



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

ANEXO III - Estudo de Viabilidade

1. OBJETIVO

Estabelece requisitos para elaboração e apresentação de Estudo de Viabilidade, em atendimento ao que prevê o Capítulo IV da Norma aprovada.

2. DEFINIÇÃO DE ESTUDO DE VIABILIDADE

É o estudo prévio de capacidade portante das obras de arte existentes ao longo de determinado itinerário para passagem de carga indivisível excedente em peso, feito por empresa de consultoria especializada, cadastrada no DER. Compreende a análise das características estruturais e do estado de conservação das obras de arte e, quando for o caso, do seu projeto e memória de cálculo. Do relatório final deverão constar indicações das providências que deverão ser tomadas para possibilitar o transporte.

3. COMPONENTES DO ESTUDO DE VIABILIDADE

O Estudo de Viabilidade deve ser composto das seguintes informações:

3.1. Croquis do Conjunto Transportador

É o desenho do Conjunto Transportador com a Carga detalhando a distribuição de pesos por eixo, as distâncias entre eixos, a largura, altura e comprimento, devidamente assinado por engenheiro responsável e acompanhado da competente ART.

3.2. Percurso

É a apresentação de todas as rodovias que compõem o itinerário com especificação da origem (o município onde se originou o transporte), do km inicial e final de cada trecho de rodovia, assim como do destino final do transporte (o município de destino do transporte).

3.3. Vistoria das Obras de Arte

É o levantamento geométrico e a inspeção visual para verificação do estado de conservação das OAE's existentes ao longo do percurso do transporte. A documentação deve ser feita através de planilha com uma síntese do cadastramento realizado em campo e fotos com validade não superior a 6 meses.

O resultado de uma vistoria poderá ser usado para viabilização de novos transportes desde que esteja dentro do prazo de validade (6 meses) e seja feita pesquisa junto ao órgão/concessionária para verificar sobre a ocorrência de intervenções ou acidentes nas OAE's vistoriadas. A empresa viabilizadora deverá também fazer uma vistoria expedita nas obras objeto do roteiro e declarar que as obras estão aptas à passagem da carga especial em questão. Nesse caso basta a empresa de consultoria fazer referência ao Estudo de Viabilidade objeto da referida vistoria.



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

3.4. Verificação Estrutural

É o relatório da análise, através de cálculos matemáticos, da capacidade portante das OAE's a serem transpostas pelo conjunto transportador. Comparam-se os esforços do Trem Tipo Especial (distribuição de peso do conjunto transportador) com os do Trem Tipo de cálculo das OAE's, obtidos mediante levantamento dos projetos originais ou de outros meios aceitáveis.

Poderá ser aceito estudo de viabilidade fazendo referência a análises anteriores, desde que:

- Seja apresentada a descrição dos dois conjuntos transportadores em questão;
- O conjunto transportador analisado anteriormente seja claramente mais favorável à transposição em relação ao atual, ou seja, a distância entre eixos seja igual e a carga menor ou igual ao já viabilizado;
- A referida análise tenha sido realizada de acordo com estas diretrizes.

3.5. Laudo de Acompanhamento

Documento de responsabilidade da empresa responsável pela elaboração do Estudo de Viabilidade, elaborado com base no acompanhamento do transporte por um técnico da empresa de consultoria, reportando como foram atendidas as recomendações relacionadas à passagem do conjunto transportador sobre as obras de arte, como as estruturas se comportaram durante a transposição e se houve alguma ocorrência com efeito prejudicial à capacidade portante das O.A.E.'s, liberando ou não as obras para um possível novo transporte com carregamento com as mesmas características do transporte em questão.

4. ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE

Para fins de padronização e conseqüente redução dos prazos de análise o Estudo de Viabilidade deverá ser elaborado, conforme a seguir:

4.1. Descrição do conjunto transportador

Deverá ser apresentado croqui do Conjunto Transportador carregado, atendendo ao disposto na legislação de trânsito, devidamente assinado por engenheiro responsável pela montagem do equipamento, contendo:

- CMT/ PBTC de cada caminhão – trator, comprovado através de imagem da plaqueta conforme determinado na Resolução CONTRAN 290/08;
- número de eixos;
- distância entre eixos;



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

- peso de cada eixo;
- quantidade de pneumáticos de cada eixo;
- dimensões da peça transportada;
- dimensões do conjunto transportador;
- indicação de pescoço hidráulico e demais dispositivos relevantes;
- variação de altura permitida pelo equipamento utilizado;
- raio de curvatura mínima do conjunto transportador;
- plano de amarração da carga;
- posição do centro de gravidade;
- resultado de pesagem, caso tenha ocorrido;
- laudo anual atestando as condições mecânicas do sistema transportador, com recolhimento da competente ART.

4.2. Descrição do percurso

Deverá ser apresentada uma descrição do percurso a ser utilizado contendo pelo menos as seguintes informações:

- Indicação das rodovias;
- Descrição das pistas por onde será realizado o transporte, salientando eventuais manobras, desvios, acessos, tráfego em contra mão, etc.;
- Indicação dos quilômetros de início e fim de cada trecho;
- Relação das obras que sofrerão o carregamento descrito.

4.3. Vistoria das Obras de Arte

O relatório de vistoria das O.A.E.'s deverá ser composto do que segue:

4.3.1. Cadastramento Geométrico

O cadastramento geométrico deverá apresentar croquis da obra contemplando seção transversal e longitudinal de forma clara e visível, apresentando as seguintes informações:

4.3.1.1. Seção transversal:

- Medidas referentes ao passeio e a pista;



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

- Existência de guarda rodas, guarda corpos, etc.;
- Largura das pistas, passeios, etc.;
- Esquema estrutural transversal da obra (duas vigas, caixão, grelha, laje, etc.);
- Características geométricas (medida das vigas e se possível das lajes);
- Posicionamento transversal das longarinas (medidas entre vigas, balanços transversais, largura da laje de fundo e quantidade de vigas nos caixões, etc.);
- Eventuais alargamentos executados;
- Demais informações pertinentes à caracterização da Obra de Arte.

4.3.1.2. Seção longitudinal:

- Medidas dos vãos, balanços, dentes Gerber e demais interferências longitudinais;
- Eventuais engastes, dentes Gerber, juntas de dilatação, etc.;
- Identificação da seção longitudinal (hiperestáticas / isostática / misto);
- Quantidade e posicionamento das transversinas;
- Características geométricas das transversinas, indicando se estão ou não ligadas às lajes;
- Demais informações pertinentes à caracterização da Obra de Arte.

4.3.2. Inspeção Visual / Vistoria de Vigilância

A Inspeção Visual deverá ser a mais detalhada possível para identificação das patologias visíveis, sendo recomendável prévio contato com o setor de engenharia do órgão/concessionária para levantamento do histórico da obra, em especial quanto às intervenções para realização de obras e a possível ocorrência de acidentes, abalroamentos por veículo com excesso de altura, ou qualquer ocorrência que possa ter afetado a integridade da estrutura desde a última vistoria.

Recomendando que sendo detectada anomalia (s) no sistema estrutural, caracterizado como estado crítico deverá ser comunicado ao órgão/concessionária responsável. O estudo só poderá prosseguir após parecer conclusivo do órgão/concessionária responsável. Deverá ser apresentada Vistoria Principal.

4.3.3. Síntese do estado de conservação

As planilhas de estado de conservação devem apresentar:

- Caracterização geométrica (existência de esconsidade e curvatura);



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

- Material da estrutura (aço, concreto);
- Caracterização dos aparelhos de apoio, pavimento, guarda rodas, guarda corpos e juntas de dilatação, descrevendo o estado de conservação de cada elemento;
- Eventuais anomalias dos elementos estruturais ou demais componentes da obra;
- Deverá ser conclusiva quanto ao estado de conservação da obra, no que se refere ao seu comportamento estrutural.

4.3.4. Fotos Recentes

As fotos, com data, devem apresentar vistas gerais da obra, onde possam ser identificadas as características apresentadas, devendo conter no mínimo:

- Vista Superior;
- Vista Lateral;
- Vista Inferior;
- Detalhes das eventuais anomalias constatadas ou que possam ilustrar demais informações pertinentes.

As fotos terão validade máxima de 180 dias a contar da data da foto, podendo ser digitais ou realizadas por revelação química.

Poderá ser aceita carta pela empresa de consultoria fazendo referência a Vistoria anterior desde que a mesma esteja dentro do período de validade, que é de 6 (seis) meses, e não tenha havido ocorrência de intervenções ou interferências com as OAE's vistoriadas.

5. ANÁLISE ESTRUTURAL

Para obras em tangente:

A análise estrutural será feita com a metodologia da análise global de esforços, ou seja, considerando-se o tabuleiro como uma viga isolada, e comparando-se os esforços linearizados do TB de cálculo da obra com os esforços linearizados do conjunto transportador.

Para coeficiente $K = (\text{esforço do TB de cálculo} / \text{TB esforço carreta}) \geq 1$, conclui-se que a obra está apta ao carregamento da carga especial.

Para obras em curva e/ ou coeficiente resultante da análise global, \leq que 1, a metodologia para a análise, deverá ser obrigatoriamente feita com o tabuleiro discretizado ou por grelha ou laje, conforme modelo estrutural de cada obra de arte. Nestes casos, deverá ser feita a modelagem com a utilização de programas de cálculo tradicionalmente reconhecidos no meio



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

técnico, espelhando a real geometria e inércias da estrutura, e comparando-se a carga accidental do TB de cálculo da obra com a carga accidental da carreta sem impacto. Pode-se em situação especial e a critério do órgão utilizar-se o peso próprio da estrutura na composição final de esforços.

Para obras em grelha:

A comparação dos esforços deverá sempre ser feita com os esforços da viga mais carregada da estrutura original (oriunda da carga accidental de cálculo), com a viga mais carregada da estrutura com o tráfego da carreta. Admite-se que a viga mais carregada do dimensionamento original seja repetida para todas as outras vigas, como é de praxe no meio estrutural.

Para obras em caixão abatido, que não apresentam comportamento de caixão, devem, portanto ser modeladas como obras em grelha, desconsiderando a laje de fundo.

Para as obras de arte com vãos $L \leq 6,00$ m, não necessitam de verificação estrutural, exceção feita às obras contínuas.

Para conjuntos de PBTC < 213 toneladas, com carga por eixo < que 12 toneladas, com o espaçamento entre eixos $\geq 1,50$ m com número de eixos ≤ 14 e sejam eixos de 8 rodas com espaçamento equidistante entre rodas, não necessitam de verificação estrutural.

5.1. Modelagem da estrutura

A modelagem da estrutura deverá apresentar elementos suficientes e representativos para a verificação da análise. Devem ser apresentados, em relatórios:

- Geometria do modelo estrutural identificando as características geométricas de cada elemento. Para a análise Global, o tabuleiro é discretizado como uma viga única com vão teórico do tabuleiro da obra em estudo.
- Características geométricas dos elementos nos modelos em grelha;
- Carregamentos de projeto e especiais adotados (valores e posicionamento). Devem ser apresentadas todas as possibilidades, inclusive para a análise global.
- Definição das combinações referentes ao carregamento de projeto;
- Esforços de Momento e Cortante de projeto e carregamento especial.

5.2. Carregamentos

- Os carregamentos referentes ao Trem Tipo de projeto devem identificar o Trem Tipo admitidos (TT24 / TT 36 / TT 45), apresentando todos os carregamentos de multidão realizados bem como o carregamento representativo do veículo (podendo ser homogeneizado).



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

- Devido às metodologias de projeto e às condições de transposição das obras pelas cargas excedentes, admite-se a condição de utilização dos coeficientes de impacto para o carregamento de projeto e desprezando estes mesmos coeficientes para as cargas especiais.
- O carregamento referente à carga especial deverá ser realizado no eixo da estrutura, salvo disposições analisadas pelo projetista com recomendações expressas para passagem excêntrica, claramente indicada através de croqui.
- Obras que sofreram alargamento deverão ser transpostas sempre pelo eixo da estrutura.

5.3. Planilha comparativa para aceitação do estudo

O esforço referente ao trem tipo de projeto e trem tipo especial deverá ser apresentado em planilhas onde seja possível a visualização comparativa dos esforços cortantes e fletores das longarinas. Eventualmente poderá ser feita a comparação dos esforços das transversinas, a critério da projetista, ou por solicitação do órgão.

Como resultado, a planilha deverá apresentar para as longarinas, um coeficiente de segurança para fletor máximo e para cortante máxima. O coeficiente de segurança (esforços de cálculo / esforços da carga especial) para a aceitação do transporte deverá ser $\geq 1,0$.

Quando o coeficiente de segurança for $< 1,0$, permite-se que seja feita um refinamento do cálculo de capacidade portante, considerando-se a estrutura real e permitindo-se em situação especial e a critério do órgão, a utilização da carga permanente para os resultados finais de análise.

Caso algum coeficiente de segurança do cálculo original da obra tenha que ser absorvido para validar o transporte, deverá estar explícito em relatório, com a sugestão do calculista sobre os cuidados que deverão ser observados para a transposição da obra em questão, como o das flechas esperadas para a transposição, ou o tipo de escoramento a ser adotado, sugestão de monitoramento, mas cabendo a decisão final da transposição da obra, do monitoramento e do escoramento, exclusivamente ao DER.

6. INSTRUMENTAÇÃO

É a medição com aparelho(s) apropriado(s) da (s) deformação (ões) decorrente(s) da passagem do conjunto transportador sobre a estrutura da obra para fins de comparação da flecha teórica obtida no processamento e a real, obtida na instrumentação.

Será exigido pelo DER ou pelo Engenheiro Viabilizador, como parte do processo de viabilização estrutural do transporte, quando a vistoria identificar anomalia(s) em alguma OAE e/ou nas situações em que a análise estrutural resultar em valores críticos à transposição do Conjunto Transportador.

A análise do projetista deverá ser composta por:



SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUPERINTENDÊNCIA

- Apresentação de processamento da obra para o referido transporte (não sendo aceita neste caso, a referência a outro conjunto mais desfavorável), considerando e apresentando as características geométricas da obra (independente do modelo estrutural da mesma) e as flechas teóricas esperadas;
- As empresas de instrumentação deverão fornecer apenas os dados obtidos nas leituras, cabendo ao projetista à análise destes valores.

7. O LAUDO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO

O Laudo Técnico de Acompanhamento é exigido como parte do processo de viabilização estrutural para todos os transportes com PBTC ≥ 213 tf e/ ou superior a 14 LE (linhas de eixo) e acima de 12 tf por eixo, sendo obrigatório o acompanhamento técnico pelo projetista ou por preposto do projetista de nível técnico ou superior, no intuito de orientar e verificar as condições de transposição.

O acompanhamento deverá apresentar relatório contendo:

- Os horários de início e término de cada trecho percorrido;
- Registro fotográfico da transposição de todas as Obras de Arte do trecho em questão, mesmo em horário noturno;
- Relato das ocorrências e não conformidades ocorridas durante a realização da transposição da rodovia, para que eventuais providências sejam tomadas, referentes à integridade das obras e a melhoria na condição da realização dos transportes;
- Apresentação das flechas obtidas quando da realização de instrumentação e a comparação com as flechas teóricas, complementada com a devida análise dos dados;

Deverá ser conclusivo quanto à eficácia do transporte.