

## PREGÃO ELETRÔNICO Nº 002/2021 – TOCANTINS PARCERIAS

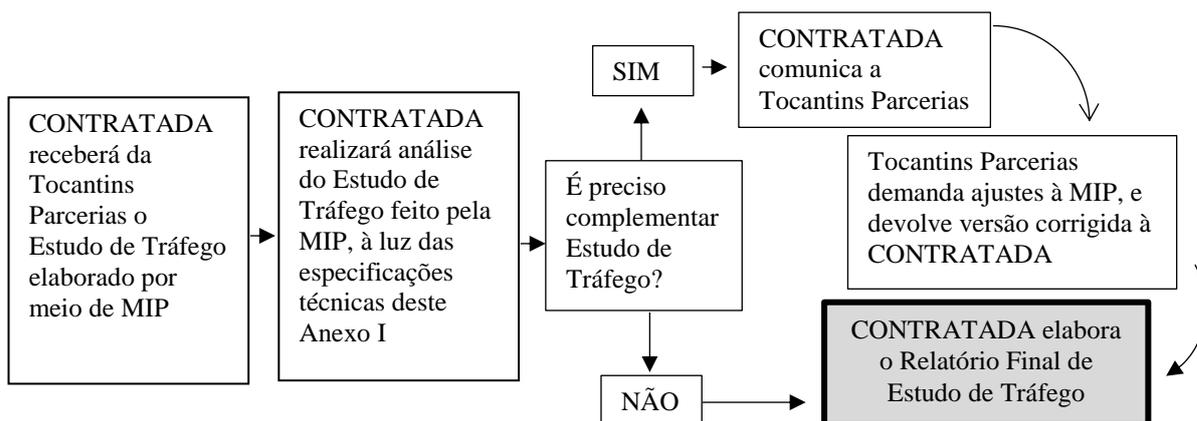
### ANEXO I – ESTUDOS DE TRÁFEGO

#### 1 DIRETRIZES GERAIS

Com relação aos Estudos de Tráfego, tais estudos já foram realizados, mediante autorização de Manifestação de Interesse Privado - MIP, e estão de posse da Tocantins Parcerias.

Desta forma, quanto a esta disciplina, será escopo da contratação a **Análise do Estudo de Tráfego** recepcionado por meio de MIP, à luz dos elementos técnicos constante neste Anexo I. **Elaborar Estudo de Tráfego não é escopo desta contratação.**

Caso haja inconsistências ou incompletudes, esses fatos serão descritos no relatório do produto, para que a Tocantins Parcerias demande as correções necessárias.



#### 2 PRODUTOS

A CONTRATADA deverá verificar se foram disponibilizados de forma integral todos materiais gerados durante a realização do estudo por meio da MIP, em formato aberto e organizado em produtos parciais, e documentos específicos, quando couberem. Devem ter sido contemplados os seguintes tópicos:

- Tráfego atual
  - ✓ Caracterização da concessão e da região de inserção do lote;
  - ✓ Trabalhos de campo, com informações das contagens volumétricas classificatórias, pesquisa de origem-destino, pesquisa de preferência declarada e pesquisa de velocidade;
  - ✓ Determinação do Volume Diário Médio Anual no ano base;
  - ✓ Determinação do custo de viagem;
  - ✓ Localização das praças de pedágio;
  - ✓ Sistema de transporte e rede georreferenciada;



- ✓ Zoneamento;
- ✓ Matriz Origem-Destino no ano base;
- ✓ Alocação de viagens;
- ✓ Carregamento do sistema no ano base.
  
- Tráfego ao longo da Concessão
  - ✓ Modelo de projeção;
  - ✓ Matrizes Origem-Destino futuras;
  - ✓ Previsão de intervenções no sistema;
  - ✓ Carregamento do sistema ao longo da concessão;
  - ✓ Consolidação da localização das praças de pedágio;
  
- Avaliação do dimensionamento de infraestrutura.
  - ✓ Avaliação de obras de melhorias e ampliação de capacidade;
  - ✓ Intervenções previstas por segmento homogêneo;
  - ✓ Posicionamento e identificação do tipo de dispositivos e intersecções no sistema;
  - ✓ Dimensionamento dos principais dispositivos do sistema;
  - ✓ Dimensionamento das praças de pedágio;
  - ✓ Cálculos de apoio ao dimensionamento do pavimento.

A seguir, é descrito o conteúdo de cada tópico.

## 2.1 Caracterização da concessão e da região de inserção do lote

Deverá estar apresentado o lote rodoviário em estudo, com a(s) rodovia(s) e extensão(ões) que o compõe(m). Caso seja verificada diferença quilométrica entre os trechos apresentados no Sistema Estadual de Viação - SEV e o registro realizado pela CONTRATADA, deverá ser apresentada uma régua de quilometragem SEV x quilometragem Cadastro. Deverá ser encaminhada planilha eletrônica com a comparação das fontes de dados.

Deverá ter sido apresentada a divisão dos segmentos homogêneos da (s) rodovia (s) em estudo. Os segmentos homogêneos devem ter características similares entre si quanto a características de infraestrutura (seção transversal), uso e ocupação do solo lindeiro, relevo do terreno, características da geometria da via existente (quando houver), curvatura vertical do segmento, volumetria de tráfego e acessibilidade. Como no Programa de Exploração da Rodovia (PER) se prevê que atingido o nível de serviço limite de operação em um segmento homogêneo, o mesmo dever ter sua capacidade viária ampliada, a definição dos segmentos homogêneos deve considerar que toda a extensão deverá ser ampliada.

Como no modelo de tráfego e na projeção de tráfego são consideradas variáveis socioeconômicas para a geração de viagens, deverá ser observado pela CONTRATADA se o Estudo de Tráfego elaborado por MIP trouxe uma caracterização com os seguintes dados:



- Em nível municipal (direto e indiretamente atendido) – evolução da população, território urbano e rural (limites e densidades), evolução da frota veicular, evolução do consumo de combustível, identificação das atividades econômicas, evolução de emprego, evolução da renda, variação do PIB, dentre outros fatores que influenciam na produção e atração de viagens;
- Em nível regional e federal - comparativo de regiões e de estado (s) inseridos no lote com demais estados da União e da média nacional quanto às variáveis identificadas em nível municipal, que possibilitem a análise da produção e atração de viagens.

## 2.2 Trabalhos de Campo

- Contagens volumétricas classificatórias:
  - ✓ As contagens volumétricas classificatórias (CVC) em seções poderão ter sido realizadas de forma mecânica (detector pneumático, indutivo, magnético, acústico, infravermelho, micro-ondas ou ultrassônicos), eletrônica (videoteipe) ou manual (papel / contadores mecânicos ou com recurso eletrônico) em locais estratégicos da rodovia para possibilitar a montagem de um perfil volumétrico de tráfego ao longo dos segmentos homogêneos da rodovia em estudo.
  - ✓ As CVC em seções deverão ter ocorrido, pelo menos, durante sete dias consecutivos, 24 horas por dia, em ambos os sentidos de tráfego, em período típico e ordinário de tráfego, com a exclusão de feriados e outros períodos em que possam existir distorções de tráfego.
  - ✓ As CVC devem ter sido previstas em intersecções no eixo rodoviário que seja interceptado por rodovias federais e as principais rodovias estaduais, assim como entroncamentos principais com municípios.
  - ✓ As CVC em intersecções devem ter ocorrido, pelo menos, durante um dia, entre as 06h00 e 18h00, em todos os movimentos possíveis, em período típico e ordinário de tráfego, com a exclusão de feriados e outros períodos em que possam existir distorções de tráfego.
  - ✓ Deverão ter sido contabilizados os veículos passantes por tipologia de veículo. Para os veículos comerciais, ter utilizada a classe de veículo definida na Tabela de Classificações do DNIT (Resolução do Contran 12/98 de 06/02/98), com a diferenciação da contagem de quantidade de eixos suspensos e não suspensos por classe de veículo comercial.
  - ✓ Deverá ter sido observado que para cada posto do Plano Nacional de Contagem do Tráfego (PNCT) do DNIT existente no eixo rodoviário em estudo (se tiver sido o caso) exista um posto de CVC em seção, realizado com recurso a contagem manual ou eletrônica (videoteipe), em um dia útil, durante 24 horas, em ambos os sentidos de tráfego, contabilizando os veículos passantes na seção rodoviária por tipologia de veículo, diferenciando a quantidade de eixos suspensos e não suspensos por classe de veículo comercial. Os dados do PNCT e da CVC do estudo deverão ter sido comparados para verificar a diferença de volume de tráfego e a evolução temporal.



- ✓ No caso de adoção de CVC mecanizada em seções, para a aferição do equipamento automático de contagem e distribuição dos eixos pela tipologia do veículo, deverá ter sido realizada uma contagem volumétrica classificatória manual, realizada concomitantemente à contagem mecanizada. O período mínimo deverá ter sido de 24 horas contínuas e num dia útil, excluindo o período entre 00h00min da sexta-feira e 00h00min da segunda-feira. Na contagem manual a separação volumétrica deverá ter sido realizada por sentido de tráfego e por tipologia de veículo.
- ✓ A contagem volumétrica classificatória manual poderá ter ocorrido com recurso a planilhas em papel e contadores manuais mecânicos, assim como com recurso a equipamento eletrônico, como, por exemplo, tablete, com o desenvolvimento de um aplicativo de coleta de dados desenvolvido pela MIP, que permita a transmissão dos arquivos originais para planilhas eletrônicas. O aplicativo deverá ter contemplado no mínimo para cada registro a data (formato dia:mês:ano), o instante do registro (formato hora:minuto:segundo:décimo segundo), a tipologia de veículo, a diferenciação de contagem de quantidade de eixos suspensos e não suspensos por classe de veículo comercial.
- ✓ O erro máximo admitido da comparação da contagem mecânica e a contagem manual no mesmo período deve ter sido de 7,5% do volume de tráfego, devendo ter sido obtido por sentido e para cada um dos cinco grupos de tipologia de veículo: leve (automóveis, van), comercial coletivo (ônibus), comercial leve (2 e 3 eixos), comercial semipesado (4 e 5 eixos) e comercial pesado (6 ou mais eixos). Em caso de verificação de variações de valores superiores a 7,5% e inferiores a 10,0%, os dados poderão ser considerados como aceites se tiver havido a aplicação de metodologia de correção estatística. No caso de erro superior a 10,0%, deverá ser realizada pela MIP a contagem volumétrica classificatória manualmente para o dia rejeitado, ao longo de 24 horas por dia, em ambos os sentidos de tráfego para as tipologias de veículo.
- ✓ Os dados brutos das planilhas eletrônicas e dos contadores automáticos deverão ter sido enviados à Tocantins Parcerias, assim como banco de dados consolidado em planilha eletrônica e o arquivo georreferenciado com a localização dos postos de contagem. Para as contagens manuais, o arquivo original, em papel (a ser enviada cópia digitalizada) também deverá ter sido encaminhado. No banco de dados deve constar a identificação e localização do posto de contagem, data da realização da contagem, separação volumétrica por sentido de tráfego (ou movimento no caso de intersecções) e por tipologia de veículo, volumes aferidos em períodos de quinze minutos, totalização por hora, por dia, média semanal, identificação do horário de pico por tipologia de veículo para cada dia. Para as classes de veículos comerciais deverão estar apresentados os resultados com separação de veículos comerciais com eixos suspensos, identificando a quantidade de eixos suspensos.



- ✓ Caso ocorram durante os trabalhos de campo eventos atípicos, tais como acidentes ou interrupções temporárias na via, a situação deve estar informada nos relatórios da MIP.
- Pesquisa de origem-destino:
  - ✓ A pesquisa de origem-destino (OD) deve ter sido realizada através de entrevistas junto aos usuários do eixo rodoviários aleatoriamente escolhidos durante a passagem nos postos de pesquisa OD. Esta pesquisa permite compreender a distribuição de origem e destino das viagens realizadas na (s) rodovia (s) e compor a matriz de origem e destino de viagem do Ano Base do estudo, devendo ser observado pelo menos um posto de pesquisa OD em cada posto de polícia rodoviário localizado no eixo do trecho da rodovia em estudo. Demais postos de pesquisa OD podem ser localizados em locais de concentração de motoristas como, por exemplo, postos fiscais, postos aduaneiro-alfandegários, balanças fixas, bases operacionais da gestora da rodovia, terminais intermodais dentre outros.
  - ✓ A realização da pesquisa com os usuários da rodovia deverá ter respeitado no mínimo: o período de 06h00 as 18h00, sete dias consecutivos (semana típica) e a amostra deverá ter sido representativa ao volume de tráfego do segmento homogêneo de localização do posto de pesquisa por tipologia de veículo, com erro máximo de 5% e intervalo de confiança de 95%. Para os veículos comerciais deverá ter sido utilizada a classe de veículo definida na Tabela de Classificações do DNIT (Resolução do Contran 12/98 de 06/02/98), com a contagem de quantidade de eixos suspensos por classe de veículo comercial.
  - ✓ Para garantir a fiabilidade da expansão da amostra da pesquisa origem-destino, é necessário garantir que tenha sido executado em período análogo aos sete dias da semana (que não precisam ser datas coincidentes), contagem volumétrica classificatória em seção, com período de realização de no mínimo 24 horas, em que tenha sido registrada a quantidade de eixos suspensos por classe de veículo comercial.
  - ✓ A pesquisa origem-destino deverá ter sido realizada com recurso a equipamento eletrônico, como por exemplo tablete, com o desenvolvimento de um aplicativo de coleta de dados pela MIP que permita a transmissão dos arquivos originais para planilhas eletrônicas. O arquivo original em formato planilha eletrônica (dados brutos) deverá ter sido enviado à Tocantins Parcerias. O aplicativo deverá conter no mínimo para cada registro a data (formato dia:mês:ano), o instante do registro (formato hora:minuto:segundo), a tipologia de veículo, a diferenciação de contagem de quantidade de eixos suspensos e não suspensos por classe de veículo comercial, o bloco de identificação do posto de pesquisa e a resposta a três blocos de perguntas de caracterização da viagem, veículo e motorista.
  - ✓ O formulário de pesquisa deverá ter contemplado um bloco de identificação do posto de pesquisa e no mínimo três blocos de perguntas.



- i. Identificação do posto (mínimo a atender)
  - Rodovia;
  - Quilometragem;
  - Coordenadas geográficas;
  - Data e hora; e
  - Condições climáticas.
- ii. Caracterização da viagem (mínimo a atender)
  - Local de origem (casa, trabalho, escola-acadêmico, compras-comércio, hospital-saúde, lazer-tempo livre; indústria-comércio-escritório; centro de distribuição, armazém-terminal de carga, terminal intermodal, porto-ferrovia, etc.);
  - Município (e bairro, se informação disponível) de origem, com identificação do estado da Unidade da Federação (UF) ou país;
  - Local de destino (casa, trabalho, escola-acadêmico, compras-comércio, hospital-saúde, lazer-tempo livre; indústria-comércio-escritório; centro de distribuição, armazém-terminal de carga, terminal intermodal, porto-ferrovia, etc.);
  - Município (e bairro, se informação disponível) de destino, com identificação do estado da UF ou país;
  - Tempo estimado de viagem total;
  - Quilometragem estimada da viagem total;
  - Motivo de viagem principal;
  - Frequência de viagem (expressa em quantidade numérica para os horizontes temporais dia, semana, quinzena, mês, bimestre, semestre, ano, esporádico);
  - Se o motorista está acompanhado e de quantas pessoas;
  - Tipo de carga (diferenciar por classe de cargas) ou se está carregado ou vazio; deve-se diferenciar o contêiner, independentemente do tipo de carga;
  - Pessoa responsável pelo pagamento do pedágio (motorista, passageiro, empresa);
  - Se utiliza algum tipo de pagamento prévio ou eletrônico para pedágio;
  - Quem define a escolha de rota (motorista, empresa, escolta).
- iii. Caracterização do veículo:
  - Fabricante do veículo e modelo;
  - Ano de fabricação;
  - Tipo de combustível;
  - Propriedade do veículo;
  - Tipologia de veículo;
  - Para veículos comerciais quantidade de eixos suspensos.
- iv. Caracterização do motorista:
  - Sexo;
  - Faixa etária;
  - Escolaridade;
  - Faixa de renda familiar;
  - Quantidade de pessoas do agregado familiar.



- ✓ Para complementar a amostra mínima de entrevistas realizadas com motoristas, a MIP poderá ter utilizado dados de sinais de celulares para mapear os pares de origem - destino. Caso tenha utilizado esta nova tecnologia, deverá estar contemplado no Estudo a conceituação metodológica de levantamento de dados, tratamento do banco de dados, compatibilização com dados das entrevistas com motoristas, calibração e expansão de dados.
- ✓ Caso a amostra diária da pesquisa origem-destino após tratamento e análise dos dados de campo não seja atingida, deverão ter sido realizadas entrevistas complementares para garantir o erro máximo de 5% e intervalo de confiança de 95%.
- ✓ O banco de dados validado da pesquisa origem-destino, com a exclusão das entrevistas consideradas inválidas, deverá ter sido fornecido à Tocantins Parcerias, apresentando a metodologia para validação de um questionário de entrevista origem-destino. O banco de dados brutos, sem a exclusão de entrevistas também deverá ter sido enviado à Tocantins Parcerias.
- Pesquisa de preferência declarada:
  - ✓ A pesquisa de preferência declarada é complementar à pesquisa de origem-destino e tem por objetivo caracterizar a sensibilidade do usuário da rodovia frente a pagamento e custo de pedágio para diferentes condições de pavimento, volume de tráfego, existência de serviços de atendimento ao usuário, dentre outras características físicas e operacionais da rodovia. Esta percepção do usuário permite a modelagem da elasticidade-preço da demanda pelo pedágio, a avaliação da impedância monetária gerada pelas praças de pedágio e redistribuição das viagens na rede de transportes condicionada aos desvios de tráfego regional e local do tráfego com a implantação das praças de pedágio.
  - ✓ No formulário mínimo da pesquisa origem-destino deverá ter sido acrescido um quarto bloco de perguntas, que se referem às combinações de possibilidades de variáveis de escolha para os tipos de infraestrutura e tarifa, aqui denominada como o experimento. No desenho do experimento as variações mínimas de escolha para o usuário são tempo de viagem, características físicas da rodovia e custo de viagem.
  - ✓ A realização da pesquisa de preferência declarada deverá ter sido realizada concomitantemente à pesquisa origem-destino. A amostra válida a ser obtida na pesquisa de preferência declarada deverá ter sido de no mínimo 30% da quantidade de pesquisas origem-destino válidas, considerando a tipologia de veículo de acordo com o volume de tráfego do segmento homogêneo de localização do posto de pesquisa.
  - ✓ A pesquisa de preferência declarada deverá ter sido realizada com recurso a equipamento eletrônico, como por exemplo tablete, com o desenvolvimento de um aplicativo de coleta de dados desenvolvido pela MIP, o qual permita a transmissão dos arquivos originais para planilhas eletrônicas. O arquivo original em formato planilha eletrônica (dados brutos) deverá ter sido enviado à Tocantins Parcerias. O aplicativo deverá conter no mínimo para cada registro a data (formato dia:mês:ano), o



instante do registro (formato hora:minuto:segundo), a tipologia de veículo, a diferenciação de contagem de quantidade de eixos suspensos e não suspensos por classe de veículo comercial, o bloco de identificação do posto de pesquisa e a resposta aos quatro blocos de perguntas de caracterização da viagem, veículo, motorista e escolha de viagem.

- ✓ Caso a amostra diária da pesquisa de preferência declarada após tratamento e análise dos dados de campo não tenha sido atingida, deverão ter sido realizadas entrevistas complementares para garantir o valor de 30% do número de entrevistas válidas sobre o universo de pesquisas origem-destino válidas.
- ✓ O banco de dados validado da pesquisa de preferência declarada, com a exclusão das entrevistas consideradas inválidas, deverá ter sido fornecido à Tocantins Parcerias, apresentando-se a metodologia para validação de um questionário de pesquisa de preferência declarada. O banco de dados bruto sem a exclusão de pesquisas também deverá ter sido encaminhado.
- Pesquisa de velocidade:
  - ✓ A pesquisa de velocidade permite conhecer as velocidades praticadas na situação atual da via e o tempo de percurso no eixo rodoviário segundo as condições atuais de infraestrutura e operação, que servirão de base para a avaliação de capacidade do sistema viário.
  - ✓ Todos os segmentos homogêneos devem ter sido percorridos, por sentido, em no mínimo dois dias úteis que não podem ser coincidentes, entre 06h00 e 20h00, considerando período típico e ordinário de tráfego, excluindo o período entre 00h00 da sexta-feira e 00h00 da segunda-feira, assim como a exclusão de feriados e outros períodos em que possam existir distorções de tráfego.
  - ✓ A pesquisa de velocidade deverá ter registrado a velocidade continuamente para o mesmo segmento homogêneo, com registro do percurso realizado no formato de trilhas (*tracks*) e registro da posição geográfica em intervalo de segundos. O registro deverá ter sido realizado através de equipamento GPS, devendo incluir também a georreferenciação dos limites do segmento homogêneo, dos limites de trechos urbanos, do início e final de obras de artes especiais (túnel e pontes/viadutos) e de outros locais de relevância dentro do segmento
  - ✓ homogêneo, como posto policial, posto de pesagem e acesso a grandes polos gerados (exemplo: indústria de grande porte) na forma de pontos (*waypoints*).
  - ✓ O banco de dados consolidado em planilha eletrônica e o arquivo georreferenciado (dados brutos e tratados) com as informações dos segmentos homogêneos deverá ter sido enviado à Tocantins Parcerias. O banco de dados poderá então ser gerado após sistematização e aferição dos dados coletados. No banco de dados deve constar no mínimo a identificação do segmento homogêneo, a quilometragem e a coordenada geográfica inicial e final, a quilometragem e a coordenada geográfica inicial e final dos pontos relevantes identificados no segmento, às datas de realização do levantamento, e as velocidades médias observadas em



cada dia de levantamento entre os pontos relevantes do segmento homogêneo.

### 2.3 Determinação do Volume Diário Médio Anual no Ano Base

Os dados das contagens volumétricas classificadas deverão ter sido extrapolados para obtenção de estimativas de tráfego anual e em termos de volume diário médio anual (VDMA), considerando-se fatores de sazonalidade, podendo ser obtidos, por exemplo, através de dados históricos, métodos paramétricos ou contagens adicionais de verificação.

A metodologia de correção sazonal e as fontes de informação consideradas deverão estar descritas, considerando de maneira distinta no mínimo, aos tipos de veículos: leve (automóveis, motocicletas) e comercial (ônibus e caminhões leves e pesados).

Para cada ponto de pesquisa deverá estar correlacionado o ponto de referência utilizado para a correção sazonal. Apresentar arquivo *.kmz* com uma pasta por ponto de referência e os pontos de contagem relacionados ao mesmo.

Deverá ter sido apresentado um comparativo do volume diário médio anual (VDMA) obtido pelas pesquisas de contagens nos pontos do PNCT do DNIT (se compatível) e volume diário médio anual (VDMA) obtido pelo contador em si.

### 2.4 Determinação do Custo de Viagem

Deverão estar apresentados os resultados dos cálculos dos custos de viagem com suas parcelas de composição, diferenciada minimamente para três grupos de veículos: leve (automóveis, van), comercial leve (2 a 4 eixos) e comercial pesado (5 ou mais eixos). As planilhas com as memórias de cálculo deverão ter sido disponibilizadas à Tocantins Parcerias.

### 2.5 Localização das Praças de Pedágio

Deverão constar os cenários delineados a partir de vistorias técnicas e análise do perfil de tráfego para o posicionamento das praças de pedágio, considerando os prós e contras de cada cenário, considerando todos os aspectos de tráfego (especialmente estimativa dos volumes de fuga), ambientais, de engenharia, além de aspectos sociais da região.

Esta análise deverá ter sido encaminhada à Tocantins Parcerias, incluindo um arquivo *.kmz* com localização geográfica das praças de pedágio do sistema rodoviário sob estudo, bem como das praças de pedágio de concessões adjacentes (caso aplicável).

As praças de pedágio não podem ter sido alocadas próximas à sede de municípios, trechos urbanos e povoados sujeitos a futura conurbação, evitando a tarifação de viagens de curta extensão ou de frequência elevada, que são tipicamente viagens do tipo pendulares (casa-trabalho/estudo-casa). As áreas de preservação permanente (APP), os trechos de mata nativa, os eixos de cursos d'água ou as áreas de comunidades indígenas/quilombolas devem ser evitados.



A localização da praça de pedágio deve ter sido avaliada em conjunto com as demais especialidades, principalmente os Estudos Ambientais e de Engenharia, para que seja adotada a melhor solução multidisciplinar, cuja metodologia deverá ser apresentada.

## 2.6 Sistema de Transportes e Rede Georreferenciada

A rede de transportes deve ter contemplado as principais informações coletadas referente a todos os modos de transportes na área de influência do estudo, destacando-se:

- Ligações internacionais, inter-regionais, interestaduais, intermunicipais e municipais de interesse;
- Existência ou previsão de sistemas de transportes concorrentes ou complementares e de rotas alternativas.

Esta rede de transportes é composta pelo sistema rodoviário, ferroviário e aquaviário pertencentes às esferas federal, estadual e municipal, atualizadas com informações levantadas no reconhecimento de campo, contidas na área de influência do estudo.

A rede de transportes com as principais informações dos modos de transportes na área de influência do estudo devem estar apresentadas em um banco de dados georreferenciado, com o banco de dados subdividido em camadas (*layers*) para se permitir a inserção de informações ou atributos necessários para o processo de modelagem de tráfego. O arquivo georreferenciado (*shapefile*) contendo a base gráfica e o banco de dados deverá ter sido enviado à Tocantins Parcerias.

O formato deste banco georreferenciado deve permitir a sua utilização em programa de modelagem de transportes.

As vias deverão estar segmentadas em ligações (*links*), cada um deles contendo atributos específicos, organizados no formato tradicional de banco de dados georreferenciado para uso nas redes de simulação. Os atributos de cada ligação da rede devem estar codificados ou atualizados para o cenário do Ano Base (situação atual) e a situação futura de acordo com os horizontes de melhoria de infraestrutura. Deve-se garantir que em cada ligação seja possível identificar:

- Volume de carga;
- Volume de tráfego por tipologia de veículo;
- Extensão;
- Capacidade de carga;
- Capacidade da via;
- Identificação dos terminais de cargas e transbordo;
- Categoria de projeto da via (caso do modal rodoviário);
- Seção transversal da via terrestre: pista simples ou dupla, pista simples com faixa adicional, pista dupla expressa com três ou mais faixas por sentido, vias urbanas e acessos;
- Tipo de terreno: plano, ondulado ou montanhoso;
- Velocidade de projeto (quando existir informação);



- Velocidade regulamentada;
- Velocidade operacional;
- Tipo de pavimento (caso do modal rodoviário): pavimentada, implantada ou leito natural;
- Estado de conservação do pavimento (caso do modal rodoviário): bom, regular ou ruim;
- Tarifa de pedágio (caso do modal rodoviário), caso exista.

Deverão estar apresentadas camadas (*layers*) com os municípios e outros conjuntos de informações pertinentes a modelagem de transportes.

A divisão das ligações (*links*) e a atualização dos atributos deve ter considerado, para o cenário atual e futuro, principalmente, as possíveis rotas de fuga no entorno das futuras praças de pedágio a serem implantadas, os principais entroncamentos com rodovias, as interligações intermodais e com terminais de carga/transbordo.

## 2.7 Zoneamento

Deverão estar definidos três níveis de zoneamento: o principal, o secundário e o terciário.

O zoneamento principal deve contemplar os municípios interceptados e os municípios com dependência direta de mobilidade do eixo rodoviário em estudo. Neste nível devem estar considerados como zonas de tráfego os municípios, ou suas subdivisões com base nos setores censitários do IBGE. No caso da existência de polos geradores/atratores de elevado número de viagens como portos, indústrias, universidades, etc., o mesmo deve estar considerado como uma zona de tráfego.

Para o zoneamento secundário devem estar consideradas as regiões geográficas imediatas do IBGE (anteriormente microrregiões), que articulados com outras rodovias e modos de transporte têm dependência direta de mobilidade do eixo rodoviário em estudo, incluindo quando for o caso zonas de tráfego externas a unidades da federação do Brasil (outros países) que sejam de ligação direta com o eixo rodoviário em estudo.

Quanto ao zoneamento terciário, são as zonas de tráfego segundo as regiões geográficas intermediárias do IBGE (anteriormente mesorregiões) que sejam de influência remota do eixo rodoviário em estudo, assim como as zonas de tráfego externas a unidades da federação do Brasil (outros países) que não sejam de ligação direta com o eixo rodoviário em estudo.

## 2.8 Matriz Origem-Destino no Ano Base

Trata-se da representação da demanda de transportes na forma de matrizes bidimensionais, no qual cada célula da matriz representa o número de viagens entre um par origem-destino específico por cada modo de transporte. Especificamente para o modal rodoviário, a matriz deve estar apresentada globalmente e para cada tipologia de veículo definida na contagem volumétrica classificada (CVC). Além da matriz total, deverão estar



apresentadas as matrizes segregadas por motivo de viagens (trabalho, lazer, educação etc.)

Deverá estar apresentada a Matriz OD do Ano Base e o método para a obtenção da mesma a partir dos levantamentos de dados primários e secundários. O processo de expansão da amostra e a respectiva calibragem entre a matriz de dados primários e secundários e a matriz do modelo de transportes, devem garantir ajuste satisfatório através de testes estatísticos consagrados.

Deverão ter sido comparados os dados de VDMA provenientes das contagens com aqueles resultantes do modelo de tráfego. Caso seja utilizado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o ajuste deve ser de no mínimo 0,8; caso seja utilizado o teste estatístico GEH, no mínimo 80% dos postos de pesquisa CVC em seção deve ter  $GEH < 5$  e os restantes postos de pesquisa CVC em seção deve ter  $5 \geq GEH < 10$ . Esses dados devem ter sido encaminhados em uma planilha.

Deverá ser utilizado um programa de modelagem de tráfego que tenha módulo de balanceamento de matriz.

A Matriz OD do Ano Base de dados primários e secundários e a matriz do modelo de transportes deverão ter sido fornecidas por meio de planilhas eletrônicas.

## 2.9 Alocação de Viagens

A definição da técnica de alocação do fluxo de tráfego na rede a ser utilizada deve ser eficiente para uma análise econômica e operacional de alternativas modais de transporte e refletir na melhor distribuição do fluxo de tráfego e capacidade de circulação viária. Por conseguinte, deverá ter sido utilizado um programa de modelagem de tráfego, de reconhecida utilização no mercado, que tenha um algoritmo de alocação. A solução do problema pela utilização da técnica de alocação do tipo “tudo ou nada” deverá ser evitada.

A alocação das matrizes de viagem do ano base em relação à rede georreferenciada, obtendo-se os carregamentos ou volumes de tráfego nos diferentes segmentos homogêneos da rede de simulação no ano base do estudo, deverá ter sido realizada para dois cenários:

- i. Sem considerar a impedância pela cobrança de pedágio, de maneira a auxiliar o diagnóstico de nível de serviço atual e a identificação de locais ótimos para a implantação das praças de pedágio; e
- ii. Considerando a impedância pela cobrança de pedágio.

## 2.10 Carregamento do Sistema no Ano Base

Deverá estar apresentado o resultado do Volume Diário Médio (VDMA) para cada tipologia de veículo no ano base, atendendo cada um dos segmentos homogêneos resultantes do Modelo de Tráfego. Esses valores devem ter sido apresentados à Tocantins Parcerias por meio de planilhas eletrônicas.



## 2.11 Modelo de Projeção

Dever estar apresentado a metodologia adotada para o modelo de crescimento de tráfego e a aderência a região em estudo por categoria de veículo, com apresentação da construção da elasticidade de demanda em relação às variáveis explicativas do modelo de crescimento de tráfego natural.

A MIP deve ter apresentado, junto ao modelo estatístico adotado, a sua capacidade histórica de minimização dos erros esperados em suas projeções.

Devem ter sido encaminhadas as memórias de cálculo das análises realizadas por meio de planilhas eletrônicas à Tocantins Parcerias.

## 2.12 Matrizes Origem e Destino Futuras

Nas matrizes de tráfego futuras devem ter sido apresentadas a parcela de tráfego tendencial (natural) e a parcela de tráfego induzido devido aos melhoramentos de infraestrutura e operação do eixo rodoviário em estudo. A alocação de tráfego nas matrizes futuras deve ter sido realizada de acordo com prazos padrão estabelecidos em PER para trabalhos iniciais, início de cobrança de pedágio, recuperação e melhorias principais (duplicação ou faixa adicional), assim como para o 10º, 15º, 20º, 25º, 30º e 35º ano de concessão, sendo que nos demais anos se admite que a projeção de tráfego seja obtida por interpolação.

Por conseguinte, deverá ter sido utilizado um programa de modelagem de tráfego que permita o balanceamento de matrizes futuras, de reconhecida utilização no mercado.

Quanto a tarifa quilométrica do pedágio, deverão ter sido simulados no mínimo quatro estruturas de tarifa quilométrica.

Deverá ter sido realizada uma análise de sensibilidade ao valor da tarifa final, que é definido como cenário central de tarifa, havendo variação para um cenário otimista e um cenário pessimista. As variações de tarifa em relação ao cenário central podem ter sido apresentadas pela Tocantins Parcerias ou pelo Poder Concedente.

Em caso de outras variações de patamares de tarifa, as mesmas podem ter sido realizadas por interpolação de dados dos cenários simulados.

As Matrizes OD futuras devem estar apresentadas por meio de planilhas eletrônicas à Tocantins Parcerias.

## 2.13 Previsão de Intervenções no Sistema

Deverá ter sido apresentada lista dos melhoramentos de infraestrutura e operação previstos no eixo rodoviário em estudo e ano de implantação, assim como início de cobrança de pedágio, utilizados na rede de simulação.



## 2.14 Carregamento do Sistema ao Longo da Concessão

O resultado das estimativas de tráfego devem conter a projeção dos volumes de tráfego (VDMA e VDMA Equivalente tarifário) para cada tipologia de veículo ao longo do horizonte de concessão, por estrutura e cenário de tarifa quilométrica, atendendo cada um dos segmentos homogêneos e cada praça de pedágio. Esses resultados devem ter sido apresentados à Tocantins Parcerias por meio de planilhas eletrônicas.

Adicionalmente para as praças de pedágio devem estar apresentadas informações básicas referentes à:

- Caracterização das eventuais perdas de tráfego:
  - ✓ para outros modos de transportes;
  - ✓ para outra rota / via;
  - ✓ por praça de pedágio;
  - ✓ por categoria de veículo;
  - ✓ por ano;
  - ✓ por pares origem - destino, agrupados de forma a representar os principais fluxos em termos de número de viagens e de receita;
  - ✓ por impedância;
  - ✓ indicação e carregamento das rotas rodoviárias alternativas e de fuga utilizadas;
  - ✓ indicação de soluções técnicas para minimizar as perdas de tráfego verificadas;
  - ✓ análise de sensibilidade quanto às principais variáveis envolvidas na simulação (por exemplo: valor do tempo, custo operacional dos veículos, custo do pedágio, etc).

## 2.15 Consolidação da Localização das Praças de Pedágio

Com base nos resultados da projeção de tráfego ao longo da concessão, identificação de desvios para outros modos de transportes e/ou vias, localização preliminar das praças de pedágio, deverá estar proposta a configuração consolidada das praças de pedágio, apresentando os prós e contras de cada posicionamento pela análise multidisciplinar com as demais disciplinas do EVTEA da Concessão Rodoviária, bem como pelo cálculo dos seguintes elementos:

- A iniquidade, que é a diferença entre o valor pago por um veículo em seu percurso na via (tarifa multiplicada pelo total de praças de pedágio pelas quais passa um usuário) e o valor correspondente ao produto da extensão de seu percurso e o valor de tarifa estabelecido por quilômetro (valor do trecho efetivamente utilizado pelo usuário);
- A eficiência, considerada a proporção entre o valor total arrecadado menos o custo para realizar a arrecadação (parcelas correspondentes a investimentos, operação e manutenção, incluindo os gastos para realizar a arrecadação), e o valor total arrecadado;
- O ganho marginal de equidade e eficiência, considerado o ganho de equidade correspondente à perda de eficiência em termos marginais, com a adição de mais uma praça de pedágio; e



- O momento de transporte, que é o produto do volume diário médio de tráfego - VDM pelo trecho de cobertura das praças.
- As memórias de cálculo deverão ser apresentadas por meio de planilhas eletrônicas.

Deverá constar arquivo em formato *.kmz* com localização geográfica consolidada das praças de pedágio do sistema rodoviário sob estudo, bem como das concessões adjacentes, se houverem.

Com a definição da proposta de alocação das praças de pedágio, deverá ter sido realizada uma análise de sensibilidade do impacto da alocação de cada praça numa extensão de 5 km, para mais e para menos, em relação à posição utilizada na modelagem de tráfego para a praça de pedágio.

## 2.16 Dimensionamento da Praça de Pedágio

Os trabalhos também devem fornecer informações que tenham permitido o dimensionamento de infraestrutura e o dimensionamento operacional da praça de pedágio, com descrição da metodologia adotada, que deve estar baseada em fundamentos da engenharia de tráfego e estatística. Deverão ser apresentadas as variáveis:

- Tráfego na 50ª hora mais carregada do ano;
- Composição do tráfego na 50ª hora mais carregada do ano;
- Distribuição do tráfego nos dois sentidos para a 50ª hora mais carregada do ano;
- Fator de Pico Horário;
- Tempo de atendimento na cabine (manual e automatizada);
- Comprimento de fila máximo; e
- Percentual adotado para utilização de cobrança automática de pedágio ao longo do período de concessão.

Os resultados devem ser apresentados em termos de:

- Quantidade de cabines a ser implantadas na fase inicial e evolução ao longo do período de concessão; e
- No caso de períodos com operação diferenciada devido à volume de tráfego atípico, como rodovias com fluxo turístico, poderá ser apresentado dimensionamento de infraestrutura e operacional diferenciado.

A MIP deverá ter apresentado estudo legal acerca de aplicação de desconto sobre a tarifa base do pedágio de acordo com o tipo de cobrança (manual ou automática) ou por horário de cobrança ou por frequência de viagens (desconto para usuário frequente).

As memórias de cálculo devem estar apresentadas por meio de planilhas eletrônicas.

## 2.17 Avaliação de Obras de Melhoria e Ampliação de Capacidade



Quanto à avaliação da capacidade do eixo viário para determinação do nível de serviço, deverá ter sido feita para todo o período de concessão, desenvolvida por meio da ferramenta *Highway Capacity Manual* – HCM 2010 ou posterior, para cada segmento homogêneo. Para fins de análise pela Tocantins Parcerias ou seus prepostos, deverão ter sido apresentados os dados de entrada listados a seguir:

- Tipo de região lindeira à rodovia (rural ou urbana);
- Número de faixas de rolamento e larguras (por sentido);
- Existência e extensão de faixa adicional (por sentido);
- Existência de acostamento e largura (por sentido);
- Largura dos afastamentos laterais interno e externo;
- Extensão e declividade do greide (por sentido);
- Densidade de acessos (por sentido);
- Volume de tráfego diário;
- Volume de tráfego na hora de projeto;
- Composição do tráfego na hora de projeto;
- Distribuição do tráfego por sentido na hora de projeto; e
- Fator de hora pico no sentido analisado.

Deverão estar apresentadas as memórias de cálculo com os parâmetros intermediários resultantes da análise do nível de serviço.

Deverá estar apresentada planilha eletrônica com o nível de serviço por segmento homogêneo, por ano de concessão sem a realização de obras de melhorias e ampliação de capacidade.

O nível de serviço aceitável em cada segmento homogêneo é categoria “D” em no máximo 50 horas/ano (hora de projeto). Em rodovias de fluxo concentrado devido a dias atípicos (exemplo: feriados ou safra), poderá ser aceite a categoria “D” em no máximo 100 horas/ano. Para tal, a MIP deve ter identificado os segmentos homogêneos com flutuações atípicas de tráfego em datas específicas, apresentados dados de tráfego com estas flutuações em relação ao tráfego médio anual.

Além do cálculo do nível de serviço pelo HCM, deve ter sido avaliada a necessidade de implantação de faixas adicionais em rampas íngremes ascendentes e descendentes em cada segmento homogêneo seguindo as recomendações da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) e do *Highway Capacity Manual* (HCM).

Em trechos urbanos com uso de solo consolidado junto a faixa de domínio da rodovia, em que exista limitação para ampliação de capacidade de infraestrutura, deverão ter sido identificados os segmentos homogêneos e apresentadas soluções específicas, como melhoria de condições operacionais (exemplo: reversão de faixa em hora pico), implantação de contornos urbanos, dentre outras soluções que melhorem a fluidez do tráfego.



Deverá ter sido apresentada planilha eletrônica com as obras de melhorias e ampliação de capacidade previstas para cada segmento homogêneo e o seu ano de implantação, sendo reservada uma coluna para caracterizar se a obra está relacionada à análise de tráfego ou é de caráter obrigatório. Quando da solução de faixas adicionais para ultrapassagem ou quando da implantação de faixas adicionais em rampas ascendentes e descendentes, deverá estar apresentada a quantidade e extensão por segmento homogêneo.

Deverá constar apresentada planilha eletrônica com o nível de serviço por segmento homogêneo, por ano de concessão com a realização de obras de melhorias e ampliação de capacidade.

Também deverá ter sido apresentado pela MIP localização e tipologia das intersecções e dispositivos do eixo viário em estudo com rodovias federais e as principais rodovias estaduais, assim como entroncamentos principais com municípios, e seu dimensionamento, relacionando o volume de tráfego e o comportamento operacional aceitável para a hora de projeto.

Deverá estar apresentada planilha e arquivo *.kmz* com a localização e tipologia das intersecções e dispositivos.

## 2.18 Cálculos de Apoio para o Dimensionamento do Pavimento

Para cada trecho deverá ter sido encaminhada em planilha eletrônica a memória de cálculo e os resultados do Fator de Veículo (FV) e Número “N”.

## 3 RELATÓRIO FINAL CONSOLIDADO

Todo material gerado durante a realização do Estudo deverá ter sido disponibilizado de forma integral, em formato aberto e organizado em relatórios parciais, incluindo eventualmente aplicativos necessários para visualização de levantamentos e/ou documentos específicos.

O memorial de cálculo do dimensionamento e custos/receitas resultantes das análises descritas neste anexo deverão compor a Planilha MEF prevista no Anexo IX.

Além da análise do Produto elaborado pela MIP visando a validação, a CONTRATADA deverá elaborar e disponibilizar um relatório final consolidado abrangendo todas as análises e conclusões com o intuito de agregar em um único documento o Estudo de Tráfego realizado, sendo que esse relatório consolidado será parte dos produtos a ser disponibilizado nas etapas de Consulta e Audiência Pública, Controle Externo e Licitação.