagões tipo bagageiro ou com poltronas).

TABELA C.11 – ESTIMATIVA DE NECESSIDADES DE ACRÉSCIMO NA CAPACIDADE DA VIA, POR HORIZONTE DE DEMANDA

SEGMENTO DE PROJETO		(3) CAP.*	DEMANDA PREVISTA*						DEMANDA – CAPACIDADE			ACRÉSCIMO NECESSÁRIO NA CAPACIDADE (%)		
(1) ORIGEM	(2) DESTINO		ANO 1				...							
			(4) CARGA	(5) PASS. SERV.	(6) TOTAL				(7) ANO 1	(8) ...	(9) ANO N	(10) ANO 1	(11) ...	(12) ANO N

* Capacidade em nº de (pares) trens/dia.

TABELA C.12 – RESUMO DAS QUANTIDADES NECESSÁRIAS DE LOCOMOTIVAS DE SERVIÇO

⁽¹⁾ TIPO DE LOCOMOTIVA	⁽²⁾ SERVIÇO A REALIZAR	⁽³⁾ TOTAL	QUANTIDADE NECESSÁRIA POR PATAMAR DE DEMANDA		
			⁽⁴⁾ ANO 1	⁽⁵⁾ ...	⁽⁶⁾ ANO N
TOTAL					
CUSTO					

TABELA C.13 – RESUMO DAS QUANTIDADES NECESSÁRIAS DE VAGÕES DE SERVIÇO

⁽¹⁾ TIPO DE VAGÃO	⁽²⁾ SERVIÇO A REALIZAR	⁽³⁾ TOTAL	QUANTIDADE NECESSÁRIA POR PATAMAR DE DEMANDA		
			⁽⁴⁾ ANO 1	⁽⁵⁾ ...	⁽⁶⁾ ANO N
TOTAL					
CUSTO					

TABELA C.14 – RESUMO DAS QUANTIDADES NECESSÁRIAS DE GUINDASTES DE SOCORRO

⁽¹⁾ TIPO DE GUINDASTE	⁽²⁾ SERVIÇO A REALIZAR	⁽³⁾ TOTAL	QUANTIDADE NECESSÁRIA POR PATAMAR DE DEMANDA		
			⁽⁴⁾ ANO 1	⁽⁵⁾ ...	⁽⁶⁾ ANO N
TOTAL					
CUSTO					

TABELA C.15 – ESTIMATIVA DE LINHAS, ÁREAS E INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS NOS PÓLOS DE CARGA, NO ANO X ***

Movimentação nos Pólos de Carga no Horizonte de Projeto (Exportação+Importação) Unidade: Vagões por dia												(13) Volume Anual Operado TU 10 ³	(14) Total de Vagões por Dia	(15) Total de Trens por Dia**
(1) Pólo de Carga	(2) Atribuições (1) (exemplo)	(3) Grãos	(4) Óleo de Soja	(5) Adubo Fertiliz.	(6) Álcool	(7) Derivado Petróleo	(8) Açúcar	(9) Algodão	(10) Cimento	(11) C. Geral	(12) Serviços*			
PC ₁	Carga/Desc.; Man./Rec./Form. de Trens; ...													
....	...													
PC _n	...													

(1) Pólo de Carga (REF.)	Quantitativos e Custos de investimentos, em US\$ 10 ³															(18) Investimento Total Necessário (US\$ 10 ³)	
	Extensão das Linhas Ferroviárias e Quantidade de AMVS Previstos por Pólo					Área p/installação de pátio ferroviário, armazéns, silos, galpões, moegas etc. (Base: TU/m ² de área)				Acessos Rodoviário Interno e Externo do Pólo (Base índice TU/m ² de rodov.)			Prédio Administrativo do Pólo e Outras Obras – US\$ 10 ³				
	(16) Necess. "Pêra"	(17) Ext. (km)	(18) Custo /km	AMVs US\$ 10 ³		(21) Custo Total	(22) l. TU10 ³ /m ²	(23) Área (m ²)	(24) Custo/m ²	(25) Custo Total	(26) (m ²)	(13) Custo/m ²	(14) Custo Total	(15) Área (m ²)	(16) Custo/m ²		(17) Custo Total
	(19) Quant.	(20) Custo															
PC ₁																	
PC ₂																	
...																	
TOTAL																	

(1) - F.C./Int. trens = Formação, Cruzamento e Intercâmbio de trens; - F. trens/C/D = Formação e Cruzamento de trens, Carga e Descarga de produtos.

* Vagões necessários a produtos diversos ou a serviços.

** Já considerando o tipo de tração adotado no projeto.

*** Observação: é necessária uma tabela desse tipo para cada horizonte de demanda considerado no estudo.



TABELA D.01 – RESUMO DOS CUSTOS TOTAIS DA OBRA

⁽¹⁾ ITEM	⁽²⁾ Custos de Referência (R\$)	CUSTOS PREVISTOS (R\$)				⁽⁷⁾ Observações
		Financeiros		Econômicos		
		⁽³⁾ Fator de Atualização ⁽¹⁾	⁽⁴⁾ Custo	⁽⁵⁾ Fator de Conversão	⁽⁶⁾ Custo	
A) Custos Diretos: - Construção: Linha e Desvios - Sinalização e Telecomunicações (Sist.) - Edificações - Terminais - Pólos de Carga - Acessos - Obras Correntes - Obras-de-Arte Especiais						
B) Custos Indiretos: - Desapropriação - Meio Ambiente						
C) Engenharia, Supervisão e Administração: - Estudos - Projeto - Supervisão - Administração						
CUSTO TOTAL						

⁽¹⁾ Fator de atualização monetária e cambial.



TABELA D.02 – CUSTOS DE MANUTENÇÃO

⁽¹⁾ CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	⁽²⁾ UNIDADE	CUSTOS	
		⁽³⁾ FINANCEIROS	⁽⁴⁾ ECONÔMICOS
Conservação de rotina	R\$ / km (Ano)		
Restauração periódica	R\$ / km (Ano)		
TOTAL ANUAL	R\$ / km (Ano)		



**TABELA D.03 – INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM LOCOMOTIVAS – POR
HORIZONTE DE DEMANDA**

⁽¹⁾ TIPO DE LOCOMOTIVA	CUSTO		INVESTIMENTO NECESSÁRIO Por HORIZONTE DE DEMANDA		
	⁽²⁾ UNITÁRIO	⁽³⁾ TOTAL	⁽⁴⁾ ano 1	⁽⁵⁾ ...	⁽⁶⁾ ANO N
TOTAL:					



**TABELA D.04 – INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM LOCOMOTIVAS DE SERVIÇO –
POR HORIZONTE DE DEMANDA**

⁽¹⁾ TIPO DE LOCOMOTIVA	⁽²⁾ SERVIÇO A REALIZAR	CUSTO		INVESTIMENTO NECESSÁRIO POR HORIZONTE DE DEMANDA		
		⁽³⁾ UNITÁRIO	⁽⁴⁾ TOTAL	⁽⁵⁾ ANO 1	⁽⁶⁾ ...	⁽⁷⁾ ANO N
TOTAL:	-					



TABELA D.05 – INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM VAGÕES – POR HORIZONTE DE DEMANDA

⁽¹⁾ TIPO DE VAGÃO	CUSTO		INVESTIMENTO NECESSÁRIO POR HORIZONTE DE DEMANDA		
	⁽²⁾ UNITÁRIO	⁽³⁾ TOTAL	⁽⁴⁾ ANO 1	⁽⁵⁾ ...	⁽⁶⁾ ANO N
TOTAL:					



**TABELA D.06 – INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM VAGÕES DE SERVIÇO – POR
HORIZONTE DE DEMANDA**

⁽¹⁾ TIPO DE VAGÃO	⁽²⁾ SERVIÇO A REALIZAR	CUSTO		INVESTIMENTO NECESSÁRIO POR HORIZONTE DE DEMANDA		
		⁽³⁾ UNITÁRIO	⁽⁴⁾ TOTAL	⁽⁵⁾ Ano 1	⁽⁶⁾ ...	⁽⁷⁾ Ano N
TOTAL:	-					



**TABELA D.07 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM GUINDASTES
DE SOCORRO**

(1) TIPO DE GUINDASTE	(2) SERVIÇO A REALIZAR	CUSTO		INVESTIMENTO NECESSÁRIO POR HORIZONTE DE DEMANDA		
		(3) UNITÁRIO	(4) TOTAL	(5) ANO 1	(6) ...	(7) ANO N
TOTAL:	-					



TABELA D.08 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM SISTEMAS

⁽¹⁾ SISTEMA	⁽²⁾ INVESTIMENTO PREVISTO	⁽³⁾ OBSERVAÇÕES
Sistema de Telecomunicações		
Sistema de Controle Centralizado		
Sistema de Sinalização		
Sistema de Controle de Bordo		
TOTAL:		-



**TABELA D.09 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM INSTALAÇÕES
DE APOIO**

⁽¹⁾ TIPO DE INSTALAÇÃO	INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS POR HORIZONTE DE DEMANDA		
	⁽²⁾ ANO 1	⁽³⁾ ...	⁽⁴⁾ ANO N
TOTAL			

TABELA D.10 – RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS – POR TIPO DE TRAÇÃO

(1) Tração	(2) Área	(3) Item	(4) Unid.	(5) Total	(6) Ano Base	(7) Ano/período 1	(8) ...	(9) Ano/período n
T ₁	Manutenção da Via Permanente	Desvios a Ampliar	km					
		Desvios a Implantar	km					
		Pólos de Carga	km					
		Pátio Ferroviário	km					
		Extensão Total	km					
		Custo Fixo por km	US\$ 10 ³ /km					
		Custo Fixo Variável por km	US\$ 10 ³ /km					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Manut. da Via	US\$ 10³					
	Manutenção da Locomotiva	Quantidade de Locomotivas	Unid.					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Manut. de Locos	US\$ 10³					
	Manutenção do Vagão	Quantidade de Vagões	Unid.					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Manut. de Vagões	US\$ 10³					
	Operação	Trem por Dia por Sentido	Unid.					
		Custo Fixo por Trem/dia	US\$/t/d					
		Custo Variável/Locomotiva (Consumo)	US\$ 10 ³ /loco					
		Custo Fixo Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Variável Anual	US\$ 10 ³					
		Custo Total Anual na Operação	US\$ 10³					
	Custo Operacional Total na Tração T₁		US\$ 10³					

TABELA D.11 – ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS EM LINHAS, ÁREAS E INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS NOS PÓLOS DE CARGA PARA O TIPO DE TRAÇÃO ADOTADA – POR HORIZONTE DE DEMANDA *

(1) Pólo de Carga	QUANTITATIVOS E CUSTOS DE INVESTIMENTOS, EM US\$ 10 ³																(18) Investimento Total Necessário (US\$ 10 ³)
	Extensão das Linhas Ferroviárias e Quantidade de AMVS Previstos por Pólo						Área p/installação de pátio ferroviário, armazéns, silos, galpões, moegas etc. (Base: TU/m ² de área)				Acessos Rodoviário Interno e Externo do Pólo (Base índice TU/m ² de rodov.)			Prédio Administrativo do Pólo e Outras Obras – US\$ 10 ³			
	(2)	(3)	(4)	AMVs US\$ 10 ³		(7)	(8) I.	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
	Necess. "Pêra"	Ext. (km)	Custo /km	(5) Quant.	(6) Custo	Custo Total	TU10 ³ /m ²	Área (m ²)	Custo/m ²	Custo Total	(m ²)	Custo/m ²	Custo Total	Área (m ²)	Custo/m ²	Custo Total	
PC ₁																	
PC ₂																	
...																	
TOTAL																	

(1) - F.C./Int. trens = Formação, Cruzamento e Intercâmbio de trens; - F. trens/C/D = Formação e Cruzamento de trens, Carga e Descarga de produtos.

* Observação: é necessária uma tabela desse tipo para cada horizonte de demanda considerado no estudo.

TABELA D.12 – CUSTOS DA OBRA – POR SEGMENTO DE PROJETO

SEGM. DE PROJETO		CUSTOS (R\$)									
(1) N°	(2) EXTENSÃO (KM)	CUSTOS DIRETOS		DESAPROPRIAÇÃO		CUSTO TOTAL		FINANCEIRO		ECONÔMICO	
		(3) DO SEGM.	(4) CUSTO/KM	(5) DO SEGM.	(6) CUSTO/KM	(7) DO SEGM.	(8) CUSTO/KM	(9) TOTAL	(10) UNITÁRIO (Custo/Km)	(11) TOTAL	(12) UNITÁRIO (CUSTO/KM)
1											
2											
3											
.....											
n											
TOTAL											

TABELA D.13 – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO FÍSICA E FINANCEIRA *

ITENS	UNID.	ANO 1		ANO 2		...		ANO N		EM US\$	EM R\$ 1 US\$ = xx R\$	EM %
		1	2	3	4			
1- PROJETOS												
2- INFRA-ESTRUTURA												
3- SUPERESTRUTURA												
4- ESTAÇÕES A REFORMAR												
5- ESTAÇÕES A CONSTRUIR												
6- DESVIOS NAS ESTAÇÕES												
7- PASSAGEM DE NÍVEL												
8- OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS												
9- PÁTIOS E OFICINAS												
10- EQUIPAMENTOS DE OFICINAS												
11- SINALIZAÇÃO												
12- TELECOMUNICAÇÃO												
13- MATERIAL RODANTE NOVO												
14- DESAPROPRIAÇÕES												

15- GERENCIAMENTO E FISCALIZAÇÃO												
16- CONTINGÊNCIAS FÍSICAS E DE PREÇOS												
TOTAIS POR SEMESTRE												
TOTAIS POR ANO												
TOTAL DO PROJETO												

* Exemplo de cronograma, a partir do projeto de modernização e expansão do sistema de trens urbanos de Natal (RN).

TABELA D.14 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DA OPERAÇÃO FERROVIÁRIA

⁽¹⁾ CUSTOS DIRETOS	⁽²⁾ UNIDADE (\$.10 ³)	⁽³⁾ TOTAL	⁽⁴⁾ ANO BASE	⁽⁵⁾ ANO 1	⁽⁶⁾ ...	⁽⁷⁾ ANO n
Construção da Linha						
- Terraplanagem						
- Drenagem						
- Superestrutura						
Desvios de Cruzamento						
- Ampliação para Tração Adotada						
- Implantação para Tração Adotada						
Implantação Pólos de Carga (para cada pólo)						
Implantação dos Sistemas:						
* Telecomunicação						
- Projeto, Est. de Propag. e Equip. CCO						
- Estações base						
- Estações repetidoras / Infra-estrutura						
* Sinalização						
- Proj., Hardware, Software, Infra. Civil, Eq. CCO						
- Equipamento de Campo						
Obras e Edificações						
- Prédio da Administração						
- Oficina de Mecanização						
- Residência de Via e Sistemas						
TOTAL GERAL						** Erro na expressão **

TABELA D.15 – CUSTOS DA OBRA – POR TIPO DE TRAÇÃO

(1) TIPO DE TRAÇÃO	(2) TIPO DE INVESTIMENTO	(3) TOTAL	HORIZONTE DE PROJETO				
			(4) A ₁	(5) A ₂	(6) A ₃	(7) ...	(8) A _n
T ₁	Obra de eng. (anteprojeto)						
	Desvios a ampliar						
	Desvios a implantar						
	Pólos de carga (Terminais)						
	Pátios ferroviários						
	Sistemas p/ operação de trens						
	Aquisição de locomotivas: * p/ operação * p/ serviço						
	Aquisição de vagões: * p/ operação * p/ serviço						
	Equipamentos de apoio						
	Instalações de apoio: * Oficinas de manut. de locom. * Oficinas de manut. de vag. * Postos revista e abastecim. * Dormitórios de equipagens * Residências de vias * Prédios administrativos						
	Total						
...	...						
T ₂	...						
TRAÇÃO ESCOLHIDA	TOTAL DE INVESTIMENTOS:						