SEINFRA
Secretaria de Estado de Infraestrutura

GOVERNO DO ESTADO
Mato Grosso do Sul

EDITAL DE CONCESSÃO N° [●]/[●]

CONCESSÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE RECUPERAÇÃO, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, CONSERVAÇÃO, IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS E AMPLIAÇÃO DE CAPACIDADE DO SISTEMA RODOVIÁRIO.



3.1. MODELAGEM TÉCNICA
ESTUDOS DE ENGENHARIA, AMBIENTAL E SOCIAL
3.1.1. PRODUTO 01 - ESTUDOS DE TRÁFEGO

Sumário do Cadastro Geral do Sistema Rodoviário (TOMO I)

1 Apresentação....10
2 Introdução....12
3 Levantamento de dados....16
3.1 Dados existentes....20
3.1.1 Contagens DNIT....23
3.1.2 Dados do estudo de tráfego da MT-100....24
3.1.3 Dados do estudo de tráfego da BR-364/GO e BR-365/MG....25
3.1.4 Contagens SEINFRA....26
3.1.5 Contagens e pesquisas de origem e destino do PELT....28
3.2 Contagens classificadas....30
3.2.1 Contagens de 2017....31
3.2.2 Contagens de 2019....33
3.3 Entrevistas de origem e destino....38
3.4 Pesquisa preferência declarada....40
4 Determinação do tráfego atual....44
4.1 Fatores de sazonalidade....44
4.2 Volume médio anual nos pontos de pesquisa....50
4.3 Características do tráfego da rodovia....51
4.3.1 Automóveis....51
4.3.2 Veículos de carga....59
5 Modelo de demanda....68
5.1 Rede de transportes....68
5.2 Zonas de tráfego....70
5.3 Matrizes de origem de destino....71
5.4 Metodologia de alocação de tráfego....72
5.5 Calibração do modelo de alocação....74
5.6 Resultados da alocação de tráfego....75
5.7 Modelo de fugas....77
6 Determinação da localização das praças de pedágio....80
6.1 Avaliação das alternativas com 2 e 3 praças de pedágio....81
6.2 Localização das praças de pedágio....86
6.3 Identificação das rotas de fuga....87
6.4 Análise de sensibilidade na localização das praças....92
6.5 Avaliação da cobrança diferenciada ao longo do dia....95
7 Alocação de tráfego com pedágio....98
7.1 Caracterização da variação de tráfego....103
7.2 Análise de sensibilidade....104
8 Estimativa do tráfego futuro....106
8.1 Metodologia para projeção da demanda....106
8.2 Histórico dos indicadores socioeconômicos....108
8.3 Estimativa das matrizes futuras....115
8.4 Rotas rodoviárias concorrentes....124
8.5 Concorrência da modalidade ferroviária....125
8.6 Alocação do tráfego para os cenários futuros....130
9 Avaliação do nível de serviço....135

9.1 Metodologia para avaliação do nível de serviço....135
9.1.1 Velocidade de fluxo livre....136
9.1.2 Fluxo equivalente da velocidade média de operação....137
9.1.3 Velocidade média de operação....141
9.1.4 Fluxo equivalente do percentual gasto em pelotão....142
9.1.5 Percentual do tempo gasto em pelotão....144
9.2 Parâmetros adotados para o cálculo do nível de serviço....146
9.3 Estimativa do nível de serviço ao longo do período de concessão....147
10 Estimativa do número "n"....148
10.1 Metodologia para estimativa do número "n"....148
10.2 Parâmetros adotados para o cálculo do número "n"....149
10.3 Estimativa do número "n" ao longo do período de concessão....151
11 Dimensionamento das praças de pedágio....154
11.1 Parâmetros de desempenho para operação de cobrança das praças de pedágio....154
11.2 Pressupostos adotados para o dimensionamento das praças....155
Anexo I – Zonas de tráfego....159
Anexo II – Fatores de expansão das entrevistas do PNCT....161
11 Termo de Encerramento....168

Índices de Tabelas

Tabela 2.1 – Trechos Homogêneos SER/SNV....15
Tabela 3.1 – Fontes de dados utilizados para elaboração do estudo de demanda....17
Tabela 3.2 – Localização dos postos de contagem existentes....19
Tabela 3.3 – Categorias de tráfego....20
Tabela 3.4 – Categorias veiculares DNIT....20
Tabela 3.5 – Volume médio mensal com base nos dados de tráfego diário do DNIT....22
Tabela 3.6 – Categorias de tráfego adotadas na MT-100....23
Tabela 3.7 – Volume de tráfego MT-100....24
Tabela 3.8 – Categorias de tráfego adotadas na BR-364/365/GO/MG....24
Tabela 3.9 – Volume de tráfego BR-364/365/GO/MG....25
Tabela 3.10 – Categorias de tráfego das contagens da SEINFRA (PMI)....25
Tabela 3.11 – Volume de tráfego das contagens da SEINFRA (PMI)....26
Tabela 3.12 – Categorias PELT....26
Tabela 3.13 – Volume de tráfego PELT....27
Tabela 3.14 – Dados de entrevista de origem e destino do PELT-MS....27
Tabela 3.15 – Categorias de tráfego....29
Tabela 3.16 – Volume por dia, ponto de pesquisa e categoria agregada....31
Tabela 3.17 – Volume total por sentido, por dia, ponto de pesquisa e categoria agregada....34
Tabela 3.18 – Volume total de eixos e eixos suspensos e o percentual de eixos suspensos, por dia e ponto de pesquisa....35
Tabela 3.19 – Volume horário médio por categoria agregada e total no ponto de contagem em Costa Rica (km 39,0)....36

Tabela 3.20 – Volume horário médio por categoria agregada e total no ponto de contagem em Chapadão do Sul (km 102,0).....37
Tabela 3.20 – Volume horário médio por categoria agregada e total no ponto de contagem em Cassilândia (km 132,0).....37
Tabela 3.20 – Volume horário médio por categoria média e total.....37
Tabela 3.23 – Cronograma das entrevistas.....38
Tabela 3.24 – Amostra das entrevistas de origem e destino.....39
Tabela 3.25 – Informações coletadas nas pesquisas de origem e destino. Pesquisas de preferência declarada.....40
Tabela 3.26 – Níveis considerados para o valor da tarifa dos pedágios.....41
Tabela 3.27 – Níveis considerados para o acréscimo de tempo nas rotas alternativas.....41
Tabela 3.28 – Níveis considerados para a condição do pavimento nas rotas alternativas.....42
Tabela 3.29 – Questionários apresentados.....43
Tabela 4.1 – Período de dados por posto de contagem.....46
Tabela 4.2 – Categorias veiculares.....46
Tabela 4.3 – Fatores de sazonalidade.....50
Tabela 4.4 – Volumes médio anuais por categoria.....50
Tabela 4.5 – Principais origens e destinos dos automóveis.....52
Tabela 4.6 – Principais pares de origem e destino dos condutores de automóveis.....53
Tabela 4.7 – Distribuição das entrevistas por categoria agregada, eixos e eixos suspensos.....59
Tabela 4.8 – Distribuição das entrevistas por categoria agregada e eixos, no PNCT.....60
Tabela 4.9 – Principais origens e destinos dos veículos de carga.....60
Tabela 4.10 – Principais pares de origem e destino para veículos de carga.....61
Tabela 5.1 – Características operacionais dos links.....69
Tabela 5.2 –Fatores de expansão por ponto de contagem.....72
Tabela 5.3 – Parâmetros da função de custo generalizado.....73
Tabela 5.4 - Comparação entre o tráfego de automóveis observado e simulado.....74
Tabela 5.5 – Diferenças relativas entre os volumes observados e alocados.....75
Tabela 5.6 - Volume médio anual ao longo da concessão para o ano base sem pedágio.....75
Tabela 5.7 – Resultado do modelos de fugas.....79
Tabela 6.1 – Cenários de localização das praças de pedágio.....82
Tabela 6.2 – Momento de transporte para as alternativas com 2 e 3 praças.....83
Tabela 6.3 – Inequidade total e índice de Gini para as alternativas com 2 e 3 praças.....84
Tabela 6.4 – Eficiência de arrecadação transporte para as alternativas com 2 e 3 praças.....86
Tabela 6.5 – Resumo dos indicadores de performance para as alternativas com 2 e 3 praças.....86
Tabela 6.6 – Localização das praças de pedágio propostas.....86
Tabela 6.7– Características das rotas de fuga.....91
Tabela 7.1 - Volume diário médio anual ao longo da concessão para o ano base com pedágio.....101
Tabela 7.2 – Diferenças entre o cenário sem pedágio e com pedágio.....103
Tabela 7.3 – Caracterização da variação do tráfego na praça 1, 2 e 3 e total da concessão.....104
Tabela 7.4 - Valores do tempo por categoria utilizados na análise de sensibilidade.....104
Tabela 7.5 – Valores da tarifa por praça utilizados na análise de sensibilidade.....105
Tabela 7.6 – Volumes de tráfego esperados para os cenários avaliados por segmento homogêneo.105
Tabela 7.7 - Diferenças entre os cenários.....105
Tabela 8.1 - Taxa média de crescimento do PIB brasileiro em intervalos de 30 anos.....109
Tabela 8.2 – Histórico do PIB por Estado e Brasil (em milhões de reais).....110

Tabela 8.3 – Taxas do PIB por Estado e Brasil.....111
Tabela 8.4 - Elasticidades PIBregião/PIBbr das microrregiões na área de influência da rodovia.....113
Tabela 8.5 - Projeção das taxas de crescimento do PIB nacional a curto prazo segundo instituições financeiras.....115
Tabela 8.6 – Cenários de crescimento do PIB Brasileiro.....116
Tabela 8.7 –Projeções da elasticidade e PIB para os estados do MS, MT e GO.....118
Tabela 8.8 – Projeções do crescimento do tráfego.....123
Tabela 8.9 – Evolução das matrizes de origem e destino por categoria de alocação (VDMa).....123
Tabela 8.10 – Rotas alternativas à MS-306.....125
Tabela 8.11 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Rondonópolis (volume em 1000 TU).....127
Tabela 8.12 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Alto Araguaia (volume em 1000 TU).....128
Tabela 8.13 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Chapadão do Sul (volume em 1000 TU).128
Tabela 8.14 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Aparecida do Taboado (volume em 1000 TU).....128
Tabela 8.15 – Matriz do terminal ferroviário de Rondonópolis no ano de 2018 (volume em 1000 TU).....128
Tabela 8.16 – Matriz do terminal ferroviário de Alto Araguaia no ano de 2018 (volume em 1000 TU).....129
Tabela 8.17 – Matriz do terminal ferroviário de Chapadão do Sul no ano de 2018 (volume em 1000 TU).....129
Tabela 8.18 – Matriz do terminal ferroviário de Aparecida do Taboado no ano de 2018 (volume em 1000 TU).....129
Tabela 8.19 – Volume de tráfego nos trechos homogêneos para os anos alocados.....130
Tabela 8.20 – Volume de tráfego por ano nos trechos homogêneos.....130
Tabela 8.21 – Volume de tráfego para a praça de pedágio P01 para os anos de horizonte.....133
Tabela 8.22 – Volume de tráfego para a praça de pedágio P02 para os anos de horizonte.....133
Tabela 8.23 – Volume de tráfego para a praça de pedágio P03 para os anos de horizonte.....134
Tabela 9.1 – Definição do nível de serviço para rodovias de pista simples de Classe I para rodovias de pista simples.....136
Tabela 9.2 – Fatores de ajuste para a largura das faixas de tráfego e acostamento para rodovias de pista simples.....137
Tabela 9.3 – Fatores de ajuste para o número de acessos por km para rodovias de pista simples.....137
Tabela 9.4 – Fatores de ajuste do greide para velocidades em terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.....138
Tabela 9.5 – Fatores de ajuste do greide para velocidades em terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.....138
Tabela 9.6 – Fatores de equivalência para veículos pesados e recreacionais para terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.....139
Tabela 9.7 – Fatores de equivalência para veículos pesados para terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.....139
Tabela 9.8 – Fatores de equivalência para veículos recreacionais para terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.....140
Tabela 9.9 – Fatores de equivalência para veículos pesados em terrenos montanhosos com velocidade reduzida para rodovias de pista simples.....141
Tabela 9.10 – Fator de ajuste em função da porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida para rodovias de pista simples.....141

Tabela 9.11 – Fatores de ajuste do greide para pelotão em terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.....143
Tabela 9.12 – Fatores de ajuste do greide para pelotão em terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.....143
Tabela 9.13 – Fatores de equivalência para veículos pesados e recreacionais para terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.....143
Tabela 9.14 – Fatores de equivalência para veículos pesados e recreacionais em terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.....144
Tabela 9.15 – Fator de ajuste da distribuição do tráfego pela porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida para rodovias de pista simples.....145
Tabela 9.16 – Coeficientes utilizados no cálculo da base percentual do tempo de espera gasto para a ultrapassagem para rodovias de pista simples.....145
Tabela 9.17 – Características dos trechos homogêneos adotados.....146
Tabela 9.18 – Intervenções previstas ao longo do período de concessão.....146
Tabela 9.19 – Níveis de serviço estimados por trecho ao longo do período de concessão.....147
Tabela 10.1 – Fatores de equivalência de carga da AASHTO.....148
Tabela 10.2 – Fatores de equivalência de carga do USACE.....148
Tabela 10.3 – Fatores de veículos por categoria de veículo conforme carregamento pelo método USACE.....149
Tabela 10.4 – Fatores de veículos por categoria de veículo com carregamento máximo pelo método AASHTO.....150
Tabela 10.5 – Fatores de veículos ponderados por categoria de veículo e por método.....150
Tabela 10.6 – Estimativa do número “n” por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método USACE.....152
Tabela 10.7 – Estimativa do número “n” por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método ASSHTO.....152
Tabela 10.8 – Estimativa do número “n” acumulado por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método USACE.....152
Tabela 10.9 – Estimativa do número “n” acumulado por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método AASHTO.....153
Tabela 11.1 – Tempos médios de passagem nas cabines de pedágio.....156
Tabela 11.2 – Parâmetros adotados para o dimensionamento das cabines de pedágio.....158
Tabela 11.3 – Dimensionamento do número de cabines de pedágios para cada ano da concessão..159

Índices de Figuras

Figura 1.1 – Metodologia dos estudos de tráfego.....10
Figura 2.1– Localização da Concessão.....13
Figura 2.2– Localização do trecho da concessão.....14
Figura 3.1– Localização dos postos de contagem existentes.....18
Figura 3.2 – Volume médio mensal de tráfego das séries históricas do DNIT.....21
Figura 3.3– Localização dos pontos de contagem.....29
Figura 3.4– Exemplos dos equipamentos adotados nas contagens de tráfego.....30
Figura 3.5 – Exemplo de planilha para digitação dos dados levantados. Contagens de 2017.....30
Figura 3.6 - Volumes diários no C01.....32
Figura 3.7 - Volumes diários no C02.....32
Figura 3.8 – Exemplo do cartão utilizado nas pesquisas de preferência declarada.....41
Figura 4.1 - Localização dos pontos utilizados na determinação da sazonalidade.....45
Figura 4.2 – Curva média de sazonalidade para automóveis nos pontos de contagem do DNIT.....47
Figura 4.3 – Curva média de sazonalidade para veículos de carga leve nos pontos de contagem do DNIT.....48
Figura 4.4 – Curva média de sazonalidade para veículos de carga média nos pontos de contagem do DNIT.....48
Figura 4.5 – Curva média de sazonalidade para veículos de carga pesada nos pontos de contagem do DNIT.....49
Figura 4.6 – Curva média de sazonalidade para motocicletas nos pontos de contagem do DNIT.....49
Figura 4.7 – Volumes médio anuais por categoria.....51
Figura 4.8 – Principais origens e destinos dos automóveis.....52
Figura 4.9 – Principais linhas de desejo dos automóveis.....53
Figura 4.10 – Responsável pela escolha da rota dos automóveis, rodovia MS-306.....54
Figura 4.11 – Propriedade dos automóveis, entrevistas OD na rodovia MS-306.....54
Figura 4.12 – Propriedade dos automóveis pelo PNCT.....55
Figura 4.13 – Motivo das viagens dos automóveis, entrevistas OD na rodovia MS-306.....56
Figura 4.14 – Motivo das viagens dos automóveis pelo PNCT.....56
Figura 4.15 – Frequência de viagem dos automóveis na rodovia MS-306.....57
Figura 4.16 – Frequência de viagem dos automóveis pelo PNCT.....57
Figura 4.17 – Tempos de viagem dos automóveis (em horas), na MS-306.....58
Figura 4.18 – Forma de pagamento do pedágio, na MS-306.....58
Figura 4.19 – Responsável pelo pagamento do pedágio dos automóveis, rodovia MS-306.....59
Figura 4.20 – Principais origens e destinos dos veículos de carga.....60
Figura 4.21 – Principais linhas de desejo dos veículos de carga.....61
Figura 4.22 – Responsável pela escolha da rota dos veículos de carga.....62
Figura 4.23 – Propriedade do veículo de carga, na rodovia MS-306.....62
Figura 4.24 – Propriedade do veículo de carga, pelo PNCT.....63
Figura 4.25 – Frequência de viagem dos veículos de carga, na rodovia MS-306.....63
Figura 4.26 – Frequência de viagem dos veículos de carga, pelo PNCT.....64
Figura 4.27 – Tempos de viagem dos veículos pesados (em horas).....64
Figura 4.28 – Formas de pagamento do pedágio por veículos de carga.....65
Figura 4.29 – Responsável pelo pagamento do pedágio do veículo de carga.....65
Figura 4.30 – Carregamento dos veículos, rodovia MS-306.....66

Figura 4.31 – Carregamento dos veículos, pelo PNCT.....66
Figura 4.32 – Cargas transportadas.....67
Figura 5.1 – Rede de simulação.....69
Figura 5.2 – Zonas de tráfego adotadas.....70
Figura 5.3 – Representação gráfica e matricial dos deslocamentos em uma rede de simulação.....71
Figura 5.4 – Alocação de tráfego sem pedágio para o ano base.....76
Figura 5.5 - Exemplo de Rota de Fuga e Desvio de Rota.....77
Figura 6.1 –Trechos de cobertura das praças no cenário com 2 praças de pedágio.....82
Figura 6.2 –Trechos de cobertura das praças no cenário com 3 praças de pedágio.....82
Figura 6.3 – Curvas de inequidade.....85
Figura 6.4 – Localização das praças de pedágio propostas.....87
Figura 6.5 - Localização das rotas de fuga da praça P01.....88
Figura 6.6 – Imagens das rotas de fuga da praça P01.....88
Figura 6.7 - Localização das rotas de fuga da praça P02. 89
Figura 6.8 – Imagens das rotas de fuga da praça P02.....89
Figura 6.9 - Localização das rotas de fuga da praça P03.....90
Figura 6.10 – Imagens das rotas de fuga da praça P03.....90
Figura 6.11 – Análise do impacto de alteração das praças de pedágio em um raio de 5 e 10 quilômetros.....92
Figura 6.12 - Análise do impacto de alteração da praça P01 em um raio de 5 e 10 quilômetros.....93
Figura 6.13 - Análise do impacto de alteração da praça P02 em um raio de 5 e 10 quilômetros.....94
Figura 6.14 - Análise do impacto de alteração da praça P03 em um raio de 5 e 10 quilômetros.....95
Figura 6.15 – Percentuais horários por dia de pesquisa no ponto 201 (Costa Rica – km 39,0).....96
Figura 6.16 – Percentuais horários por dia de pesquisa no ponto 202 (Chapadão do Sul – km 102,0).....96
Figura 6.17 – Percentuais horários por dia de pesquisa no ponto 203 (Cassilândia – km 182,0).....97
Figura 7.1 – Esquema da alocação de tráfego com pedágio.....98
Figura 7.2 – Trechos homogêneos da rodovia.....99
Figura 7.3 – Alocação de tráfego com pedágio para o ano base com pedágio.....100
Figura 7.4 – Diferenças entre o cenário sem pedágio e com pedágio.....102
Figura 8.1 - Comparação da evolução relativa do PIB dos estados de MS, MT e GO com o PIB do Brasil.....112
Figura 8.2 – Elasticidades entre o PIB da microrregião e o PIB do Brasil entre 1999 e 2016.....112
Figura 8.3 – Curvas do PIB para os cenários avaliados.....117
Figura 8.4 – Evolução da PIB relativo a 2018 para os estados de MS, MT GO e Brasil.....119
Figura 8.5 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2019 e 2025.....119
Figura 8.6 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2025 e 2030.....120
Figura 8.7 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2030 e 2035.....120
Figura 8.8 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2035 e 2040.....121
Figura 8.9 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2040 e 2045.....121
Figura 8.10 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2045 e 2050.....122
Figura 8.11 – Rotas concorrentes com a MS-306.....124
Figura 8.12 – Ferrovia e terminais ferroviários no entorno da MS-306.....126
Figura 9.1 – Níveis de serviço segundo classificação HCM 2010.....136
Figura 11.1 - Configuração Mínima das Praças de Pedágio.....155
Figura 11.2 - Evolução na utilização de AVIs.....156

1 Apresentação

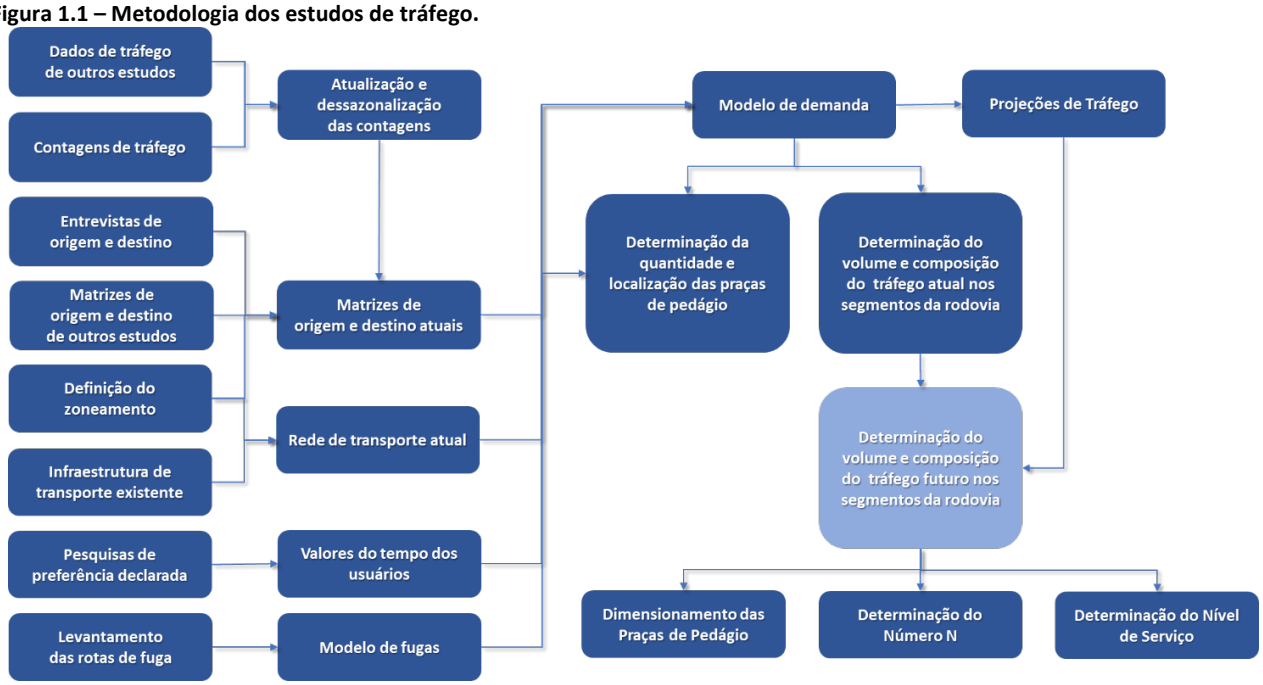
Este documento apresenta a segunda versão dos estudos de tráfego para a concessão da Rodovia MS-306, situada no estado do Mato Grosso do Sul e faz parte do conjunto de estudos técnicos que visão balizar a concessão desta importante rota de escoamento da produção agrícola. Nesta versão estão contemplados todos os ajustes solicitados pela Secretaria do Estado de Infraestrutura do Mato Grosso do Sul (SEINFRA). As principais solicitações foram:

- Mudança da localização das praças;
- Novas contagens de tráfego;
- Revisão dos valores do tempo;
- Revisão das elasticidades;
- Revisão das projeções de tráfego;
- Consideração das concessões das rodovias MT-100 e BR-364/365;
- Análise sobre cobrança diferenciada por tipo de veículo e horário.

Os Estudos de Tráfego tiveram como objetivo embasar os estudos econômico financeiros, analisando as receitas e os custos de investimento futuros necessários à concessão da Rodovia MS-306. Este relatório foi estruturado de forma a contemplar todas as informações levantadas e metodologias adotadas para a análise da demanda da concessão, bem como suas características em termos de tráfego.

A Figura 1.1 apresenta a metodologia adotada para a elaboração deste estudo. Os volumes de tráfego do longo da concessão foram determinadas através de um modelo de demanda, que é composto por matrizes de origem e destino e uma rede de transporte georreferenciada. Para a obtenção dos dados que compõe a rede e a matriz foram utilizadas informações de fontes secundárias e de levantamentos de campos realizados na rodovia de estudo. Para os volumes futuros foram realizadas projeções por zona de tráfego e utilizado como referência a matriz para o ano base.

Figura 1.1 – Metodologia dos estudos de tráfego.



Fonte: Elaboração própria.

Para analisar o comportamento dos usuários com a implantação dos pedágios, foram simuladas duas situações: sem pedágios e com pedágios. A diferença entre o volume alocado sem pedágio e na situação com o pedagiamento mostram os usuários que optam por trafegar em outras rodovias por conta do aumento do custo de deslocamento, e também apresentam os usuários que passam a rodar na rodovia pedagiada devido as melhorias da mesma. O valor que os motoristas estão dispostos a pagar para andar na rodovia foi determinado através de um modelo binário de escolha do tipo *Logit*, calibrado através de pesquisas de preferência declarada e incorporado no modelo de manda.

A estimativa do tráfego futuro e as melhorias previstas na rodovia foram utilizadas para avaliar os níveis de serviço dos segmentos rodoviários durante o período da concessão. Para fazer essa avaliação foi usada a metodologia do *Highway Capacity Manual* (HCM 2010), publicado pelo *Transportation Research Board.* Os resultados obtidos foram usados para ratificar a necessidade das obras previstas e identificar a necessidade de intervenções adicionais para garantir a boa operação da rodovia.

Os dados de tráfego também foram usados para avaliar os esforços sobre o pavimento. A estimativa dos esforços sobre o pavimento foi feita para cada segmento rodoviário usando as metodologias AASHTO e USACE. Por fim, foram dimensionadas o número de cabines de pedágios necessárias para atender os usuários da rodovia do longo do período da concessão.

Nos capítulos a seguir são apresentadas com mais aprofundamento as metodologias, dados utilizados, bem como os resultados obtidos em cada etapa do processo de modelagem.

2 Introdução

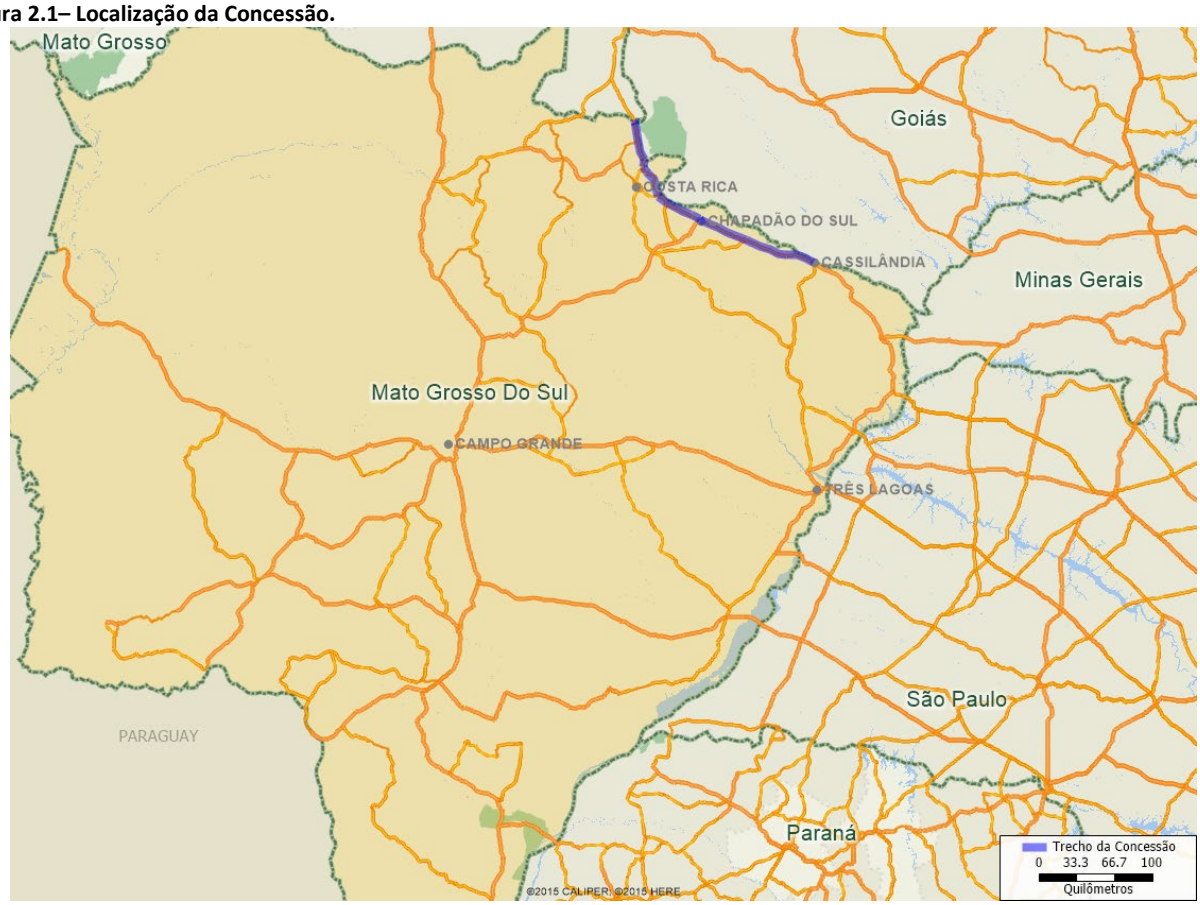
O trecho estudado da rodovia MS-306 está localizado no limite leste do estado do Mato Grosso do Sul, quase na divisa com Goiás está compreendido entre os municípios de Cassilândia e Costa Rica, totalizando cerca de 218 quilômetros de extensão. A Figura 2.1 apresenta a localização da concessão em relação ao Sistema Rodoviário do Mato Grosso do Sul.

A rodovia é uma das principais rodovias do estado do Mato Grosso do Sul, pois é uma das principais vias de escoamento da produção agrícola e comercial do estado. Além disso, ela integra os mercados do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Por possuir um dos maiores fluxos de tráfego do estado ela demanda constantes obras de manutenção, o que acaba se tornando um investimento muito caro para o governo, porém essencial já que representa umas das principais rotas da região.

Segundo o Sistema Rodoviário do Estado do Mato Grosso do Sul (SREMS) a rodovia MS-306 no trecho objeto da concessão entre Cassilândia e Costa Rica na divisa do estado é composto por 14 trechos. Além desses trechos, foi incluído na concessão um trecho adicional de 1,4 km da BR-369 localizado entre a MS-306 e a divisa entre os estados do Mato Grosso do Sul e Goiás. A relação dos segmentos que fazem parte da concessão é apresentada na Tabela 2.1.

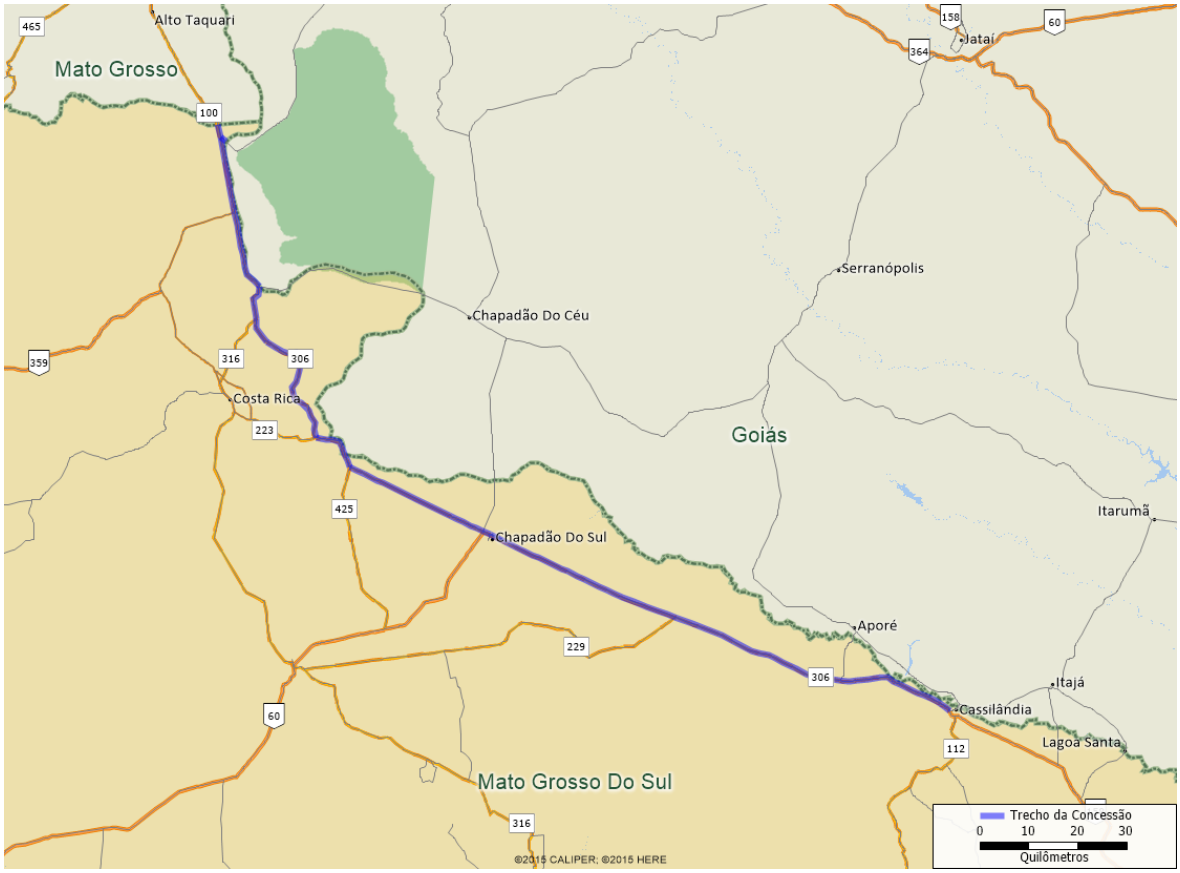
A rodovia possui pista simples ao longo de todo a sua extensão, com exceção do trecho que corta a área urbana do município de Chapadão do Sul onde é duplicada. O pavimento em geral apresenta muitas irregularidades, devido principalmente ao alto tráfego de veículos pesados, que tornam menor a vida útil do asfalto. Além disso, a rodovia possui muitos trechos com sinalização vertical e horizontal em más condições ou inexistente, tornando o trajeto mais perigoso e propício para acidentes, uma vez que as faixas são estreitas e não contam com acostamento em quase todo o trecho.

Figura 2.1– Localização da Concessão.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2.2– Localização do trecho da concessão.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2.1 – Trechos Homogêneos SER/SNV.

Código SRE	Trecho Início	Trecho Fim	Início (km)	Fim (km)	Extensão (km)	Sit. Física	Município
359BMS0030	Divisa GO/MS	Entr. MS-306 / BR-359 (A)	0	1,4	1,4	PAV	Costa Rica
306EMS0000	Placa de Mineiros	Entr. BR-359(A)	0	2,6	2,6	PAV	Costa Rica
306EMS0026	Entr. BR-359(A)	Entr. BR-359(B)	2,6	17,9	15,3	PAV	Costa Rica
306EMS0179	Entr. BR-359(B)	Bolicho Seco	17,9	34	16,1	PAV	Costa Rica
306EMS0340	Bolicho Seco	Entr. MS-316	34	41,9	7,9	PAV	Costa Rica
306EMS0419	Entr. MS-316	Acesso à Capela	41,9	47,1	5,2	PAV	Costa Rica
306EMS0471	Acesso à Capela	Entr. MS-223	47,1	74,7	27,6	PAV	Costa Rica
306EMS0747	Entr. MS-223	Entr. MS-425	74,7	85,3	10,6	PAV	Costa Rica
306EMS0853	Entr. MS-425	Terminal Ferroviário	85,3	107,9	22,6	PAV	Chapadão do Sul
306EMS0853	Terminal Ferroviário	Entr. BR-060	107,9	115,3	7,4	PAV	Chapadão do Sul
306EMS1153	Entr. BR-060	Início trecho urbano Chapadão do Sul	115,3	116,9	1,6	PAV	Chapadão do Sul
306EMS1169	Início trecho urbano Chapadão do Sul	Final trecho urbano Chapadão do Sul	116,9	121,4	4,5	PAV	Chapadão do Sul
306EMS1213	Final trecho urbano Chapadão do Sul	Entr. MS-229	121,4	158,2	36,8	PAV	Chapadão do Sul
306EMS1582	Entr. MS-229	Entr. MS-426	158,2	194,3	36,1	PAV	Cassilândia
306EMS1943	Entr. MS-426	Entr.BR-158(A) (Cassilândia)	194,3	218,1	23,8	PAV	Cassilândia

Fonte: Elaboração própria.

3 Levantamento de dados

A etapa de levantamento de dados coletou e consolidou as informações necessárias para a realização dos estudos de tráfego. Com base nos dados coletados foi possível conhecer os padrões do tráfego atual da rodovia, bem como as características dos veículos dos usuários que por ela trafegam. Essas informações foram utilizadas como base para a formulação do estudo de demanda nos cenários futuros da concessão.

Para elaboração do estudo foram usados dados secundários e primários. Os dados secundários foram provenientes de bases de dados e estudos realizados pelo governo federal e pelos governos dos estados do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Eles incluem contagens de tráfego, pesquisas de origem e destino e informações sobre a concessão de rodovias dentro da área de influência da concessão da MS-306.

Os dados primários foram coletados através de inspeções e pesquisas realizadas ao longo da rodovia e tem como objetivo obter informações atualizadas da rodovia quanto ao volume e composição do tráfego, padrões de deslocamentos dos usuários da rodovia e características socioeconômicas dos usuários da rodovia. Foram realizadas três coletas de dados principais: contagens classificadas de veículos, entrevistas de origem e destino e pesquisas de preferências declaradas.

O capítulo de levantamento de dados foi dividido nos seguintes itens, descritos na sequência:

- Dados existentes;
- Contagens classificadas;
- Entrevistas de origem e destino; e
- Pesquisas de preferência declarada.

3.1 Dados existentes

Os dados existentes são informações secundárias coletadas por entidades públicas ou privadas. Os principais dados referenciados neste item dizem respeito as informações de tráfego. Ao longo do relatório serão descritos outros dados secundários usados em análises específicas.

Foram encontradas informações relevantes sobre o tráfego (contagens e matrizes de origem e destino em 4 fontes principais). As fontes dos dados estão listadas na Tabela 3.1, a localização dos pontos de contagem está apresentado na
e a descrição dos 35 pontos de pesquisa, na Tabela 3.2.

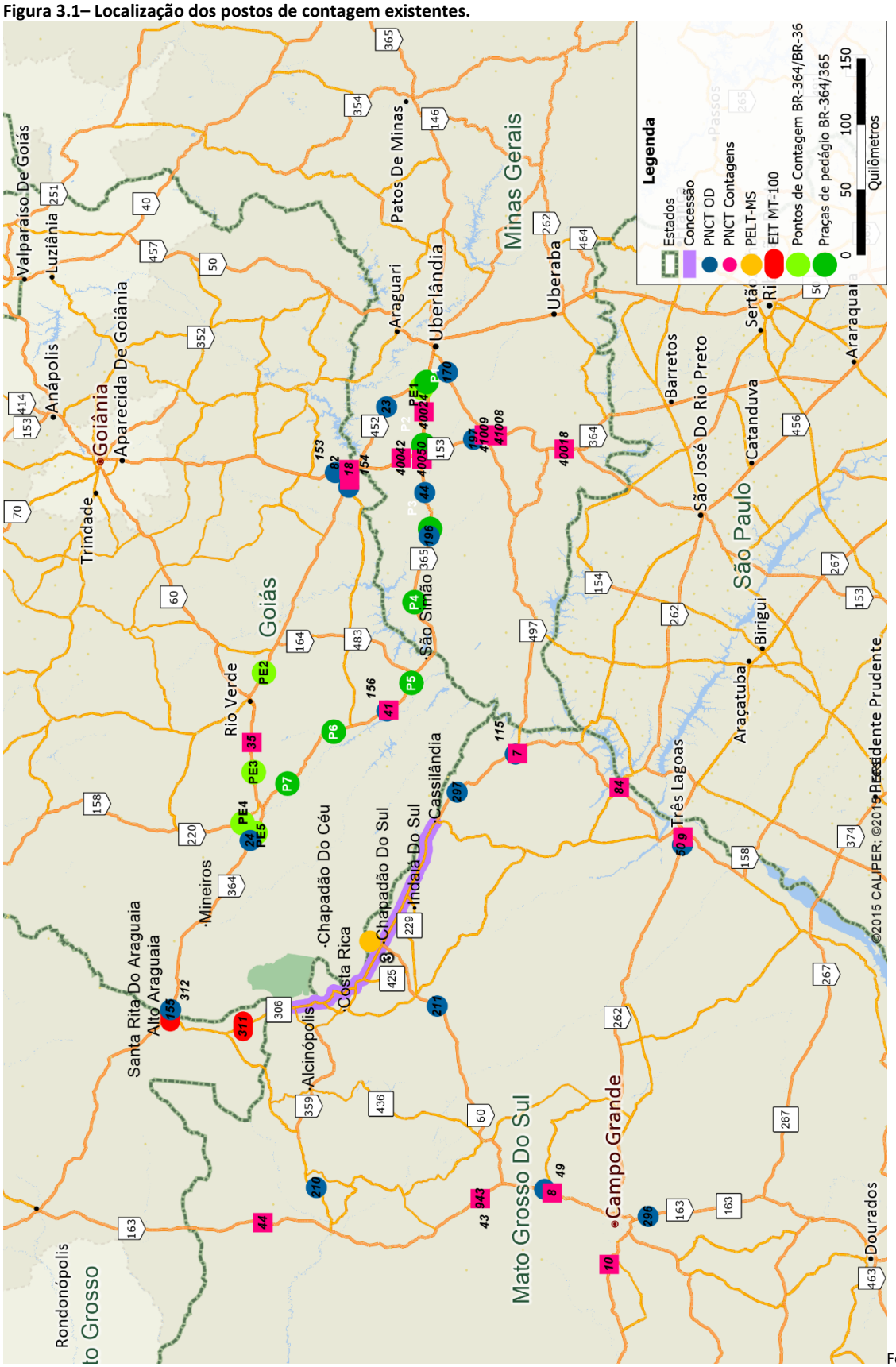
Conforme apresentado na imagem, os pontos de pesquisa estão localizados próximos ao trecho concedido. Dos 35 pontos, 1 está dentro da área de concessão (PMI) e outro (PELT-MS), apesar de não estar no trecho da rodovia em análise, está muito próximo à rodovia.

Tabela 3.1 – Fontes de dados utilizados para elaboração do estudo de demanda.

Fonte	Período	Tipo	Descrição
Programa Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (DNIT)	Jan/2015 a Jan/2017	Contagem classificada	Volume médio mensal por categoria e sentido
	Jan/2016 a Dez/2016	Contagem classificada	Volume diário por categoria e sentido
	Jul/2016 e Nov/2017	Entrevistas de origem e destino	80.714 entrevistas de origem e destino com automóveis e 29.175 entrevistas com veículos de carga
Estudo de Tráfego das Rodovias de Goiás, trecho da rodovia BR-364-365	Ago/2016	Contagem classificada	Volume diário médio anual por categoria e sentido
	Ago/2016	Entrevistas de origem e destino	2.645 entrevistas de origem e destino com automóveis e 2.596 com veículos de carga
Estudo de Tráfego das Rodovias do Mato Grosso, trecho da rodovia MT-100 (EIT MT-100)	2016	Contagem classificada	Volume diário médio anual por categoria e sentido
Plano Estadual de Logística e Transportes do Mato Grosso do Sul (PELT-MS)	Jul/2014 Out/2014 Fev/2015	Contagem classificada	Volume por categoria e sentido (7x24)
	Jul/2014	Entrevistas de origem e destino	274 de origem e destino entrevistas com veículos de carga
Contagens fornecidas pela Secretaria de Estado de Infraestrutura do Governo o Estado do Mato Grosso do Sul (SEINFRA) (PMI)	Mai/2017	Contagem classificada	Volume por categoria e por sentido (2x2h)

Fonte: Elaboração própria.

Figura 3.1– Localização dos postos de contagem existentes.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.2 – Localização dos postos de contagem existentes.

Ponto	Nome	Km	Município	Estado	Fonte
1	BR-060	435,11	Sidrolândia	MS	DNIT
2	BR-158	90,04	Parnaíba	MS	DNIT
3	BR-163	252,70	Dourados	MS	DNIT
4	BR-163	345,06	Rio Brilhante	MS	DNIT
5	BR-163	598,41	São Gabriel do Oeste	MS	DNIT
6	BR-163	788,30	Pedro Gomes	MS	DNIT
7	BR-262	15,30	Três Lagoas	MS	DNIT
8	BR-262	386,90	Terenos	MS	DNIT
9	BR-262	561,00	Miranda	MS	DNIT
10	BR-267	34,15	Bataguassu	MS	DNIT
11	BR-267	469,55	Guia Lopes da Laguna	MS	DNIT
12	BR-376	5,26	Dourados	MS	DNIT
13	BR-163	422,28	Campo Grande	MS	DNIT
14	BR-364	57,52	Cachoeira Alta	GO	DNIT
15	BR-060	418,20	Rio Verde	GO	DNIT
16	BR-158	147,23	Caiaponia	GO	DNIT
17	BR-163	116,18	Rondonópolis	MT	DNIT
18	BR-364	191,98	Rondonópolis	MT	DNIT
19	BR-364	216,50	Rondonópolis	MT	DNIT
PELT-1	BR-060	1,30	Chapadão do Sul	MS	PELT-MS
28	MT-306	115,30	Chapadão do Sul	MS	PMI
311	MT-100	25,00	Alto Taquarí	MT	EIT MT-100
312	MT-100	87,70	Alto Araguáia	MT	EIT MT-100
P1	BR-365	652,50	Xapetuba	MG	Estudo de tráfego BR-364/365
P2	BR-365	706,70	Monte Alegre de Minas	MG	Estudo de tráfego BR-364/365
P3	BR-365	769,20	Ituiutaba	MG	Estudo de tráfego BR-364/365
P4	BR-365	837,80	Santa Vitória	MG	Estudo de tráfego BR-364/365
P5	BR-364	29,00	Cachoeira Alta	GO	Estudo de tráfego BR-364/365
P6	BR-364	97,30	Caçu	GO	Estudo de tráfego BR-364/365
P7	BR-364	158,50	Naveslândia	GO	Estudo de tráfego BR-364/365
PE1	BR-452	81,00	Tupaciguara	MG	Estudo de tráfego BR-364/365
PE2	BR-452	226,00	Rio Verde	GO	Estudo de tráfego BR-364/365
PE3	BR-060	441,40	Jataí	GO	Estudo de tráfego BR-364/365
PE4	BR-158	260,00	Jataí	GO	Estudo de tráfego BR-364/365
PE5	BR-364	211,20	Jataí	GO	Estudo de tráfego BR-364/365

Fonte: Elaboração própria.

As contagens nos pontos apresentados acima foram realizadas considerando diferentes formas de classificação das categorias veiculares. Em função da metodologia aplicada, os tipos de veículos enquadrados em determinadas categorias podem variar de uma pesquisa para outra. Assim, foram tidos como padrão as categorias definidas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) que classifica os veículos automotores em 10 classes, indicadas na Tabela 3.3. Três classes correspondem a diferentes tipos de automóveis (A01, A02 e A03), 6 classes correspondem à veículos de carga e estão segregados em função da quantidade de eixos (C02 à C07) e um grupo foi criado especialmente para veículos oficiais e do corpo diplomático.

Tabela 3.3 – Categorias de tráfego.

Categoria Edital	Tipos de veículos	Eixos	Rodagem	Categoria Modelo	Multiplicador da Tarifa*
A01	Automóvel, caminhonete e furgão	2	Simples	Auto	1,0
A02	Automóvel e caminhonete com semirreboque	3	Simples	Auto	1,5
A03	Automóvel e caminhonete com reboque	4	Simples	Auto	2,0
C02	Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão	2	Dupla	CargaL	2,0
C03	Caminhão, caminhão- trator, caminhão-trator com semirreboque e ônibus	3	Dupla	CargaL	3,0
C04	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque	4	Dupla	CargaM	4,0
C05	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque	5	Dupla	CargaM	5,0
C06	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semi-reboque	6	Dupla	CargaP	6,0
C07	Motocicletas, motonetas, triciclos e bicicletas moto	2	Simples	CargaP	0,5
Oficiais	Veículos oficiais e do corpo diplomático	-	-	-	0,0

*O multiplicador da tarifa para os veículos com mais de 6 eixos é igual ao número de eixos do veículo.
Fonte: ANTT 2017.

3.1.1 Contagens DNIT

Com o intuito de obter séries históricas do volume de tráfego na região de estudo foram levantados informações disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre (DNIT) do Programa Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) em postos de contagem contínua próximos da concessão, apresentados anteriormente na
e na Tabela 3.2. Os dados fornecidos pelo DNIT são mensais e desagregados conforme as categorias apresentadas na Tabela 3.4.

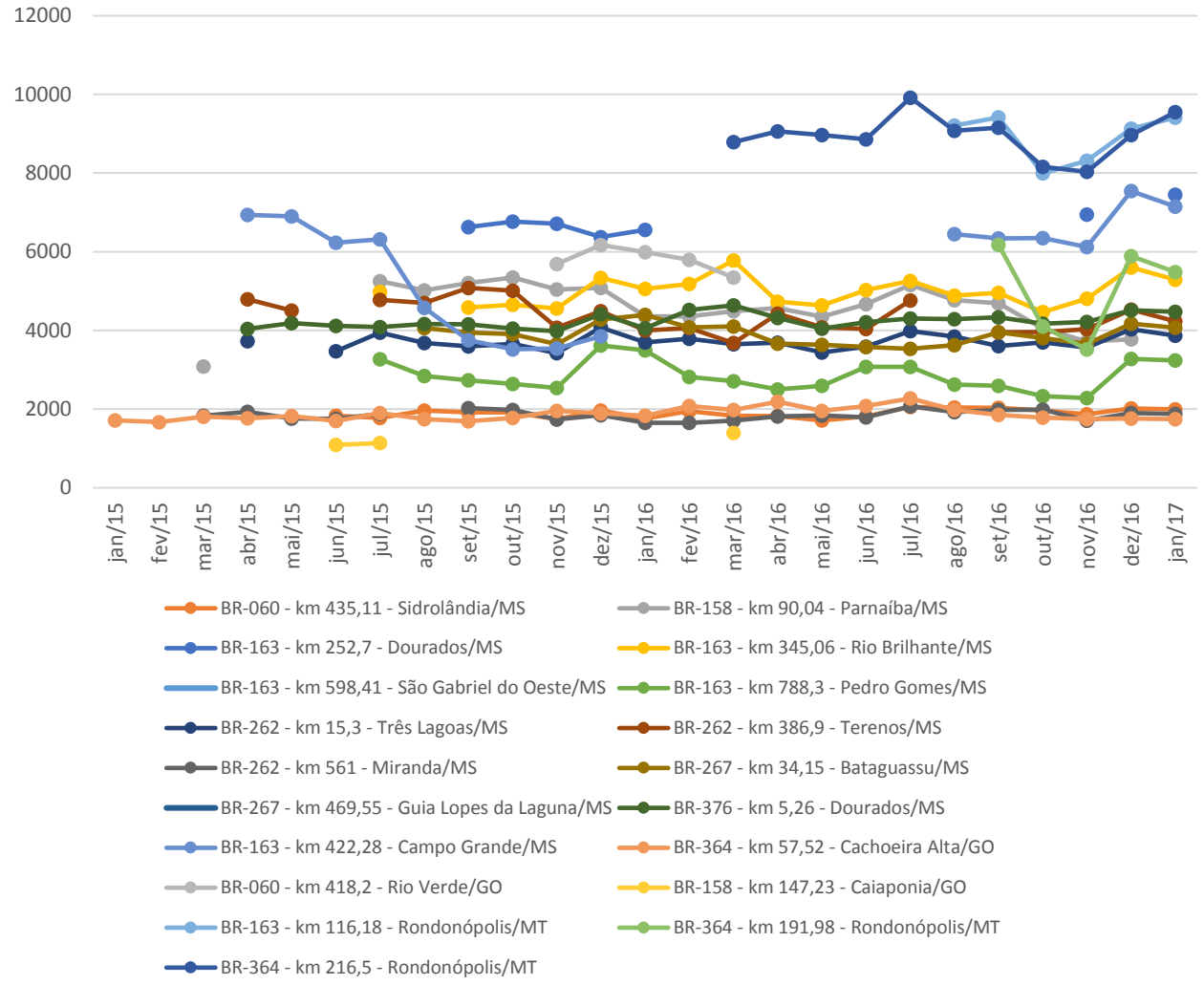
Apesar de supostamente serem postos de contagem contínua as informações do DNIT são séries curtas e em alguns pontos descontínuas. Os dados mais antigos datam de janeiro de 2015 e os mais recentes de janeiro de 2017, ou seja, são informações de apenas 2 anos, nos locais mais completos. A Figura 3.2 apresenta o volume médio mensal de tráfego entre janeiro de 2015 e janeiro de 2017 para os 19 pontos analisados. Estes pontos estão localizados nas rodovias BR-060, BR-158, BR-163, BR-262, BR-267, BR-364 e BR-376.

Tabela 3.4 – Categorias veiculares DNIT.

Classe DNIT	Descrição	Descrição Curta	Categoria Alocação	Categoria Agregada	Eixos Eq
A	Ônibus/Cam de 2 eixos	2Eixos	Carga Leve	Carga	2
B	Ônibus/Cam de 3 eixos	3Eixos	Carga Leve	Carga	3
C	Caminhão de 4 eixos	4Eixos	Carga Média	Carga	4
D	Caminhão de 5 eixos	5Eixos	Carga Média	Carga	5
E	Caminhão de 6 eixos	6Eixos	Carga Pesada	Carga	6
F	Caminhão de 7 eixos	7Eixos	Carga Pesada	Carga	7
G	Caminhão de 8 eixos	8Eixos	Carga Pesada	Carga	8
H	Caminhão de 9 eixos	9Eixos	Carga Pesada	Carga	9
I	Passeio	Auto	Auto	Auto	1
J	Moto	Moto	Moto	Moto	0,5
L	Outros	Outros	Outros	Outros	1

Fonte: PNCT, DNIT.

Figura 3.2 – Volume médio mensal de tráfego das séries históricas do DNIT.



Fonte: PNCT, DNIT.

Devido a continuidade de informação disponibilizada e proximidade dos postos com a MS-306 e, consequentemente, a tendência de possuírem comportamentos de tráfego semelhantes com o trecho em estudo, foram adotados os postos na BR-158 (km 90,04), na BR-163 (km 788,30) e na BR-364 (km 57,52) para as análises históricas do comportamento do tráfego, uma vez que a análise do comportamento do tráfego em todos os pontos poderia acrescentar distorções para o tráfego da MS-306 entre Cassilândia e Costa Rica por conta das distâncias e da continuidade dos dados.

A Tabela 3.5 apresenta o volume médio mensal para os 3 postos adotados, calculados a partir de informações de tráfego diárias para o ano de 2016. No da BR-158 (km 90,04) a composição do tráfego tem a seguinte distribuição: 55% do fluxo é composto por veículos de passeio, 44% do fluxo é composto por veículos de carga e o restante são motocicletas ou outros veículos. Já os postos da rodovias BR-163 (km 788,30) e BR-364 (km 57,52), apesar de serem distantes apresentam praticamente a mesma composição: cerca de 40% do fluxo é de automóveis, 60% de veículos de carga. Motos e outros tipos de veículos correspondem a um volume insignificante.

Tabela 3.5 – Volume médio mensal com base nos dados de tráfego diário do DNIT.

Posto	Mês	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Outros
BR-158 km 90,04 (Ponto 2)	1	3.200	360	254	524	8	8
	2	2.852	475	321	684	12	14
	3	2.933	419	357	754	10	17
	4	2.311	669	479	1.070	15	24
	5	2.244	639	423	1.007	15	23
	6	2.292	683	449	1.208	14	23
	7	2.583	720	523	1.292	15	23
	8	2.356	701	489	1.183	14	22
	9	2.329	676	446	1.198	18	23
	10	2.103	628	339	939	20	17
	11	1.859	641	322	866	14	17
	12	2.028	662	306	754	12	14
BR-163 km 788,30 (Ponto 6)	1	1.962	425	309	780	5	18
	2	996	496	316	979	6	25
	3	868	509	387	920	7	20
	4	756	507	394	818	6	20
	5	896	495	336	840	5	24
	6	876	501	431	1.226	9	33
	7	1.270	508	341	923	6	26
	8	915	511	312	854	5	28
	9	875	513	293	877	6	25
	10	862	451	256	733	6	21
	11	850	465	246	698	4	20
	12	1.693	595	270	696	4	22
BR-364 km 57,52 (Ponto 14)	1	856	263	225	477	1	9
	2	732	337	309	685	2	13
	3	700	316	289	661	2	10
	4	651	350	332	844	2	11
	5	671	342	246	686	1	10
	6	677	352	269	772	2	10
	7	704	366	325	865	2	11
	8	633	335	264	735	2	10
	9	651	325	227	641	1	8
	10	665	296	220	598	1	7
	11	658	306	207	564	1	8
	12	842	299	199	420	1	5

Fonte: PNCT, DNIT.

3.1.2 Dados do estudo de tráfego da MT-100

A Tabela 3.6 apresenta as categorias adotadas no estudo de tráfego da rodovia MT-100. Nesse estudo, os veículos foram divididos em 28 classes, sendo 1 de motocicletas, 3 para automóveis, 2 para ônibus e 22 classes para caminhões. Na tabela são apresentadas todas as classes com a respectiva descrição do tipo de veículo nos quais se enquadram, a categoria de cobrança (relação com as categorias definidas pela ANTT) e o número de eixos.

A Tabela 3.7 apresenta o volume diário médio anual da rodovia MT-100 calculado para o ano 2016. De acordo com as pesquisas, o VDMa na rodovia MT-100 km 25 é de 1.602 veículos e no km 87,7, o VDMa foi calculado igual a 1.712. A composição do tráfego nos dois pontos é bastante similar. Cerca de 35% do fluxo é composto por automóveis, 5% por motocicletas e aproximadamente 60% de todos os veículos que circulam da rodovia são caminhões, confirmando a vocação comercial da rodovia.

Tabela 3.6 – Categorias de tráfego adotadas na MT-100.

Categoria da Pesquisa	Tipo de veículo	Categoria de Cobrança	Eixos
Moto	Motocicleta	M01	0,5
Auto Utilitário	Automóvel	A01	1
Auto Reb 1 eixo	Auto Reboque 1 eixo	A02	1,5
Auto Reb 2 eixos	Auto Reboque 2 eixos	A03	2
2CB	Ônibus	C02	2
2C	Caminhão	C02	2
3CB	Ônibus Trucado	C03	3
3C	Caminhão Trucado	C03	3
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	C04	4
2S2	Caminhão Trator + Semi Reboque	C04	4
3S1	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	C04	4
2I2	Caminhão Trator + Semi Reboque	C04	4
2S3	Caminhão Trator + Semi Reboque	C05	5
3S2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	C05	5
2I3	Caminhão Trator + Semi Reboque	C05	5
3I2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	C05	5
2J3	Caminhão Trator + Semi Reboque	C05	5
3C2	Caminhão Trucado + Reboque	C05	5
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	C06	6
3I3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	C06	6
3J3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	C06	6
3D4	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque) ou Bi Trem Articulado (caminhão trator trucado + dois semi reboques)	C07	7
3T4	Bi trem articulado (caminhão trator trucado + 2 semi reboques)	C07	7
3T6	Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques) ou Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)	C07	7
3Q4	Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)	C07	7
3D6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	C09	8
3M6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	C09	8
3P5	Caminhão Trator Trucado + 2 Semi-Reboques	C08	8

Fonte: Estudo de Tráfego Lote 1: Alto Araguaia, SINFRA MT, 2016 modificado por Matricial Engenharia Consultiva.

Tabela 3.7 – Volume de tráfego MT-100.

Categoria de Pesquisa	MT-100 km 25 (ponto 311)	MT-100 km 87,7 (ponto 312)
2C	72	67
2CB	36	77
2I2	1	2
2I3	2	2
2J3	0	1
2S2	7	7
2S3	32	28
3C	97	76
3C2	2	0
3CB	3	4
3D4	3	3
3D6	2	2
3I2	0	1
3I3	51	56
3J3	7	5
3M6	69	73
3P5	0	2
3Q4	1	0
3S1	0	1
3S2	5	5
3S3	229	214
3T4	250	242
3T6	51	54
4CD	25	23
Auto Reb 1 eixo	8	5
Auto Reb 2 eixos	2	2
Auto Utilitário	584	635
Moto	63	125
Total	1.602	1.712

Fonte: Estudo de Tráfego Lote 1: Alto Araguaia, SINFRA MT, 2016 modificado por Matricial Engenharia Consultiva.

3.1.3 Dados do estudo de tráfego da BR-364/GO e BR-365/MG

No ano de 2016 foi realizado o estudo de tráfego das rodovias BR-364/GO e BR-365/MG para a concessão do lote rodoviário formado pelos trechos:

- BR-365/MG do km 629 (entroncamento com a MG-479 - Contorno Oeste de Uberlândia) até o km 873,3 (divisa entre os Estados de MG e GO), com 244,3 quilômetros de extensão;
- BR-364/GO do km 0 (divisa entre os Estados de MG e GO) até o km 192,7 (entroncamento com a BR-060(A) em Jataí), com 192,7 quilômetros de extensão.

Nesse estudo, foram realizadas contagem volumétricas durantes 7 dias consecutivos com duração de 24 horas em 7 pontos na BR-364/GO e BR-365/MG. Também foram realizadas contagens com duração de 24 horas durante um dia útil em 5 pontos em locais estratégicos para avaliação das características dos fluxos locais e das rotas alternativas de fuga.

Nesse estudo, os veículos foram divididos em 16 classes, sendo 1 de motocicletas, 3 para automóveis, 2 para ônibus e 22 classes para caminhões, conforme apresentado na Tabela 3.8. Na tabela são apresentadas todas as classes com a respectiva descrição do tipo de veículo nos quais se enquadram, a categoria de cobrança (relação com as categorias definidas pela ANTT) e o número de eixos.

A Tabela 3.9 apresenta o volume diário médio anual das rodovias BR-364 e BR-365 calculado para o ano de 2016. De acordo com as pesquisas, o VDMa do ponto 1, localizado na BR-365 km 652,5, é de 13.182 veículos, sendo o maior entre os demais pontos de contagem. A composição do tráfego no ponto extra PE1 na BR-452, km 81, é a que mais difere dos demais pontos. Nesse local, cerca de 76% do fluxo é composto por automóveis, 3% por motocicletas e 22% são veículos de carga. Por outro lado, nos pontos P7, P5 e PE5 da rodovia BR-364, nos quilômetros 158,5, 29 e 211,2, respectivamente, e no ponto PE3 da rodovia BR-060 no km 441,5 pelo menos metade do fluxo é composto por veículos de carga.

Tabela 3.8 – Categorias de tráfego adotadas na BR-364/365/GO/MG.

Categoria de Pesquisa	Tipo de Veículo	Categoria de Cobrança	Nº Eixos
MOTO	Moto	M01	2
AUTO	Carro - Van	A01	2
SR(3)	Carro/Semi-reboque	A02	3
SR(4)	Carro/Reboque	A03	4
ON.(2)	Ônibus	C02	2
ON.(3)	Ônibus	C03	3
ON.(4)	Ônibus	C04	4
CAM.(2)	Caminhão	C02	2
CAM.(3)	Caminhão	C03	3
CAM.(4)	Caminhão	C04	4
CAM.(5)	Caminhão	C05	5
CAM.(6)	Caminhão	C06	6
CAM.(7)	Caminhão	C07	7
CAM.(8)	Caminhão	C08	8
CAM.(9)	Caminhão	C09	9
CAM.(10+)	Categoria	ESP	

Fonte: Produto 2 - Estudos de Tráfego da BR-364/365/GO/MG, ANTT, modificado por Matricial Engenharia Consultiva.

Tabela 3.9 – Volume de tráfego BR-364/365/GO/MG.

Local	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Outros	Total
P1-BR-365-km 652,5	8.472	1.147	679	2.423	230	230	1	13.182
P2-BR-365-km 706,7	5.703	943	571	2.099	139	149	1	9.605
P3-BR-365-km 769,2	2.410	292	120	759	91	129	1	3.802
P4-BR-365-km 837,8	1.206	188	93	692	55	55	1	2.290
P5-BR-364-km 29	1.029	175	92	739	56	75	1	2.167
P6-BR-364-km 97,3	1.729	315	171	996	71	66	1	3.349
P7-BR-364-km 158,5	789	182	104	825	46	28	1	1.975
PE1-BR-452-km 81	2.583	263	87	289	97	86	1	3.406
PE2-BR-452-km 22,6	2.547	378	252	1.456	103	61	1	4.798
PE3-BR-060-km 441,5	2.717	554	342	2.697	60	104	1	6.475
PE4-BR-158-km 260	1.630	199	72	401	189	39	1	2.531
PE5-BR-364-km 211,2	2.219	471	222	2.240	69	148	1	5.370

Fonte: Produto 2 - Estudos de Tráfego da BR-364/365/GO/MG, ANTT, modificado por Matricial Engenharia Consultiva.

3.1.4 Contagens SEINFRA

As contagens de tráfego fornecidas pela SEINFRA foram realizadas durantes 4 dias consecutivos durante 24 horas em 3 períodos diferentes do ano. Os volumes apresentados não foram expandidos para a semana nem dessazonalizados. Ressalta-se que os fluxos apresentados aqui podem ter sofrido influência do tráfego urbano do município de Chapadão do Sul em função de sua proximidade. As categorias de contagem para o ponto de contagem na rodovia MT-306 do SEINFRA estão apresentadas na Tabela 3.10 e os volumes de tráfego apresentados na Tabela 3.11.

A primeira medição ocorreu em junho de 2014, onde o volume diário médio foi estimado em 3.003 veículos, com cerca de 39% do fluxo composto por automóveis, 35% por caminhões, 3% por ônibus e 23% por outros tipos de veículos. Em outubro do mesmo ano, o volume médio observado foi semelhante, chegando a 3.016

veículos. A composição do tráfego manteve praticamente a mesma distribuição: 38% automóveis, 40% carga, 3% ônibus e 19% outros.

No entanto, a medição de fevereiro apresentou um volume médio levemente inferior: 2.359 veículos, alterando também a sua composição. Nessa contagem a composição foi levemente alterada, sendo 45% do fluxo composto por automóveis, 34% de veículos de carga, 6% por ônibus e 14% por outros tipos. Esse comportamento pode ser explicado pela sazonalidade existente na área de estudo.

Tabela 3.10 – Categorias de tráfego das contagens da SEINFRA (PMI).

Categoria PMI	Categoria	Descrição	CatAloc	CatAgregada	EixosEq
A	Carga 1	2 eixos não articulado	Carga Leve	Carga	2,00
B1	Carga 2	3 eixos não articulado	Carga Leve	Carga	3,00
B2	Carga 4	2 eixos não articulados+reboque	Carga Média	Carga	4,00
B3	Carga 6	2 eixos articulados+reboque 1 eixo	Carga Leve	Carga	3,00
C1	Carga 3	4 eixos não articulado	Carga Méida	Carga	4,00
C2	Carga 5	3 eixos não articulados+reboque	Carga Pesada	Carga	5,00
C3	Carga 7	2 eixos articulados+reboque 2 eixos	Carga Média	Carga	4,00
D1	Carga 8	2 eixos articulados+reboque 3 eixos	Carga Média	Carga	5,00
E1	Carga 9	3 eixos art.+reb.1- 2 eixos	Carga Pesada	Carga	5,00
E2	Carga 10	3 eixos art.+reb.3 eixos	Carga Pesada	Carga	6,00
I	Auto	Carro Van Carro+reb	Auto	Auto	1,00
O	Ônibus	Ônibus	Carga Leve	Ônibus	2,50
X	Outros	> 7 eixos ou moto	Outros	Outros	6,50

Fonte: SEINFRA, MS modificado por Matricial Engenharia Consultiva.

Tabela 3.11 – Volume de tráfego das contagens da SEINFRA (PMI).

Data	Auto	Carga	Ônibus	Outros	Total
03/06/2014	1.187	987	82	614	2.870
04/06/2014	1.026	1.053	77	693	2.849
05/06/2014	1.122	1.076	83	740	3.021
06/06/2014	1.368	1.071	67	767	3.273
27/10/2014	1.108	1.032	86	538	2.764
28/10/2014	1.172	1.260	84	526	3.042
29/10/2014	1.150	1.266	100	604	3.120
30/10/2014	1.130	1.258	106	642	3.136
24/02/2015	1.011	838	149	382	2.380
25/02/2015	1.080	875	162	357	2.474
26/02/2015	1.028	776	149	304	2.257
27/02/2015	1.127	724	150	323	2.324
jul/14	1.176	1.047	77	704	3.003
out/14	1.140	1.204	94	578	3.016
fev/15	1.062	803	153	342	2.359
Média	1.126	1.018	108	541	2.793

Fonte: SEINFRA, MS.

3.1.5 Contagens e pesquisas de origem e destino do PELT

Do Plano Estadual de Logística e Transportes do Mato Grosso do Sul foi utilizado um ponto de pesquisa, localizado na BR-060, próximo à área de estudo. Nesse local foram realizadas contagens classificadas de veículos e entrevistas de origem e destino, utilizados no presente estudo de tráfego como informação complementar aos levantamentos realizados. As categorias veiculares utilizadas no PELT-MS estão apresentadas na Tabela 3.12. Ao todo foram consideradas 12 diferentes classes: 2 para automóvel, 1 para motocicleta e 9 para veículos de carga.

Tabela 3.12 – Categorias PELT.

CatCobrança	Classe PELT	Descrição	Tipo	Eixos	CatAloc
M01	Classe 1	Motocicleta	Moto	0,5	Moto
A01	Classe 2	Automóvel	Auto	1	Auto
A02	Classe 3	Reboque	Auto	1,5	Auto

CatCobrança	Classe PELT	Descrição	Tipo	Eixos	CatAloc
C02	Classe 4	Caminhão 2 eixos ou ônibus	Carga	2	CargaL
C03	Classe 5	Caminhão 3 eixos ou ônibus	Carga	3	CargaL
C04	Classe 6	Caminhão 4 eixos	Carga	4	CargaM
C05	Classe 7	Veículo com 3 eixos articulados	Carga	5	CargaM
C06	Classe 8	Veículo com 4 eixos articulados	Carga	6	CargaP
C07	Classe 9	Veículo com 5 eixos articulados	Carga	7	CargaP
C08	Classe 10	Veículo com 6 eixos articulados	Carga	8	CargaP
C09	Classe 11	Bitrem	Carga	9	CargaP
C10	Classe 12	Rodo-trem	Carga	10	CargaP

Fonte: Plano Estadual de Logística e Transportes do Mato Grosso do Sul (PELT-MS).

Os levantamentos também ocorreram em 3 diferentes períodos do ano no mesmo ponto: julho e outubro de 2014 e fevereiro de 2015. Na Tabela 3.13 estão apresentados os fluxos diários observados por categoria veicular. Os volumes médios são bastante similares: 1.476 veículos em julho, 1.352 em outubro e 1.585 em fevereiro. Assim como os fluxos, a composição nos três períodos também foi semelhante: 63% automóveis, 33% veículos de carga e 4% motocicletas.

Tabela 3.13 – Volume de tráfego PELT.

CatCobrança	CatAloc	jul/14	out/14	fev/15
A01	Auto	927	851	999
A02	Auto	3	8	7
C02	Carga Leve	210	168	275
C03	Carga Leve	46	38	60
C04	Carga Média	2	11	7
C05	Carga Média	8	14	7
C06	Carga Pesada	28	30	24
C07	Carga Pesada	32	31	21
C08	Carga Pesada	52	41	42
C09	Carga Pesada	86	78	83
C10	Carga Pesada	20	39	8
M01	Moto	62	43	50
Total		1.476	1.352	1.585

Fonte: Plano Estadual de Logística e Transportes do Mato Grosso do Sul (PELT-MS).

No total foram realizadas 274 entrevistas somente com veículos de carga nos dias 30/06, 01/07 e 02/07 de 2014. As entrevistas foram realizadas em dois sentidos de circulação: em direção a Goiás e em direção a Campo Grande. Na Tabela 3.14 estão apresentadas categorias dos veículos entrevistados, bem como o número de entrevistas por dia, categoria e sentido. O ponto de pesquisa foi dividido em dois postos, sendo um para cada sentido.

Tabela 3.14 – Dados de entrevista de origem e destino do PELT-MS.

Posto	Sentido	CatOD	30/06/2014	01/07/2014	02/07/2014
Posto 3	Goiás	4 a 6 eixos	15	12	9
		7 e 8 eixos	27	21	18
		9+ eixos	2	11	10
		Até 3 eixos	13	8	8
Posto 4	Campo Grande	4 a 6 eixos	10	19	10
		7 e 8 eixos	11	10	6
		9+ eixos	8	7	8
		Até 3 eixos	6	15	10
Total			92	103	79

Fonte: Plano Estadual de Logística e Transportes do Mato Grosso do Sul (PELT-MS).

3.2 Contagens classificadas

As contagens volumétricas classificadas, visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos do sistema viário, numa determinada unidade de tempo. Essas informações são geralmente usadas na análise de capacidade, avaliação de congestionamento, índices de acidentes, dimensionamento de pavimento, projetos de canalização do tráfego, estudos de engenharia, viabilidade e outras melhorias.

As contagens podem ser realizadas em interseções, com objetivo de levantar os fluxos das vias que se interceptam e seus ramos de ligação, ou em trechos entre interseções, quando o objetivo é identificar os fluxos de uma determinada via. Neste estudo, as contagens foram realizadas em trechos entre interseções, ou seja, em locais onde apenas foram contabilizados dois sentidos de fluxo da rodovia em estudo.

O planejamento dos levantamentos de campo é uma parte essencial do trabalho, pois envolve o desenvolvimento de estratégias que visam garantir maior eficiência e qualidade das informações levantadas em campo.

AS contagens classificadas foram executadas em 2 períodos distintos: 2017 e 2019. O primeiro período foi entre os dias 28 de novembro de 2017 e 4 de dezembro de 2017. Essas pesquisas foram realizadas em 2 pontos e coincidiram com as pesquisas de origem e destino e com a localização das praças estudadas na época. Em 2019, para atualizar os dados de tráfego, foram realizadas novas medições de tráfego em três pontos localizados próximos às futuras praças de pedágio. Em todos os pontos, as contagens tiveram duração de 7 dias por um período de 24 horas. Elas ocorreram simultaneamente, com início no dia 21 de fevereiro de 2019 e fim no dia 27 de dezembro de 2019. A localização dos pontos de pesquisa dos dois períodos está apresentada na Figura 3.3.

As contagens foram classificatórias, ou seja, foram registrados separadamente os volumes para os vários tipos ou classes de veículos, conforme o padrão DNIT. As categorias adotadas no levantamento são as apresentadas na Tabela 3.15. Os automóveis foram subdivididos em 3 categorias, assim como os ônibus. Os caminhões foram classificados em 21 categorias e as motos tiveram categoria especial. Ao todo, os levantamentos contemplaram 28 diferentes categorias veiculares.

Os levantamentos de campo foram realizadas de forma manual, isto é, foram feitas por pesquisadores com o auxílio de formulários eletrônicos instalados em *tablets*. Os pesquisadores que realizaram as contagens foram selecionados utilizando dois critérios principais: experiência e familiaridade com os equipamentos eletrônicos. Em paralelo ao registro manual do tráfego foram realizadas filmagens na rodovia. As filmagens foram realizadas para que houvesse um registro adicional e somente seriam usadas se houvesse inconsistências ou lacunas nos registros de campo. Os equipamentos utilizados estão ilustrados na Figura 3.4.

Figura 3.3– Localização dos pontos de contagem.



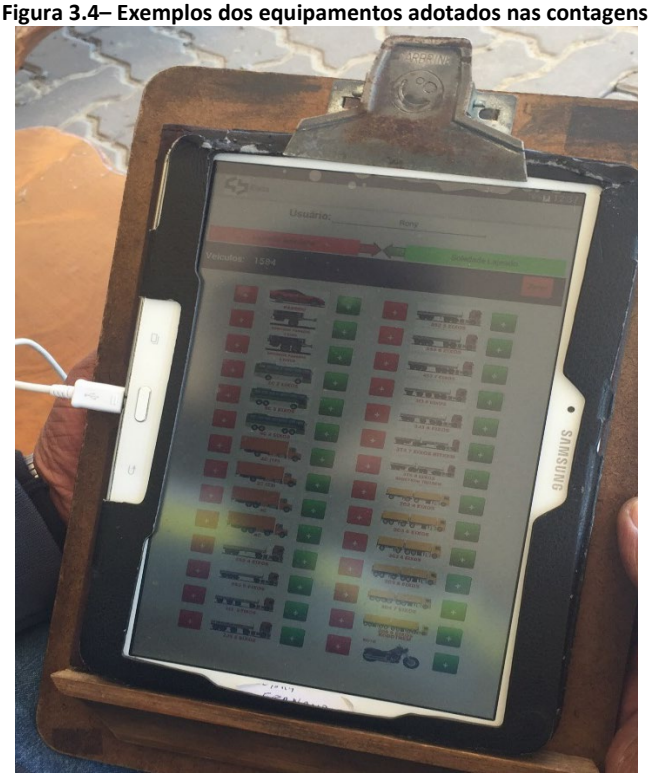
Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.15 – Categorias de tráfego.

Categoria Contagem	Descrição	Tipo Veículo	Multiplicador
2E	Automóvel	Auto	1
3E	Auto + Reboque 3 Eixos	Auto	1,5
4E	Auto + Reboque 4 Eixos	Auto	2
2CB	Ônibus	Ônibus	2
3CB	Ônibus Trucado	Ônibus	3
4CB	Ônibus Duplo Direcional Trucado	Ônibus	4
2C(16)	Caminhão	Caminhões	2
2C(22)	Caminhão	Caminhões	2
3C	Caminhão Trucado	Caminhões	3
4C	Caminhão Simples	Caminhões	4
2S2	Caminhão Trator + Semi Reboque	Caminhões	4
2S3	Caminhão Trator + Semi Reboque	Caminhões	5
2I3	Caminhão Trator + Semi Reboque	Caminhões	5
2J3	Caminhão Trator + Semi Reboque	Caminhões	5
3S2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	Caminhões	5
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	Caminhões	6
4S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	Caminhões	7
3I3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	Caminhões	6
3J3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	Caminhões	6
3T4	Bi trem articulado (caminhão trator trucado + 2 semi reboques)	Caminhões	7
3T6	Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques) ou Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)	Caminhões	9
2C2	Caminhão + Reboque	Caminhões	4
2C3	Caminhão + Reboque	Caminhões	5
3C2	Caminhão Trucado + Reboque	Caminhões	5
3C3	Caminhão Trucado + Reboque	Caminhões	6
3D4	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque) ou Bi Trem Articulado (caminhão trator trucado + dois semi reboques)	Caminhões	7
3D6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	Caminhões	9
MOTO	Motocicleta	Moto	0,5

Fonte: Elaboração própria.

Figura 3.4– Exemplos dos equipamentos adotados nas contagens de tráfego.




Fonte: Elaboração própria.

As contagens foram agrupadas em intervalos de 15 minutos de forma a permitir análise detalhada do perfil volumétrico dos trechos levantados na rodovia. A Figura 3.5 apresenta um exemplo de planilha com a digitação dos dados.

Figura 3.5 – Exemplo de planilha para digitação dos dados levantados.

Rodovia: **MS-306** Sentido: **Cassilândia - Costa Rica** Período: 7 dias

Ponto: **PRAÇA 1** Local: **Chapadão do sul**

HORÁRIOS	PASSEIO			ÔNIBUS			CAMINHÕES																			MOTO	TOTAL
	2E	3E	4E	2C	3C	4C	2C(16)	2C(22)	3C	4C	2S2	2S3	2I3	2J3	3S2	3S3	4S3	3I3	3J3	3T4	3T6	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	3D6		
28/11/17 - terça-feira																													
00:00 - 00:15	1			2			1																						4
00:15 - 00:30	2			2			1																						5
00:30 - 00:45				1																									1
00:45 - 01:00	3																			1									4
01:00 - 01:15																2				1									3
01:15 - 01:30				1																	1								2
01:30 - 01:45												1			1	1													3
01:45 - 02:00																													
02:00 - 02:15																													
02:15 - 02:30																													
02:30 - 02:45																													
02:45 - 03:00	1																			1									2
03:00 - 03:15																					1								1
03:15 - 03:30																													
03:30 - 03:45																													
03:45 - 04:00	1															1													2
04:00 - 04:15																													
04:15 - 04:30																													
04:30 - 04:45																													
04:45 - 05:00	1												1																2
05:00 - 05:15																													
05:15 - 05:30	2																												2
05:30 - 05:45	1											1				1													3
05:45 - 06:00	2	1						1								1				1									6
06:00 - 06:15	3																			1	1								5

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1 Contagens de 2017

A Tabela 3.16 apresenta os dados brutos levantados durante o período das pesquisas para cada um dos pontos, separados por dia de pesquisa e categoria agregada. As categorias são: automóveis, ônibus, motocicletas, cargas leves, cargas médias e cargas pesadas. As cargas leves correspondem a veículos que possuem 2 ou 3 eixos, as cargas leves 4 ou 5 e as cargas pesadas, 6 ou mais eixos. Além desses volumes, estão apresentados o total de eixos por dia, bem como o total de eixos suspensos.

Na média, o volume diário observado em Chapadão do Sul (C01) é levemente superior ao fluxo observado em Cassilândia (C02). No primeiro foram observados 2.661 veículos sendo 35% automóveis, 1% moto, 1% ônibus e 63% veículos de carga. No segundo foi observado um volume médio de 2.531 veículos, sendo sua composição 42% de automóveis, 2% de motos, 2% ônibus e 54% de carga. A tabela ainda mostra o total de eixos para cada um dos dias e o número de eixos suspensos, bem como a relação entre o total de eixos suspensos e o total de eixos. Na média, do total de eixos que passaram na rodovia em Chapadão do Sul, cerca de 5% eram suspensos. Valor semelhante ocorreu na cidade de Cassilândia, onde aproximadamente 4% dos eixos eram suspensos.

A Figura 3.6 e a Figura 3.7 apresentam os volumes observados no período da pesquisa em ambos os sentidos para o C01 e C02, respectivamente. O ponto C01 apresentou o maior volume de veículos na sexta-feira, com um total de 2.872 veículos em ambos os sentidos, cerca de 8% superior à média da semana. Volume este muito parecido com o observado na quarta-feira no mesmo local, por onde passaram 2.870 veículos. Já o menor volume de tráfego observado neste ponto foi no domingo, com cerca de 8% a menos de tráfego que a média da semana.

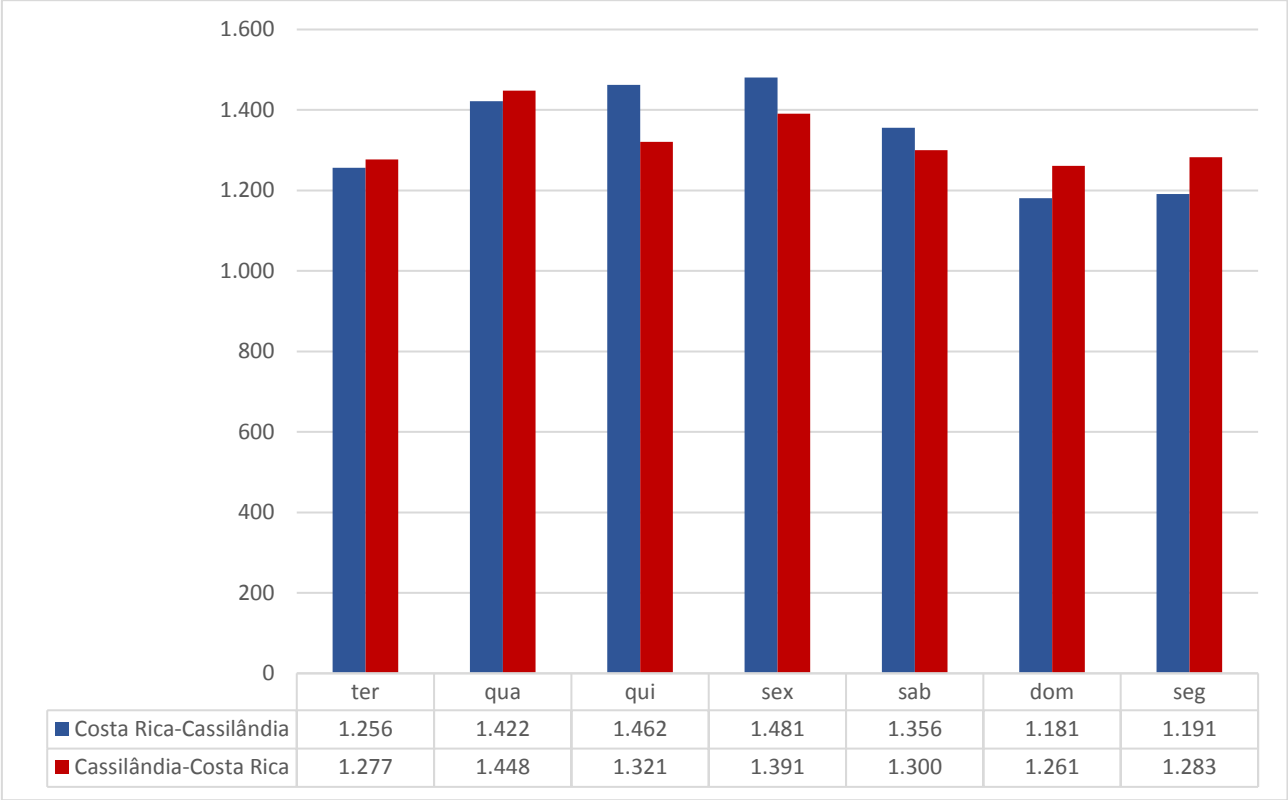
No ponto C02 os volumes de tráfego são parecidos com os observados no ponto ao norte. O dia mais movimentado também foi a sexta-feira com um volume de tráfego cerca de 9% maior que a média da semana. Já o dia com menor fluxo de veículos foi a segunda-feira com 2.265 veículos observados no dia, 11% abaixo da média semanal.

Tabela 3.16 – Volume por dia, ponto de pesquisa e categoria agregada.

Ponto	Data	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total	Eixos	Eixos Suspensos	Eixos susp. / N° eixos
C01	28/11/2017	1.090	280	104	974	37	48	2.533	9.121	547	6,0%
	29/11/2017	1.143	323	128	1.153	62	61	2.870	10.624	597	5,6%
	30/11/2017	1.193	298	115	1.064	55	58	2.783	9.957	452	4,5%
	01/12/2017	1.277	267	136	1.091	48	53	2.872	10.219	532	5,2%
	02/12/2017	1.024	236	120	1.178	42	56	2.656	10.410	448	4,3%
	03/12/2017	1.030	149	141	1.028	49	45	2.442	9.218	354	3,8%
	04/12/2017	1.107	239	94	907	70	57	2.474	8.640	420	4,9%
Média 101		**1.123**	**256**	**120**	**1.056**	**52**	**54**	**2.661**	**9.741**	**479**	**4,9%**
C02	28/11/2017	831	249	106	1.176	42	30	2.434	10.208	534	5,2%
	29/11/2017	813	271	132	1.347	24	30	2.617	11.464	547	4,8%
	30/11/2017	908	300	114	1.340	31	28	2.721	11.605	533	4,6%
	01/12/2017	1.026	290	149	1.241	40	22	2.768	11.073	475	4,3%
	02/12/2017	879	221	115	1.254	42	27	2.538	10.736	422	3,9%
	03/12/2017	894	187	140	1.099	34	21	2.375	9.707	396	4,1%
	04/12/2017	843	241	79	1.049	22	31	2.265	9.197	311	3,4%
Média 102		**885**	**251**	**119**	**1.215**	**34**	**27**	**2.531**	**10.570**	**460**	**4,3%**

Fonte: Elaboração própria.

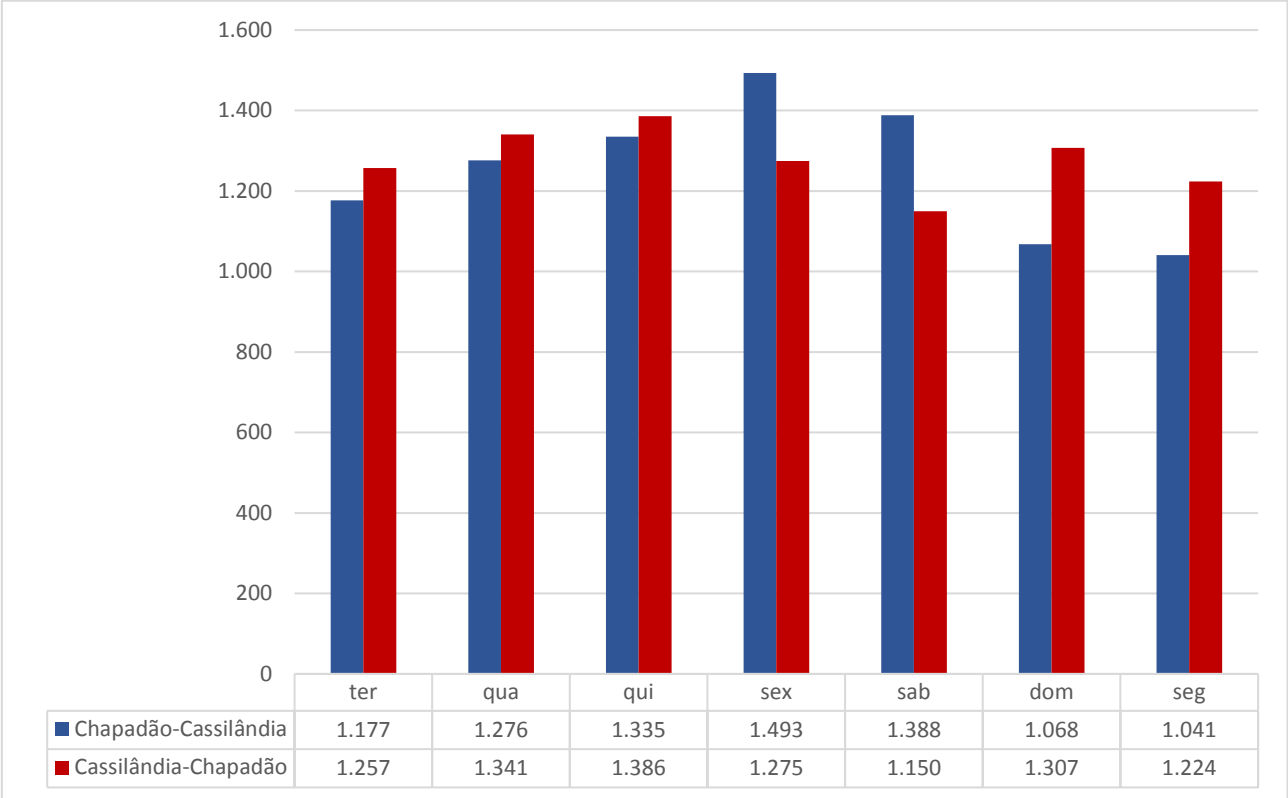
Figura 3.6 - Volumes diários no C01.



	ter	qua	qui	sex	sab	dom	seg
Costa Rica-Cassilândia	1.256	1.422	1.462	1.481	1.356	1.181	1.191
Cassilândia-Costa Rica	1.277	1.448	1.321	1.391	1.300	1.261	1.283

Fonte: Elaboração própria.

Figura 3.7 - Volumes diários no C02.



	ter	qua	qui	sex	sab	dom	seg
Chapadão-Cassilândia	1.177	1.276	1.335	1.493	1.388	1.068	1.041
Cassilândia-Chapadão	1.257	1.341	1.386	1.275	1.150	1.307	1.224

Fonte: Elaboração própria.

3.2.2 Contagens de 2019

A Tabela 3.17 apresenta os dados brutos levantados durante o período das pesquisas para cada um dos pontos, separados por dia de pesquisa, sentido e categoria agregada. As categorias são: automóveis, ônibus, motocicletas, cargas leves, cargas médias e cargas pesadas. As cargas leves correspondem a veículos que possuem 2 ou 3 eixos, as cargas leves 4 ou 5 e as cargas pesadas, 6 ou mais eixos.

O volume diário observado em Chapadão do Sul (P202 - Km 102+000) é superior ao fluxo observado nos outros pontos de contagem. Nesse local, foram observados, em média, 2.965 veículos sendo 35% automóveis, 1% moto, 1% ônibus e 63% veículos de carga. Entre os três pontos, o menor fluxo observado ocorreu no em Costa Rica (P201 – Km 39+000). Nesse ponto, foi observado um volume médio de 1.581 veículos, sendo sua composição 38% de automóveis, 3% de motos, 1% ônibus e 58% de carga. No ponto de contagem de Cassilândia (P203 – Km 182+000) foram observados 2.169 veículos em média, sendo 40% automóveis, 2% moto, 3% ônibus e 55% veículos de carga.

O ponto P201 (Km 39+000) apresentou o maior volume de veículos na terça-feira, com um total de 1.621 veículos em ambos os sentidos, cerca de 3% superior à média da semana. Volume este muito parecido com o observado na segunda e quinta-feira no mesmo local, por onde passaram 1.619 e 1.609 veículos, respectivamente. Já o menor volume de tráfego observado neste ponto foi no domingo, com cerca de 5% a menos de tráfego que a média da semana.

No ponto P202, em Chapadão Sul, o maior volume observado ocorreu na sexta-feira, sendo 7% superior à média da semana, e o menor volume observado ocorreu no domingo, representando uma redução de 18% em relação ao média da semana.

Em relação ao dia da semana com maior volume de tráfego, o ponto P203 em Cassilândia é similar ao ponto de Chapadão do Sul. O dia mais movimentado também foi a sexta-feira com um volume de tráfego cerca de 12% maior que a média da semana. Já o dia com menor fluxo de veículos foi o sábado com 2.005 veículos observados no dia, 8% abaixo da média semanal.

Para a determinação do número de eixos suspensos foram utilizados como referência os levantamentos feitos das 6h às 18h. Isso foi feito por conta da baixa visibilidade no período da noite, que poderia comprometer os resultados. Dessa foram, foram aplicados ao período da noite a mesma média de eixos suspensos por veículo observados no período diurno, evitando assim distorções nos dados. A Tabela 3.18 apresenta o total de eixos para cada um dos dias e o número de eixos suspensos, bem como a relação entre o total de eixos suspensos e o total de eixos. Na média, do total de eixos que passaram na rodovia em Costa Rica, 8,5% eram suspensos. Nos outros dois pontos de contagem o valor foi menor, cerca de 7% eram suspensos em média.

Tabela 3.17 – Volume total por sentido, por dia, ponto de pesquisa e categoria agregada.

Ponto	Data	Sentido	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total
201 Km 39+000 Costa Rica	21/02/2019	Chapadão do Sul - Mineiros	322	64	39	386	17	13	841
		Mineiros - Chapadão do Sul	301	51	23	380	15	8	778
		Total	**623**	**115**	**62**	**766**	**32**	**21**	**1.619**
	22/02/2019	Chapadão do Sul - Mineiros	314	70	41	317	16	11	769
		Mineiros - Chapadão do Sul	312	50	39	362	17	14	794
		Total	**626**	**120**	**80**	**679**	**33**	**25**	**1.563**
	23/02/2019	Chapadão do Sul - Mineiros	272	56	34	342	15	6	725
		Mineiros - Chapadão do Sul	318	58	41	379	28	6	830
		Total	**590**	**114**	**75**	**721**	**43**	**12**	**1.555**
	24/02/2019	Chapadão do Sul - Mineiros	303	51	48	380	19	6	807
		Mineiros - Chapadão do Sul	271	53	31	309	19	5	688
		Total	**574**	**104**	**79**	**689**	**38**	**11**	**1.495**
	25/02/2019	Chapadão do Sul - Mineiros	326	69	25	387	34	15	856
		Mineiros - Chapadão do Sul	264	68	40	352	22	7	753
		Total	**590**	**137**	**65**	**739**	**56**	**22**	**1.609**
	26/02/2019	Chapadão do Sul - Mineiros	309	70	38	364	16	12	809
		Mineiros - Chapadão do Sul	304	52	28	405	11	12	812
		Total	**613**	**122**	**66**	**769**	**27**	**24**	**1.621**
	27/02/2019	Chapadão do Sul - Mineiros	299	74	23	371	20	10	797
		Mineiros - Chapadão do Sul	321	61	26	366	23	9	806
		Total	**620**	**135**	**49**	**737**	**43**	**19**	**1.603**
	Média		**605**	**121**	**68**	**729**	**39**	**19**	**1.581**
202 Km 102+000 Chapadão do Sul	21/02/2019	Cassilândia - Costa Rica	747	186	50	483	30	22	1.518
		Costa Rica - Cassilândia	755	181	46	472	41	27	1.522
		Total	**1.502**	**367**	**96**	**955**	**71**	**49**	**3.040**
	22/02/2019	Cassilândia - Costa Rica	805	198	56	422	48	29	1.558
		Costa Rica - Cassilândia	840	165	51	472	49	32	1.609
		Total	**1.645**	**363**	**107**	**894**	**97**	**61**	**3.167**
	23/02/2019	Cassilândia - Costa Rica	698	158	53	467	42	19	1.437
		Costa Rica - Cassilândia	716	167	75	510	51	19	1.538
		Total	**1.414**	**325**	**128**	**977**	**93**	**38**	**2.975**
	24/02/2019	Cassilândia - Costa Rica	615	100	57	454	50	13	1.289
		Costa Rica - Cassilândia	562	108	50	369	49	14	1.152
		Total	**1.177**	**208**	**107**	**823**	**99**	**27**	**2.441**
	25/02/2019	Cassilândia - Costa Rica	766	154	34	474	59	32	1.519
		Costa Rica - Cassilândia	708	147	47	458	42	27	1.429
		Total	**1.474**	**301**	**81**	**932**	**101**	**59**	**2.948**
	26/02/2019	Cassilândia - Costa Rica	802	176	55	450	47	27	1.557
		Costa Rica - Cassilândia	753	141	53	507	49	29	1.532
		Total	**1.555**	**317**	**108**	**957**	**96**	**56**	**3.089**
	27/02/2019	Cassilândia - Costa Rica	727	199	47	489	46	23	1.531
		Costa Rica - Cassilândia	787	184	46	473	48	24	1.562
		Total	**1.514**	**383**	**93**	**962**	**94**	**47**	**3.093**
	Média		**1.469**	**323**	**103**	**929**	**93**	**48**	**2.965**
203 Km 182+000 Cassilândia	21/02/2019	Cassilândia - Chapadão do Sul	437	110	36	592	14	10	1.199
		Chapadão do Sul - Cassilândia	420	150	30	505	12	11	1.128
		Total	**857**	**260**	**66**	**1.097**	**26**	**21**	**2.327**
	22/02/2019	Cassilândia - Chapadão do Sul	433	111	47	463	10	13	1.077
		Chapadão do Sul - Cassilândia	624	114	50	532	19	15	1.354
		Total	**1.057**	**225**	**97**	**995**	**29**	**28**	**2.431**
	23/02/2019	Cassilândia - Chapadão do Sul	378	86	34	424	16	10	948
		Chapadão do Sul - Cassilândia	453	86	39	443	27	9	1.057
		Total	**831**	**172**	**73**	**867**	**43**	**19**	**2.005**
	24/02/2019	Cassilândia - Chapadão do Sul	475	86	49	453	22	10	1.095
		Chapadão do Sul - Cassilândia	378	86	48	428	18	13	971

Ponto	Data	Sentido	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total
		Total	**853**	**172**	**97**	**881**	**40**	**23**	**2.066**
	25/02/2019	Cassilândia - Chapadão do Sul	502	109	35	419	32	16	1.113
		Chapadão do Sul - Cassilândia	369	104	35	425	19	12	964
		Total	**871**	**213**	**70**	**844**	**51**	**28**	**2.077**
	26/02/2019	Cassilândia - Chapadão do Sul	455	129	46	412	16	16	1.074
		Chapadão do Sul - Cassilândia	380	110	41	460	15	12	1.018
		Total	**835**	**239**	**87**	**872**	**31**	**28**	**2.092**
	27/02/2019	Cassilândia - Chapadão do Sul	417	133	48	445	16	15	1.074
		Chapadão do Sul - Cassilândia	427	125	42	484	19	11	1.108
		Total	**844**	**258**	**90**	**929**	**35**	**26**	**2.182**
	Média		**878**	**220**	**83**	**926**	**36**	**25**	**2.169**

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.18 – Volume total de eixos e eixos suspensos e o percentual de eixos suspensos, por dia e ponto de pesquisa.

Ponto	Data	Eixos	Eixos Suspensos	Eixos susp. / Nº Eixos
201 Km 39+000 Costa Rica	21/02/2019	6.705	526	7,8%
	22/02/2019	6.161	469	7,6%
	23/02/2019	6.293	466	7,4%
	24/02/2019	6.085	442	7,3%
	25/02/2019	6.497	688	10,6%
	26/02/2019	6.799	643	9,5%
	27/02/2019	6.417	598	9,3%
Média 201		**6.422**	**547**	**8,5%**
202 Km 102+000 Chapadão do Sul	21/02/2019	9.804	647	6,6%
	22/02/2019	9.488	650	6,9%
	23/02/2019	9.742	687	7,1%
	24/02/2019	8.063	539	6,7%
	25/02/2019	9.314	749	8,0%
	26/02/2019	9.849	722	7,3%
	27/02/2019	9.867	744	7,5%
Média 202		**9.447**	**677**	**7,2%**
203 Km 182+000 Cassilândia	21/02/2019	9.731	690	7,1%
	22/02/2019	9.265	576	6,2%
	23/02/2019	7.781	493	6,3%
	24/02/2019	8.055	492	6,1%
	25/02/2019	7.757	595	7,7%
	26/02/2019	8.139	651	8,0%
	27/02/2019	8.595	688	8,0%
Média 203		**8.475**	**598**	**7,1%**

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 3.19 apresenta o volume horário e a determinação da hora pico das contagens no ponto de Costa Rica (km 39,0) por tipo de veículo. A Tabela 3.21 e a Tabela 3.22 apresentam a mesma informação para os pontos de contagem de Chapadão do Sul (km 102,0) e Cassilândia (km 182,0), respectivamente. Os volumes, percentuais horários para cada dia de pesquisa, categoria e ponto estão apresentados em um anexo digital.

A hora pico dos automóveis é muito similar para os três pontos, todos no período da tarde, às 15h e às 16h. Em relação aos veículos de carga média e pesada, a hora pico dos pontos em Costa Rica e Chapadão do Sul ocorreram no período da tarde. Já no ponto de Cassilândia a hora pico desses veículos ocorreu no período da manhã, às 8h. Para os veículos de carga leve, a hora pico dos pontos de Costa Rica e Cassilândia ocorreu no período da manhã, enquanto que no ponto de Chapadão do Sul a hora pico ocorreu no período da tarde, às 15h. A hora pico dos ônibus ocorreu de madrugada no ponto de Cassilândia, às 1h, e nos outros pontos no início da manhã, às 6h no ponto de Costa Rica e às 5h, em Chapadão do Sul.

O percentual de pico nos pontos de pesquisa variou entre 7,9%, observado no ponto de Costa Rica, a 7,2%, observado no ponto de Cassilândia. No ponto de contagem de Chapadão do Sul o percentual de pico observado foi de 7,8%.

Além disso, os volumes de tráfego dos três pontos de contagem foram somados e agrupados por faixa horária e categoria, conforme apresentado na Tabela 3.22. Em relação aos automóveis, a hora pico ocorreu às 16h, sendo registrados 1.566 veículos. Em relação aos veículos de carga, a hora crítica ocorreu às 15h, sendo observado um volume máximo de 348 veículos de carga leve, 140 veículos de carga média e 1.251 veículos de carga pesada. A hora pico das categorias ônibus e motocicleta ocorreu às 5h. Nesse horário foram registrados 69 ônibus e 99 motocicletas.

A hora crítica, considerando o total de veículos, ocorreu no período da tarde, às 16h. Horário similar à hora de pico dos automóveis e muito próximo à dos veículos de carga.

Tabela 3.19 – Volume horário médio por categoria agregada e total no ponto de contagem em Costa Rica (km 39,0).

Faixa Horária	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total
0	15	4	3	22	1	11	56
1	16	4	2	31	2	3	58
2	12	1	2	27	1	2	45
3	25	6	1	44	3	1	80
4	65	15	8	80	2	5	175
5	194	33	17	189	28	12	473
6	206	54	21	309	19	26	635
7	246	42	27	251	20	4	590
8	281	69	20	285	7	0	662
9	270	60	27	362	12	3	734
10	248	72	33	338	13	3	707
11	210	54	36	302	9	1	612
12	229	44	41	324	26	16	680
13	294	61	25	311	19	3	713
14	305	52	34	342	13	7	753
15	311	56	42	351	15	3	778
16	335	46	37	375	25	3	821
17	316	60	27	311	20	11	745
18	236	41	16	319	16	4	632
19	149	23	19	200	11	0	402
20	109	22	12	139	2	7	291
21	71	13	19	100	4	2	209
22	52	9	1	57	2	1	122
23	41	6	6	31	2	6	92
Total	4.236	847	476	5.100	272	134	11.065
Máximo	**335**	**72**	**42**	**375**	**28**	**26**	**821**
Percentual de pico	**7,9%**	**8,5%**	**8,8%**	**7,4%**	**10,3%**	**19,4%**	**7,4%**
Hora Crítica	**16**	**10**	**15**	**16**	**5**	**6**	**16**

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.20 – Volume horário médio por categoria agregada e total no ponto de contagem em Chapadão do Sul (km 102,0).

Faixa Horária	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total
0	51	3	5	36	3	20	118
1	36	3	8	33	0	5	85
2	26	13	7	28	1	5	80
3	32	15	1	36	2	16	102
4	119	48	4	94	12	9	286
5	427	93	23	262	60	53	918
6	549	124	29	334	45	28	1.109
7	699	131	28	395	45	10	1.308
8	703	168	47	389	53	7	1.367
9	724	167	56	427	37	1	1.412
10	618	159	49	461	31	1	1.319
11	545	135	52	363	48	6	1.149
12	589	133	30	374	41	13	1.180
13	667	166	57	434	39	42	1.405
14	715	162	50	447	39	22	1.435
15	701	189	58	479	40	14	1.481
16	771	167	60	414	40	29	1.481
17	713	132	44	418	39	7	1.353
18	572	78	33	363	38	3	1.087
19	357	62	25	300	18	0	762
20	254	43	19	198	6	0	520
21	199	29	13	95	7	17	360
22	142	26	13	84	6	10	281
23	72	18	9	36	1	19	155
Total	**10.281**	**2.264**	**720**	**6.500**	**651**	**337**	**20.753**
Máximo	**771**	**189**	**60**	**479**	**60**	**53**	**1.481**
Percentual de Pico	**7,5%**	**8,3%**	**8,3%**	**7,4%**	**9,2%**	**15,7%**	**7,1%**
Hora Crítica	**16**	**15**	**16**	**15**	**5**	**5**	**15**

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.21 – Volume horário médio por categoria agregada e total no ponto de contagem em Cassilândia (km 182,0).

Faixa Horária	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total
0	33	8	4	26	2	10	83
1	12	8	5	36	0	18	79
2	21	4	2	31	2	9	69
3	33	17	3	46	2	11	112
4	63	32	9	150	7	13	274
5	166	64	9	334	11	4	588
6	334	95	30	405	14	3	881
7	391	85	36	414	29	11	966
8	402	96	46	446	11	4	1.005
9	439	101	38	367	16	2	963
10	380	100	40	317	17	2	856
11	375	109	30	312	16	5	847
12	397	106	30	339	16	2	890
13	439	87	45	405	17	0	993
14	446	96	42	399	19	15	1.017
15	462	103	40	421	20	6	1.052
16	460	94	40	423	14	4	1.035
17	433	102	38	423	14	6	1.016
18	313	79	23	380	16	6	817
19	198	60	15	271	4	2	550
20	118	32	14	221	4	10	399
21	109	30	13	169	3	10	334
22	73	23	17	87	0	16	216

Faixa Horária	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total
23	51	8	11	63	1	4	138
Total	6.148	1.539	580	64.85	255	173	15.180
Volume Máximo	**462**	**109**	**46**	**446**	**29**	**18**	**1.052**
Percentual de Pico	**7,5%**	**7,1%**	**7,9%**	**6,9%**	**11,4%**	**10,4%**	**6,9%**
Hora Crítica	**15**	**11**	**8**	**8**	**7**	**1**	**15**

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.22 – Volume total médio observado por categoria agregada e total.

Faixa Horária	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus	Total
0	99	15	12	84	6	41	257
1	64	15	15	100	2	26	222
2	59	18	11	86	4	16	194
3	90	38	5	126	7	28	294
4	247	95	21	324	21	27	735
5	787	190	49	785	99	69	1.979
6	1.089	273	80	1.048	78	57	2.625
7	1.336	258	91	1.060	94	25	2.864
8	1.386	333	113	1.120	71	11	3.034
9	1.433	328	121	1.156	65	6	3.109
10	1.246	331	122	1.116	61	6	2.882
11	1.130	298	118	977	73	12	2.608
12	1.215	283	101	1.037	83	31	2.750
13	1.400	314	127	1.150	75	45	3.111
14	1.466	310	126	1.188	71	44	3.205
15	1.474	348	140	1.251	75	23	3.311
16	1.566	307	137	1.212	79	36	3.337
17	1.462	294	109	1.152	73	24	3.114
18	1.121	198	72	1.062	70	13	2.536
19	704	145	59	771	33	2	1.714
20	481	97	45	558	12	17	1.210
21	379	72	45	364	14	29	903
22	267	58	31	228	8	27	619
23	164	32	26	130	4	29	385
Total	**20.665**	**4.650**	**1.776**	**18.085**	**1.178**	**644**	**46.998**
Volume Máximo	**1.566**	**348**	**140**	**1.251**	**99**	**69**	**3.337**
Percentual de Pico	**7,6%**	**7,5%**	**7,9%**	**6,9%**	**8,4%**	**10,7%**	**7,1%**
Hora Crítica	**16**	**15**	**15**	**15**	**5**	**5**	**16**

Fonte: Elaboração própria.

3.3 Entrevistas de origem e destino

As pesquisas de origem e destino tem como objetivo identificar o padrão espacial do deslocamento e as características socioeconômicas dos veículos que passam atualmente pelos locais onde serão implantadas as praças de pedágio. As informações coletadas foram combinadas com as entrevistas de origem e destino realizadas pelo DNIT no Programa Nacional de Tráfego (PNT) e esse conjunto de informações foi utilizado para alimentar o modelo de demanda e determinar as rotas usadas pelos veículos após a implantação dos pedágios e execução das obras previstas. Com base nas origens e destinos é possível quantificar os desvios de rotas em função de diferentes valores de pedágio e características operacionais da rodovia.

As pesquisas de origem foram realizadas simultaneamente com as contagens de tráfego realizadas em novembro de 2017. As contagens de 2017 foram usadas para a expansão das entrevistas com o objetivo de gerar a matriz de origem e destino do presente estudo. A obtenção das origens e destinos dos usuários da rodovia foi realizada através de entrevistas diretas na via feitas com a abordagem dos veículos. Na medida do possível, a abordagem para as entrevistas foi aleatória. Foram feitas entrevistas com automóveis e veículos de carga. Não foram feitas pesquisas com motos e ônibus. As motos não foram pesquisadas porque

o volume e peso na arrecadação é pequeno. Os ônibus não foram pesquisados porque possuem trajetos definidos que dificilmente serão alterados em função da implantação de praças de pedágio.

Não foram realizadas pesquisas de origem e destino em comunidades, empreendimentos ou propriedades lindeiras à rodovia, pois esse tipo de pesquisa somente teria utilidade caso houvesse necessidade de relocação de atividades indígenas ou a concessão previsse duplicações que limitassem a capacidade de retorno dos veículos.
Para a realização das entrevistas foi necessário o apoio da Polícia Rodoviária Estadual (PRE) para a abordagem dos veículos, uma vez que ao longo do trecho não existem postos da polícia e o acostamento é pequeno ou inexistente. Por conta da disponibilidade da PRE as entrevistas foram divididas ao longo da semana nos dois pontos de pesquisa, conforme o cronograma apresentado na Tabela 3.23.

Tabela 3.23 – Cronograma das entrevistas.

Ponto	28/11/2017	29/11/2017	30/11/2017	01/12/2017	02/12/2017	03/12/2017	04/12/2017
P01	x	x	x	x			
P02				x	x	x	x

Fonte: Elaboração própria.

O tamanho da amostra é função de 4 fatores: o tamanho da população, a variabilidade das características da população investigada, a margem de erro e o intervalo de confiança. O tamanho da amostra é calculado através da fórmula apresentada a seguir:

$$n = \frac{p \times (1-p) \times N^3}{(\frac{N \times e}{1{,}96})^2 \times (N-1) + p \times (1-p) \times N^2}$$

Onde:
n = número de elementos da amostra a ser pesquisada;
p = proporção de ocorrência da característica estudada na população;
e = precisão da amostra ou erro máximo admitido (valor absoluto);
N = tamanho da população estudada.

Na maioria dos casos, não se conhece a variabilidade das características. Nesses casos considera-se p=0,5 que representa a situação mais desfavorável. A margem de erro é o limite de variação admitido para o atributo que se deseja conhecer. Em estudos de transporte normalmente são utilizadas margens de erro entre 5% e 10%. O intervalo de confiança é o grau de certeza que se espera obter a partir das informações coletadas. Ele se refere à probabilidade de que a amostra esteja refletindo as características da população. O valor geralmente adotado nos estudos de transportes é de 95%.

A amostra das entrevistas das pesquisas de origem e destino estão apresentadas na Tabela 3.24. Devido às restrições de horário da PRE e das condições climáticas nos dias de pesquisas, a amostra no P01 277 entrevistas, sendo 116 com automóveis e 161 com veículos de carga. Já no P02, a amostra foi de 410 entrevistas, 203 com automóveis e 207 com veículos de carga. O erro estimado no primeiro ponto foi de 5,6% e no segundo de 4,4%. Somando todas as entrevistas dos dois pontos de pesquisa, a amostra do estudo de tráfego ficou em 687 entrevistas, sendo 319 com automóveis e 368 com veículos de carga, chegando a um erro médio de 3,5%, que está dentro dos 5% de intervalo de confiança.

Tabela 3.24 – Amostra das entrevistas de origem e destino.

Ponto	Município	Km	Quantidade de Entrevistas			Erro máximo com 95% de confiança com proporção de 50%
			Auto	Carga	Total	
P1	Chapadão do Sul	90+000	116	161	277	5,6%
P2	Cassilândia	177+400	203	207	410	4,4%
Total			319	368	687	3,5%

Fonte: Elaboração própria.

O questionário aplicado aos condutores está apresentado na Tabela 3.25. Para cada categoria veicular foi aplicado um questionário específico, ou seja, havia um conjunto de perguntas para veículos de carga e outro para automóveis.

Tabela 3.25 – Informações coletadas nas pesquisas de origem e destino.

Veículo	Pergunta	Campos/Alternativas
Auto/Caminhões	Localização	Rodovia
		Km
		Sentido
		Data
		Hora
Auto/Caminhões	Origem	Município
		UF
	Destino	Município
		UF
Auto/Caminhões	Tipo de veículo	Auto Carga
Caminhões	Número de eixos	
Caminhões	Número de eixos suspensos	
Auto	Marca do veículo	
Auto	Ano do veículo	
Auto/Caminhões	Propriedade do veículo	Próprio Empresa Serviço público Outro
Caminhões	Carregado/vazio	
Caminhões	Carga	
Auto/Caminhões	Frequência	
Auto/Caminhões	Nº vezes	
Auto/Caminhões	Motivo	Trabalho Escola Lazer Compras Outros
Auto/Caminhões	Tempo de viagem	Dia
		Hora
		Min
Auto/Caminhões	Método de pagamento do pedágio	Dinheiro
		Via fácil
		Aplicativo
Auto/Caminhões	Quem paga o pedágio?	Empresa
		Motorista
Auto/Caminhões	Quem faz a escolha de rota?	Empresa
		Motorista

Fonte: Elaboração própria.

3.4 Pesquisas de preferência declarada

A pesquisa de preferência declarada tem como objetivo caracterizar a sensibilidade do usuário da rodovia frente a diversos cenários tarifários, condições de rodovia e de rotas de fuga, informações essas que são essenciais para a modelagem de fugas após a implantação das praças de pedágio. Além disso, com esse tipo de pesquisa pode ser obtido os valores dos tempos dos entrevistados para poder alimentar o modelo de alocação de tráfego e modelos de escolha de rotas específicos para poder quantificar a utilização das rotas de fuga.

A pesquisa de preferência declarada foi realizada junto com a pesquisa de origem e destino e aplicada a todos os entrevistados nos mesmos dias, locais e horários da pesquisa de origem e destino, tendo a mesma amostra e duração. A Figura 3.8 ilustra um dos cartões adotados nas entrevistas.

As variáveis e níveis de variação que foram aplicadas aos questionários foram as seguintes:

- Preço do pedágio – 5 níveis (Tabela 3.26);
- Diferença de tempo entre a rota pedagiada e rota alternativa – 4 níveis (Tabela 3.27);
- Condições do pavimento da rota de fuga – 2 níveis (Tabela 3.28).

Figura 3.8 – Exemplo do cartão utilizado nas pesquisas de preferência declarada.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.26 – Níveis considerados para o valor da tarifa dos pedágios.

Nível	Valor
1	R$ 5,00
2	R$ 6,00
3	R$ 7,00
4	R$ 8,00
5	R$ 10,00

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.27 – Níveis considerados para o acréscimo de tempo nas rotas alternativas.

Nível	Acréscimo de Tempo (minutos)
1	00:10
2	00:15
3	00:20
4	00:30

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.28 – Níveis considerados para a condição do pavimento nas rotas alternativas.

Nível	Descrição	Condição
1	Estrada pavimentada com pavimento em más condições, ausência de sinalização e sem acostamento.	
2	Estrada não pavimentada em boas condições, com ausência de sinalização horizontal e vertical	

Fonte: Elaboração própria.

A combinação de todos os níveis dos fatores em um único desenho completo geraria 40 cartões, o que seria um número excessivo para a aplicação na prática, pois os usuários tendem a não responder corretamente o questionário após muito tempo de pesquisa, invalidando-a. Dessa forma o número de questionários teve que ser reduzido utilizando a técnica para elaboração dos cadernos do Experimento Fatorial Incompleto (*Incomplete Factorial Design*), através do *software MiniTab*, em que o experimento dos fatores nos diferentes níveis resultou em 24 possíveis combinações.

Para evitar o desgaste dos usuários, os cartões foram agrupados em 6 questionários com 4 perguntas cada um, apresentados na Tabela 3.29, de modo que o condutor faça somente 8 escolhas do mesmo questionário. Os subquestionários são aplicados sequencialmente, de modo que 6 entrevistados (um para cada questionário) compõe um conjunto completo de respostas.

A consistência das respostas foi verificada juntamente com as entrevistas de origem e destino. Após a consolidação dos dados, as informações coletadas serviram como base para a calibração de um modelo de escolha do tipo Logit.

Tabela 3.29 – Questionários apresentados.

Q	SubQ	Condição Rodovia Pedagiada	Condição Rota de Fuga	Preço Tarifa	Acréscimo de Tempo
1	1	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 10,00	00:30
	2	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 10,00	00:20
	3	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 7,00	00:30
	4	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 7,00	00:20
2	1	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 8,00	00:15
	2	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 5,00	00:15
	3	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 10,00	00:10
	4	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 5,00	00:30
3	1	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 8,00	00:10
	2	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 6,00	00:20
	3	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 8,00	00:20
	4	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 6,00	00:15
4	1	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 7,00	00:15
	2	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 5,00	00:10
	3	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 6,00	00:30
	4	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 5,00	00:20
5	1	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 8,00	00:30
	2	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 7,00	00:10
	3	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 10,00	00:15
	4	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 10,00	00:10
6	1	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 5,00	00:15
	2	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 8,00	00:20
	3	Rodovia Pavimentada Simples	Estrada não pavimentada	R$ 7,00	00:30
	4	Rodovia Pavimentada Simples	Pavimento Ruim	R$ 6,00	00:10

Fonte: Elaboração própria.

4 Determinação do tráfego atual

O volume médio diário é a média do volume de veículos que circulam no intervalo de 24 horas em um trecho de via. A sua determinação é feita em geral para o período de um ano, onde são suprimidas variações sazonais e representam a média diária de tráfego de um ano, sendo chamado de "Volume Diário Médio Anual (VDMa), determinado conforme a fórmula a seguir:

$$VDMa = \frac{\sum x_i}{365}$$

Onde:
X_i =veículos que trafegam no trecho de via durante o período de um ano.

Esse volume serve como base para diversos estudos rodoviários, como para a determinação de necessidade de implantação de melhorias, necessidade de novas vias, estimar benefícios de intervenções, assim como analisar a viabilidade econômica da implantação de pedágios ou determinação na prioridade de investimentos.

Entretanto, os dados levantados em campo não compreendem um intervalo tão grande e são feitos geralmente para um intervalo de uma semana e corrigidos para valores anuais através de fatores de correção, chamados de fatores sazonalidade que levam em contam diversos aspectos que influenciam na variação do volume de tráfego ao longo do ano.

4.1 Fatores de sazonalidade

Para o cálculo do volume diário médio anual é necessário que o volume médio semanal levantado nas contagens classificadas de campo sejam corrigidos em função da sazonalidade dos períodos em que as contagens foram realizadas. No caso deste estudo, as contagens de veículos foram realizadas no mês de novembro, e, portanto, as taxas de correção foram obtidas através da relação dos volumes médios diários do mês de novembro em relação dos volumes médios anuais.

Os fatores de sazonalidade mensal (FS) representam a variação do tráfego mensal (VDMm) em relação ao volume médio diário anual (VDMa), e são determinados com base em séries históricas de tráfego de pontos próximos aos locais de interesse e que tenham comportamentos sazonais similares aos pontos de contagem, obtidos segundo a fórmula:

$$Fs = \frac{VDMm}{VDMa}$$

Como não existem dados contínuos de tráfego na rodovia em estudo para a determinação dos fatores de sazonalidade foram utilizadas as séries históricas do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) disponíveis no site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). As séries disponibilizadas para a região (conforme apresentado no item de Dados Existentes do capítulo anterior) contem volumes médios mensais de 2015 a janeiro de 2017, descontínuos em alguns pontos. Na falta de séries mais longas e confiáveis de dados do tráfego na região, os fatores de sazonalidade foram determinados com base no tráfego de 2015 e 2016.

Dessa forma, se escolheu a série histórica mais representativa para os pontos de contagem, considerando a proximidade dos pontos de contagem contínua do DNIT com os pontos de contagem do presente estudo.

Para isso se admitiu como hipótese que os locais mais próximos da rodovia apresentam variações anuais similares e se adotou como referência os três postos de pesquisas apresentados na Figura 4.1.

Os postos escolhidos como base para a dessazonalização apresentam características mais semelhantes com o trecho analisado e contam com períodos de dados contínuos e mais longos, possibilitando a análise da variação do tráfego ao longo do ano em mais de um período. Os intervalos com informações de tráfego do respectivos pontos são apresentados na
Tabela 4.1.

O posto 2 está localizado na BR-158 ao sul da concessão, próximo ao município de Paranaíba, vizinho a divisa com Minas Gerais e conta com dados de março de 2015 e séries de julho de 2015 a dezembro de 2016. A BR-158 é uma rodovia longitudinal federal que atravessa o país de norte a sul, conectando o Pará com o Uruguai, no município de Santana do Livramento no Rio Grande do Sul.

O ponto 6, também utilizado para a determinação dos fatores de sazonalidade, está localizado na BR-163, na divisa entre o município de Coxim e Pedro Gomes. A BR-163 é uma das principais rodovias do estado do Mato Grosso do Sul e foi concedida à iniciativa privada desde 2014, tendo o início da cobrança dos pedágios iniciado em setembro de 2015. Os dados fornecidos para o ponto 6 estão compreendidos entre julho de 2015 e janeiro de 2017.

O terceiro ponto adotado, o posto de contagem 14 está localizado no estado de Goiás na BR-364 no município de Cachoeira Alta, sendo uma rodovia de extrema importância para o escoamento da produção agrícola das regiões norte e centro-oeste do Brasil, pois liga os estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Rondônia e Acre. As séries históricas deste ponto são as mais longas disponíveis pelo DNIT na região, tendo início em janeiro de 2015 e fim em janeiro de 2017.

Figura 4.1 - Localização dos pontos utilizados na determinação da sazonalidade.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.1 – Período de dados por posto de contagem.

Posto	Rodovia	Km	Início	Fim
2	BR-158	90,04	mar/15-jul/15	dez/16
6	BR-163	788,3	jul/15	jan/17
14	BR-364	57,52	jan/15	jan/17

Fonte: Elaboração própria.

Os dados fornecidos pelo DNIT estão disponíveis abertos por tipo de categoria de tráfego e foram agrupados em 5 categorias para a determinação dos fatores médios de sazonalidade: automóveis, carga leve, carga média, carga pesada e motos, descritas conforme a Tabela 4.2.

Os ônibus não são diferenciados dos veículos de carga nas contagens do DNIT. Por esse motivo não é possível calcular o fator de sazonalidade para esse tipo de veículo. Como, com exceção das regiões turísticas, a quantidade de tráfego de ônibus não sofre variações significativas, foi considerado que o fator de sazonalidade para esse tipo de veículos é igual a 1,0. As contagens realizadas em 2017 e 2019 corroboraram essa hipótese, pois foram observados volumes muito similares nos dois períodos.

Tabela 4.2 – Categorias veiculares.

Categoria Contagem	Categoria de Cobrança	Categoria de Alocação	Categoria Agregada	Multiplicador
2E	A01	Auto	Auto	1
3E	A02	Auto	Auto	1,5
4E	A03	Auto	Auto	2
2CB	C02	Carga Leve	Carga	2
3CB	C03	Carga Leve	Carga	3
4CB	C04	Carga Média	Carga	4
2C(16)	C02	Carga Leve	Carga	2
2C(22)	C02	Carga Leve	Carga	2
3C	C03	Carga Leve	Carga	3
4C	C04	Carga Média	Carga	4
2S2	C04	Carga Média	Carga	4
2S3	C05	Carga Média	Carga	5
2I3	C05	Carga Média	Carga	5
2J3	C05	Carga Média	Carga	5
3S2	C05	Carga Média	Carga	5
3S3	C06	Carga Pesada	Carga	6
4S3	C07	Carga Pesada	Carga	7
3I3	C06	Carga Pesada	Carga	6
3J3	C06	Carga Pesada	Carga	6
3T4	C07	Carga Pesada	Carga	7
3T6	C09	Carga Pesada	Carga	9
2C2	C04	Carga Média	Carga	4
2C3	C05	Carga Média	Carga	5
3C2	C05	Carga Média	Carga	5
3C3	C06	Carga Pesada	Carga	6
3D4	C07	Carga Pesada	Carga	7
3D6	C09	Carga Pesada	Carga	9
MOTO	M01	Moto	Moto	0,5

Fonte: Elaboração própria.

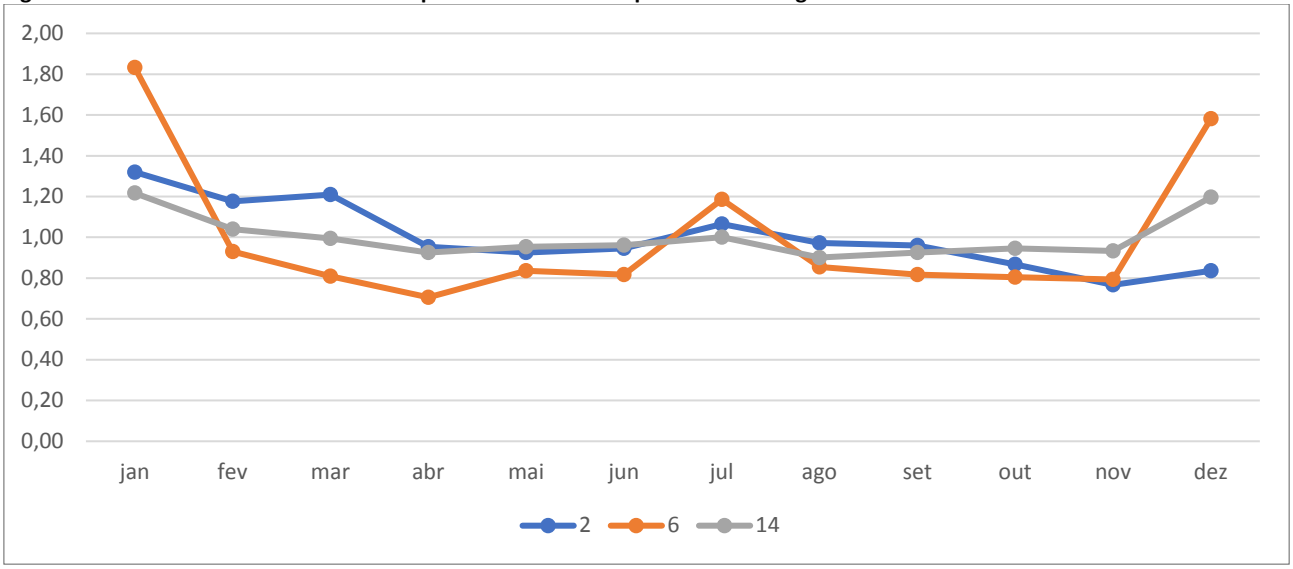
Para a determinação dos fatores de sazonalidade foram adotadas as médias por mês dos três pontos no período disponível de dados. A curva média de sazonalidade para automóveis para todos os meses do ano dos três postos de contagem contínua estão apresentados na Figura 4.2. Os meses com maiores variações entre a sazonalidade são janeiro e dezembro, onde segundo os dados fornecidos, o tráfego no ponto 6 é muito mais concentrado nestes meses do que os demais locais, apresentando fatores de sazonalidade de 1,8 e 1,6 em janeiro e dezembro, respectivamente. Já em novembro, mês em que as contagens classificadas foram realizadas, os fatores variam de 0,77 (posto 2) a 0,93 (posto 14).

O comportamento da carga leve (veículos de 2 e 3 eixos) no mês de novembro é muito parecido para os postos 6 e 14, onde o fator de sazonalidade é de 0,93 e 0,94, respectivamente. Já o posto 2, apresenta um tráfego um pouco superior à média anual, com cerca de 6% a mais. As curvas médias de sazonalidades para os veículos de carga leve estão apresentadas na Figura 4.3.

A variação do tráfego anual de veículos médios (4 e 5 eixos) pode ser observada na Figura 4.4 e dos veículos pesados (6 ou mais eixos) na Figura 4.5. Através dos dois gráficos é possível notar que o comportamento de veículos mais pesados (mais de 4 eixos) é de certa forma similar ao longo do ano. Onde os meses com maior fluxo de veículos destas categorias é observado em junho e julho para todos os pontos, com exceção do ponto 14 nas cargas médias que apresenta o maior fator de sazonalidade em abril, com 1,28. Apesar das variações ao longo do ano serem significativas, as variações para as cargas médias e pesadas no mês de novembro possuem são as menores observadas em todo o ano. Variam de 0,76 a 0,82 para as cargas médias e de 0,81 para 0,91 para as cargas pesadas.

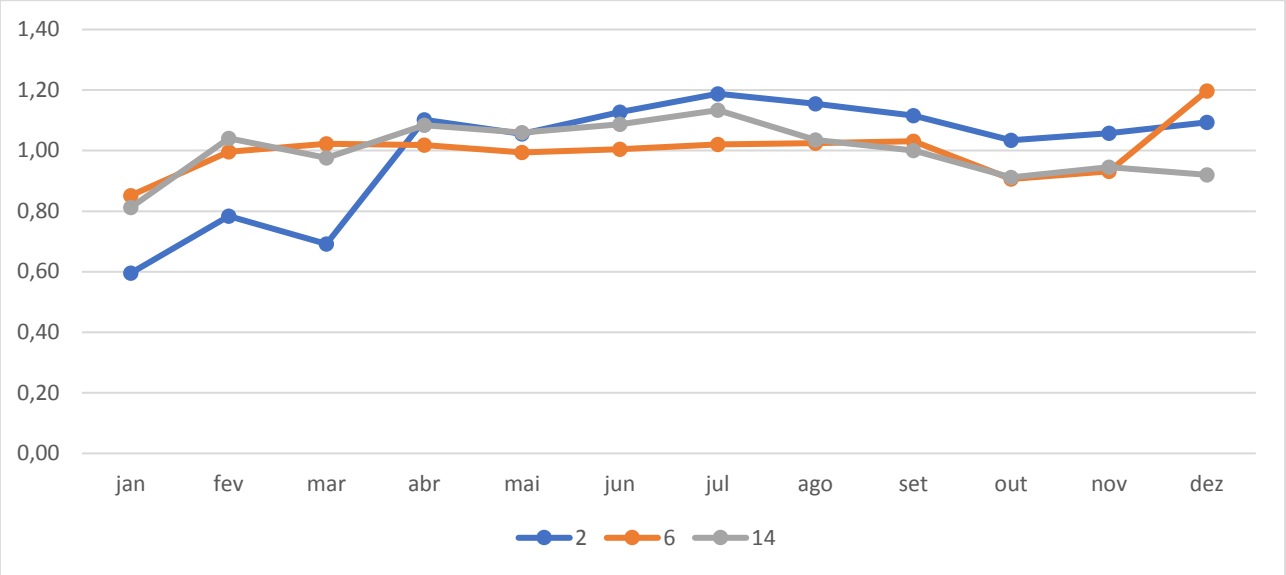
A Figura 4.6 apresenta a variação do volume de motocicletas ao longos dos 12 meses do ano para os postos de contagem do DNIT. O posto 14 não apresenta informações de tráfego de motos entre novembro e dezembro e por isso não foi possível estiver o fator de sazonalidade para estes meses no local.

Figura 4.2 – Curva média de sazonalidade para automóveis nos pontos de contagem do DNIT.



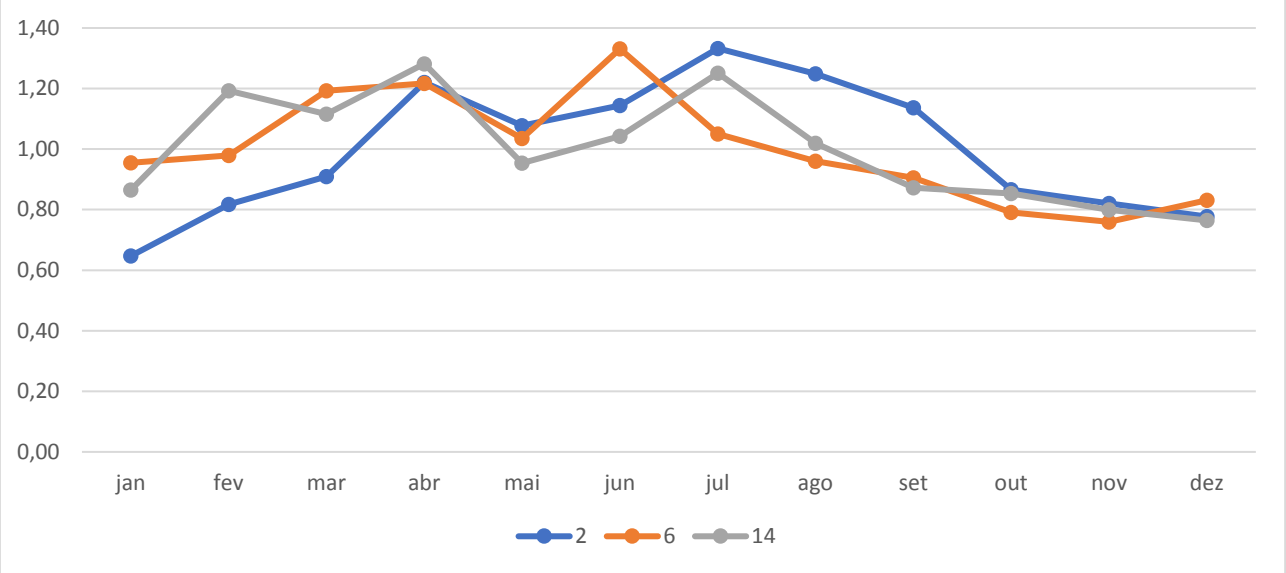
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.3 – Curva média de sazonalidade para veículos de carga leve nos pontos de contagem do DNIT.



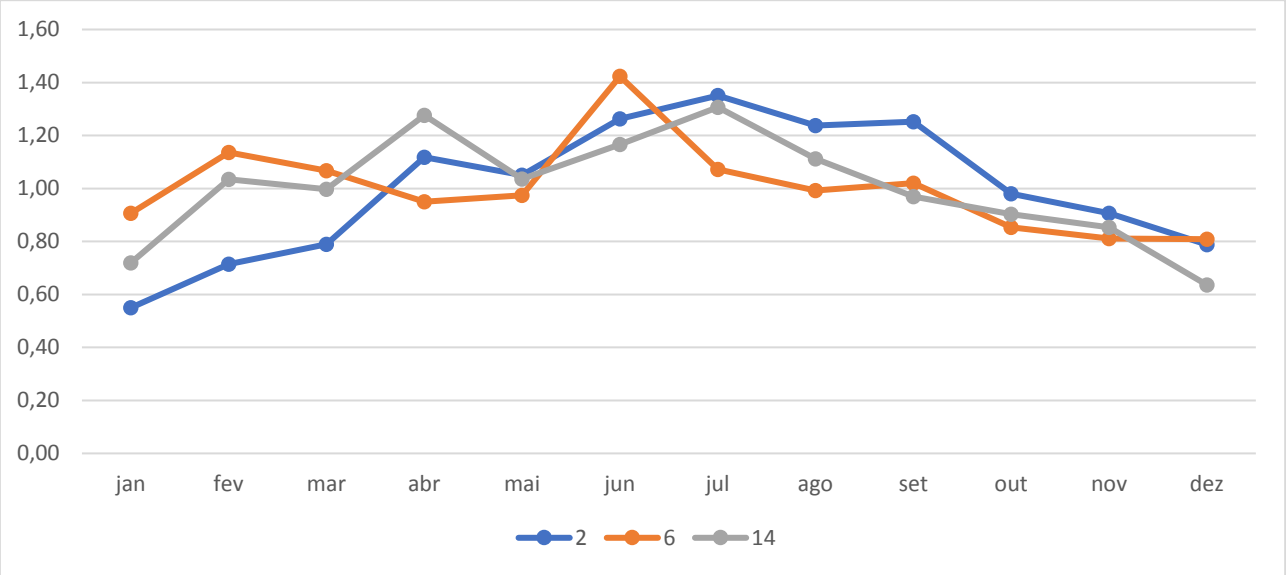
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.4 – Curva média de sazonalidade para veículos de carga média nos pontos de contagem do DNIT.



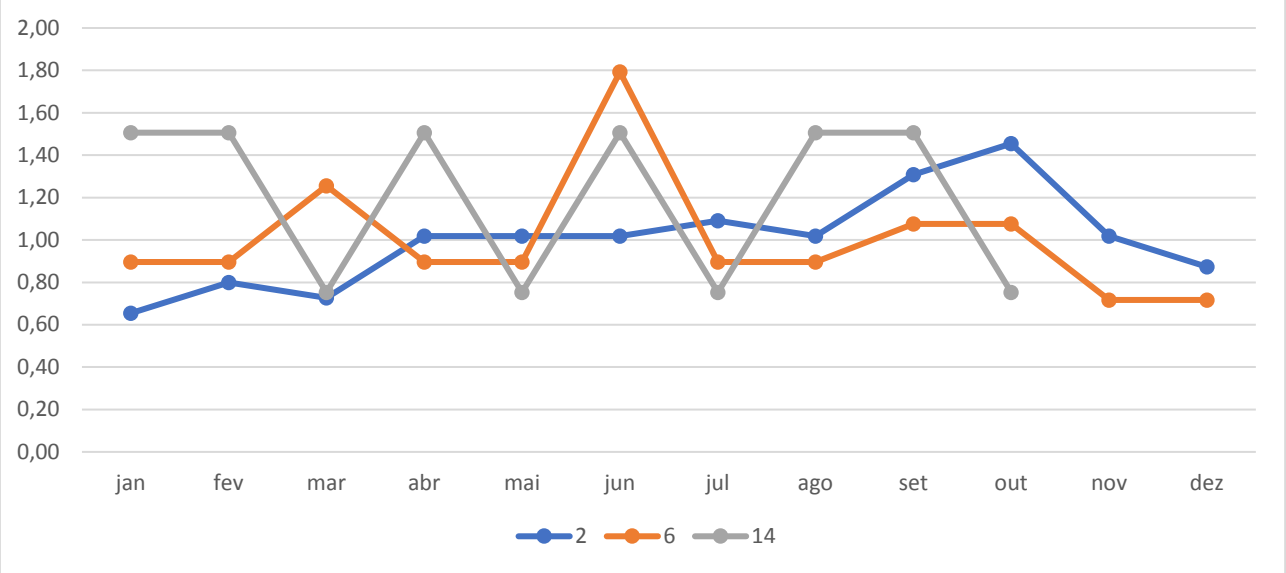
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.5 – Curva média de sazonalidade para veículos de carga pesada nos pontos de contagem do DNIT.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.6 – Curva média de sazonalidade para motocicletas nos pontos de contagem do DNIT.



Fonte: Elaboração própria.

Para a determinação dos fatores de sazonalidade foi utilizada a média das curvas dos três postos de pesquisa contínua do DNIT, feitas para cada categoria de tráfego. Essa aproximação é válida uma vez que o comportamento do tráfego para todas as categorias nos três pontos utilizados como referência foram semelhantes no mês de novembro, onde os fatores deste mês serão aplicados aos dados de contagem se obtendo assim o volume diário médio anual dos pontos de contagem. Os fatores de sazonalidade para todos os meses e todas as categorias de tráfego estão apresentadas na Tabela 4.3 e os números adotados para as pesquisas de 2017 (novembro) e 2019 (fevereiro) estão destacados.

Tabela 4.3 – Fatores de sazonalidade.

Mês	Auto	Ônibus	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Outros
jan	1,456	1,000	0,753	0,822	0,725	1,019	0,753
fev	**1,049**	**1,000**	**0,940**	**0,997**	**0,962**	**1,067**	**1,066**
mar	1,005	1,000	0,897	1,073	0,951	0,912	0,942
abr	0,861	1,000	1,068	1,240	1,115	1,140	1,103
mai	0,905	1,000	1,037	1,022	1,021	0,889	1,138
jun	0,908	1,000	1,073	1,173	1,284	1,439	1,252
jul	1,084	1,000	1,114	1,211	1,243	0,913	1,170
ago	0,909	1,000	1,071	1,076	1,114	1,140	1,145
set	0,901	1,000	1,049	0,971	1,081	1,297	1,031
out	**0,873**	**1,000**	**0,951**	**0,837**	**0,912**	**1,094**	**0,868**
nov	0,831	1,000	0,978	0,793	0,857	0,578	0,804
dez	1,205	1,000	1,071	0,791	0,744	0,530	0,740

Fonte: Elaboração própria.

4.2 Volume médio anual nos pontos de pesquisa

Para a obtenção do tráfego atual em termos de volume médio anual foram divididos os volumes diários médios semanais das contagens de 7 dias/24 horas pelos fatores médios de sazonalidade do mês referente ao ano da pesquisa, conforme apresentado no item anterior deste capítulo. Para a estimativa do tráfego nas praças de pedágio, foram considerados os volumes base de 2019. As contagens de 2017 foram utilizadas para efeitos de calibração da rede ao longo do trecho estudado. A Tabela 4.4 apresenta os volumes médios anuais por categorias para os pontos de pesquisa.

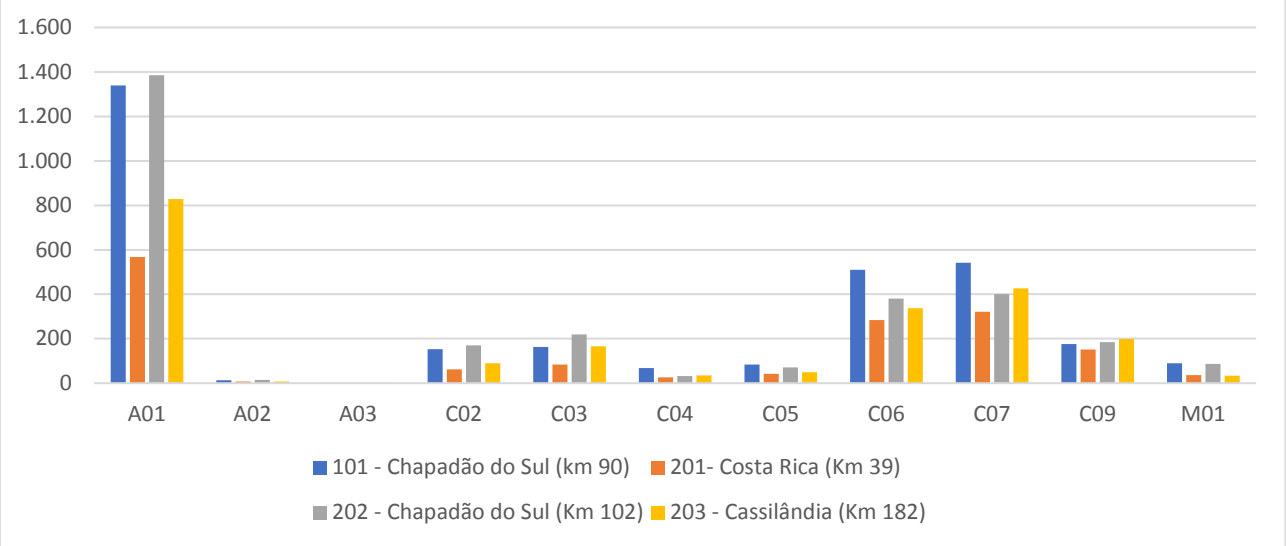
Das três praças de pedágio o ponto com maior volume total de tráfego é o ponto 2, localizado em Chapadão do Sul no km 102 da MS-306, com 2.969 veículos diários nos dois sentidos. A praça localizada em Cassilândia no km 182 apresenta um número total de veículos um pouco inferior que o primeiro ponto, porém na composição do seu tráfego constam mais veículos de carga, principalmente de 6 e 7 eixos, como apresentado na Figura 4.7. O terceiro ponto, localizado em Costa Rica no km 39 da MS-306, é a praça com o menor volume de tráfego e sua composição é de cerca de 36% de automóveis.

Tabela 4.4 – Volumes médio anuais por categoria.

Categoria de Cobrança	P101 Chapadão do Sul (km 90)	P201 Costa Rica (Km 39)	P202 Chapadão do Sul (Km 102)	P203 Cassilândia (Km 182)
A01	1.339	596	1.453	869
A02	13	7	15	7
A03	1	2	1	2
C02	153	61	165	86
C03	163	79	206	158
C04	68	27	32	34
C05	84	42	71	50
C06	510	273	366	325
C07	542	310	385	411
C09	176	146	178	191
M01	89	39	93	36
Total	3.139	1.582	2.945	2.169

Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.7 – Volumes médio anuais por categoria.



Fonte: Elaboração própria.

4.3 Características do tráfego da rodovia

Além de fornecer informações sobre os pontos de origem e destino dos usuários da rodovia, as entrevistas também geram dados referentes à caracterização dos padrões de deslocamento dos entrevistados. As principais informações obtidas são frequência e motivo da viagem, distâncias e tempos percorridos, tipos de carga (no caso de caminhões), etc. Essa análise foi feita separadamente para os automóveis e veículos de carga, uma vez que os questionários também foram separados por categoria. Além disso, são apresentadas as análises das entrevistas realizadas na rodovia MS-306 e na pesquisa realizada no PNCT.

4.3.1 Automóveis

Através das entrevistas foi possível identificar os principais municípios de origem e destino dos automóveis. A relação dos 10 municípios mais citados durante as entrevistas está apresentada na Tabela 4.5. A maior parte dos deslocamentos de automóveis são de média e curta distâncias. De acordo com as informações coletadas, grande parte dos automóveis entrevistados tinham por origem o município de Chapadão do Sul (quase 40%), Cassilândia (16%) e Costa Rica (16%). Esses três municípios somados correspondem a cerca de 70% do total de origem dos entrevistados.

Já como destino, os municípios mais citados foram Cassilândia e Chapadão do Sul (ambos com 24%) e Costa Rica (12%). Assim como na análise das origens, os três municípios de destino somados resultam em 60% do total de entrevistas, formando a maioria. Os principais municípios de origem e destino estão destacados na Figura 4.8.

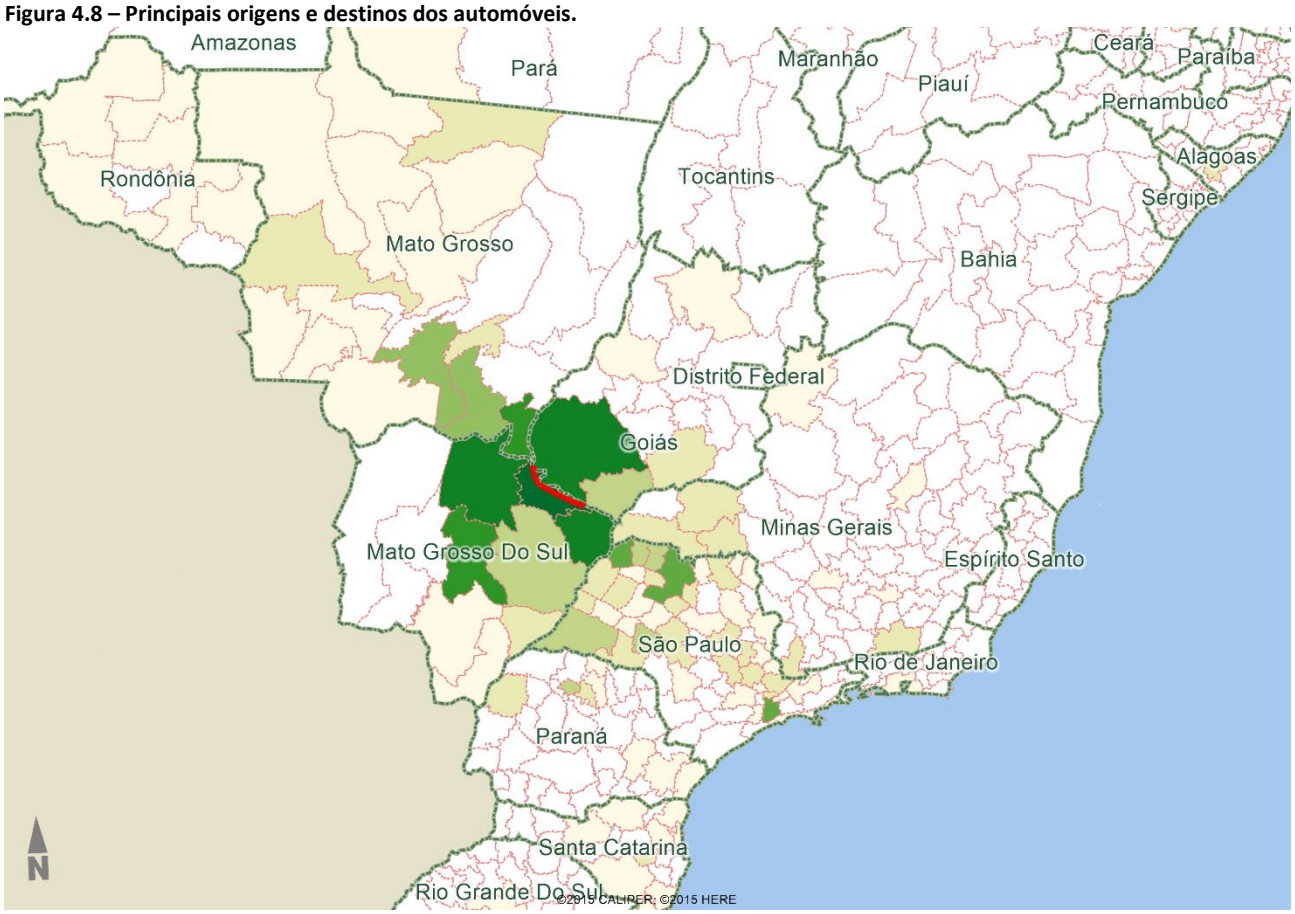
Os três municípios próximos à área de estudo concentram mais de 60% das origens e destinos das entrevistas realizadas. Os demais municípios correspondem a não mais que 4% das respostas, indicando uma pulverização de origens e destinos fora da área de estudo.

Tabela 4.5 – Principais origens e destinos dos automóveis.

Origem	Entrev.	Perc.	Perc. Acum.	Destino	Entrev.	Perc.	Perc. Acum.
CHAPADÃO DO SUL-MS	123	39%	39%	CASSILÂNDIA-MS	76	24%	24%
CASSILÂNDIA-MS	52	16%	55%	CHAPADÃO DO SUL-MS	76	24%	48%
COSTA RICA-MS	51	16%	71%	COSTA RICA-MS	39	12%	60%
CAMPO GRANDE-MS	8	3%	73%	PARANAÍBA-MS	13	4%	64%
SÃO PAULO-SP	7	2%	76%	CAMPO GRANDE-MS	8	3%	66%
ALTO ARAGUAIA-MT	6	2%	77%	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP	8	3%	69%
CHAPADÃO DO CÉU-GO	6	2%	79%	ALCINÓPOLIS-MS	7	2%	71%
PARANAÍBA-MS	6	2%	81%	APORÉ-GO	7	2%	73%
ALCINÓPOLIS-MS	4	1%	82%	CHAPADÃO DO CÉU-GO	5	2%	75%
CUIABÁ-MT	4	1%	84%	SANTA FÉ DO SUL-SP	5	2%	76%

Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.8 – Principais origens e destinos dos automóveis.



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados indicam uma forte relação entre os municípios de Chapadão do Sul, Costa Rica e Cassilândia, uma vez que os pares somados correspondem a aproximadamente um terço do total de entrevistados, enquanto que os demais pares representam 2% ou menos do número de veículos abordados. De acordo com as pesquisas, os pares com maior número de viagens (origem e destino somados) é entre Chapadão do Sul e Costa Rica, com 20% do número de entrevistas, seguido por Cassilândia e Chapadão do Sul, com 14%.

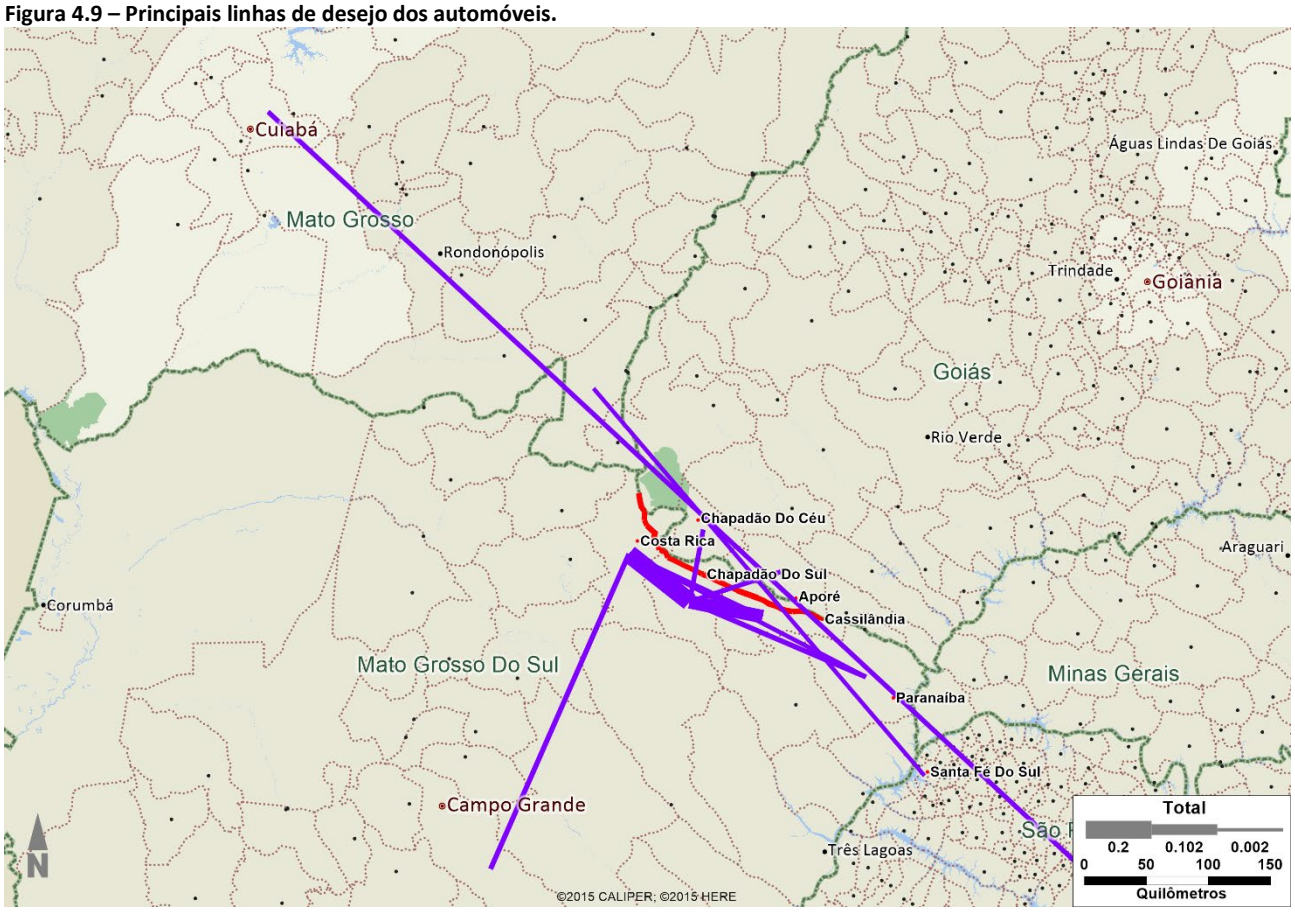
Os 10 pares mais citados estão apresentados na Tabela 4.6 e ilustrada na Figura 4.9.

Tabela 4.6 – Principais pares de origem e destino dos condutores de automóveis.

Par OD		Percentual	Percentual Acumulado
CHAPADÃO DO SUL-MS	COSTA RICA-MS	20%	20%
CASSILÂNDIA-MS	CHAPADÃO DO SUL-MS	14%	34%
COSTA RICA-MS	PARANAÍBA-MS	2%	36%
CHAPADÃO DO SUL-MS	PARANAÍBA-MS	2%	38%
CHAPADÃO DO SUL-MS	CHAPADÃO DO CÉU-GO	2%	40%
CASSILÂNDIA-MS	COSTA RICA-MS	2%	42%
CAMPO GRANDE-MS	COSTA RICA-MS	2%	44%
SÃO PAULO-SP	CUIABÁ-MT	2%	46%
CHAPADÃO DO SUL-MS	APORÉ-GO	2%	48%
SANTA FÉ DO SUL-SP	ALTO ARAGUAIA-MT	1%	49%

Fonte: Elaboração própria.

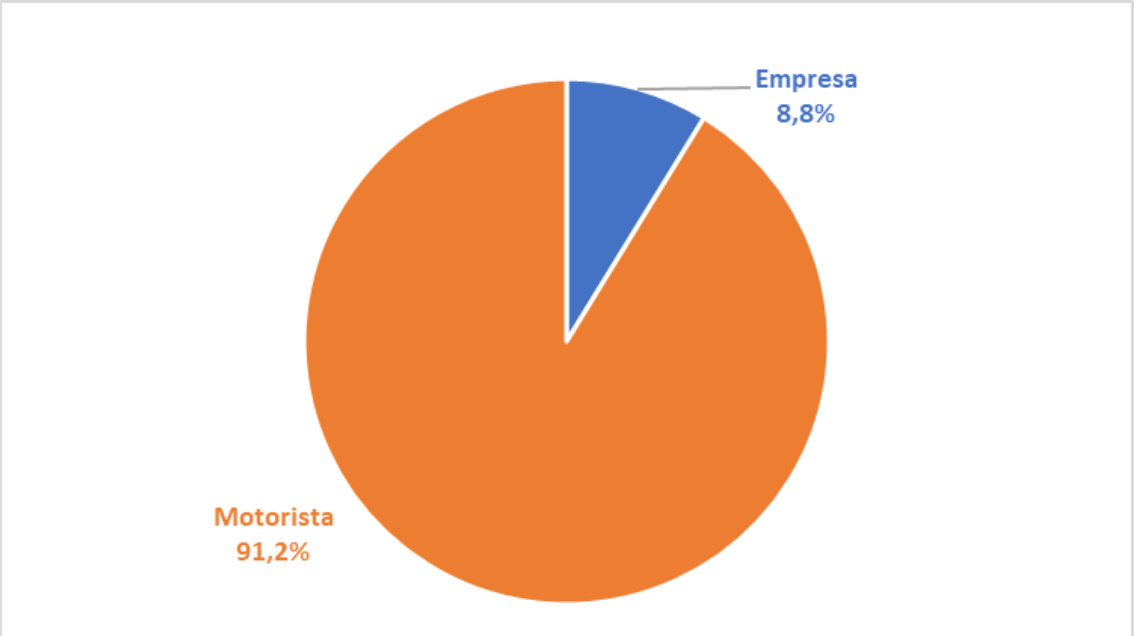
Figura 4.9 – Principais linhas de desejo dos automóveis.



Fonte: Elaboração própria.

Ainda em relação à rota, apenas na pesquisa na rodovia MS-306, foi questionado aos motoristas quem determinou o trajeto entre os pontos de origem e de destino daquela viagem. De acordo com as pesquisas, cerca de 90% dos trajetos foram escolhidos pelo próprio condutor, enquanto que aproximadamente 10% dos usuários tiveram seu trajeto definidos pela empresa para qual trabalham. Essas informações estão apresentadas na Figura 4.10.

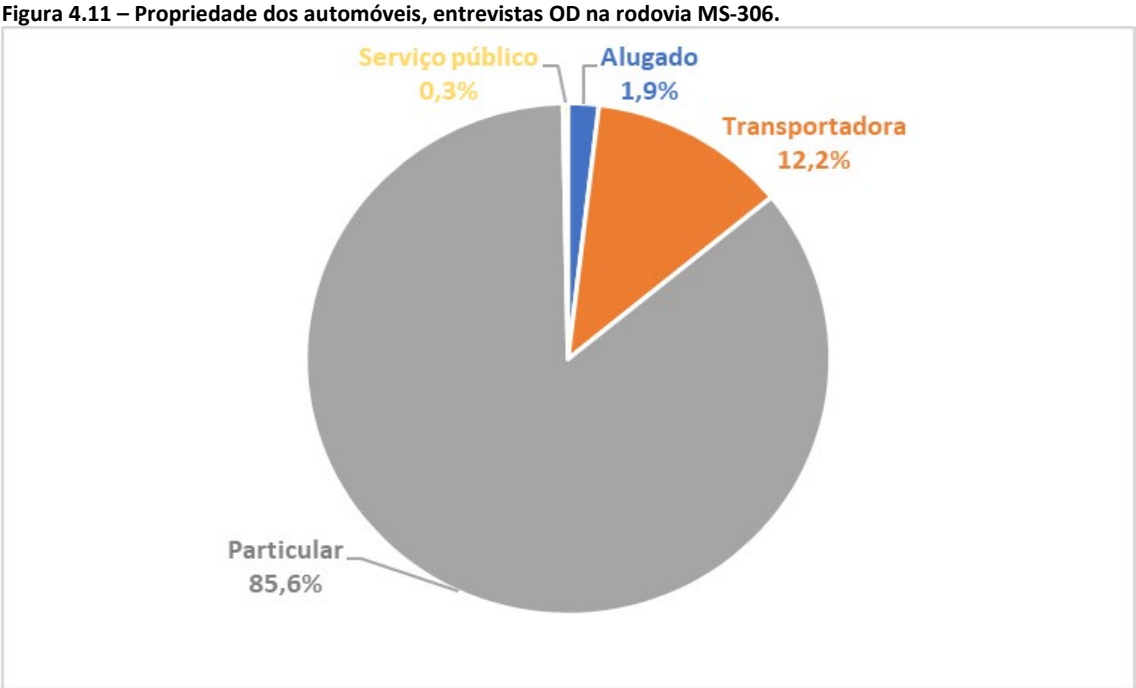
Figura 4.10 – Responsável pela escolha da rota dos automóveis, rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

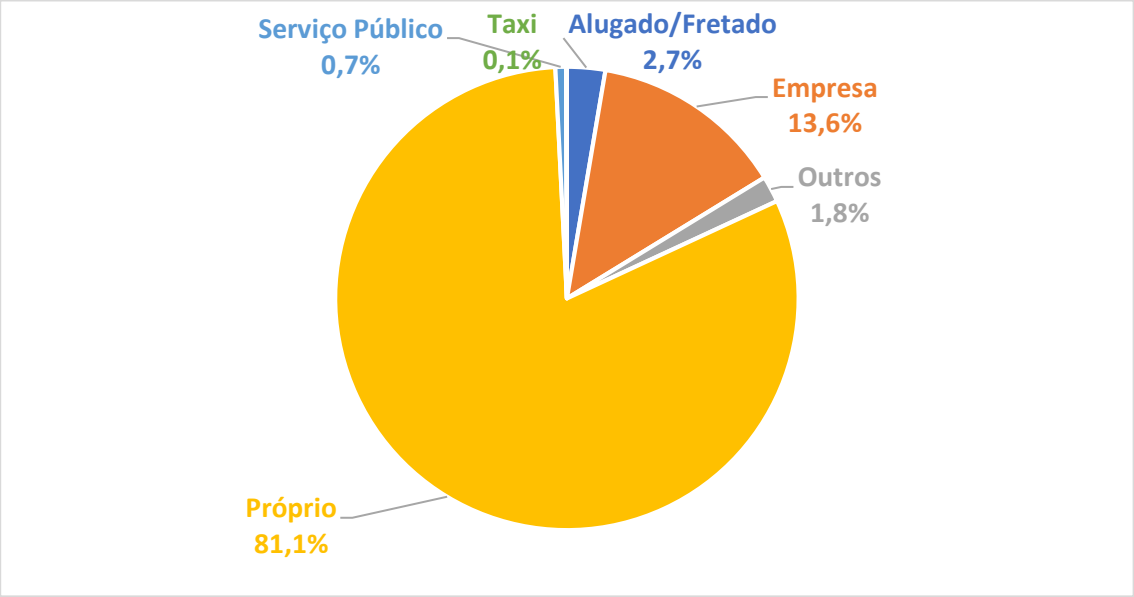
Relativo à propriedade dos automóveis, na entrevista realizada na rodovia MS-306, a maioria (cerca de 86% dos entrevistados) disseram ser donos dos veículos que conduziam no momento da entrevista. Doze por cento responderam que o veículo pertencia à transportadora, 2% disseram que o veículo era alugado e menos de 1% informou que o veículo era de propriedade pública. Essa distribuição está apresentada na Figura 4.11. Nas entrevistas do PNCT o resultado foi similar, conforme apresentado na Figura 4.12.

Figura 4.11 – Propriedade dos automóveis, entrevistas OD na rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.12 – Propriedade dos automóveis pelo PNCT.



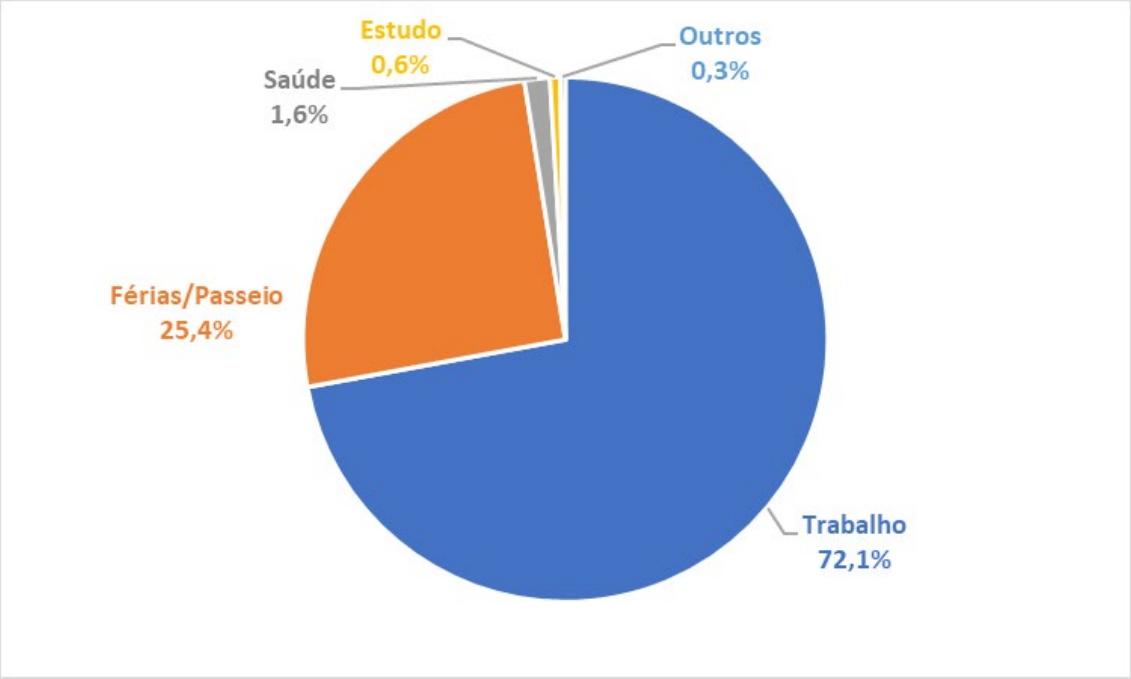
Fonte: PNCT, modificado por Matricial engenharia Consultiva.

Quanto aos motivos da viagem, nas entrevistas na rodovia MS-306, quase dois terços do total de entrevistados (72%) disseram que a viagem estava sendo realizada a trabalho, aproximadamente 25% realizavam o deslocamento a passeio ou férias e 1,6% disseram realizar a viagem por motivos de saúde. Estudo e outros motivos foram indicados por menos de 1% dos entrevistados. Com isso verifica-se a vocação comercial da rodovia, nos pontos analisados.

A Figura 4.14 apresenta o resultado das análises das entrevistas pelo PNCT. O percentual de entrevistados viajando a trabalho é menor quando comparadas às entrevistas na MS-306, cerca de 50% dos entrevistados, se somadas as viagens por motivo de trabalho e negócios. Isso ocorre, pois as entrevistas do PNCT foram feitas em diversos pontos e rodovias cujas características são diferentes.

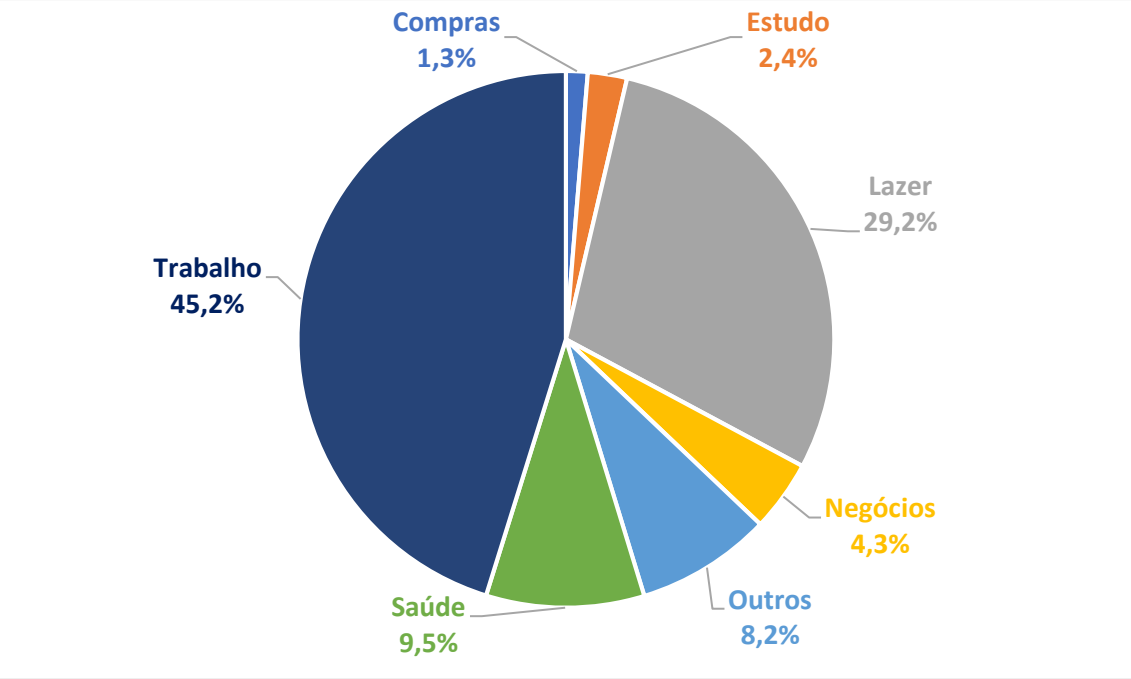
Os deslocamentos a lazer ou compras representam cerca de 30% das respostas, o motivo saúde, representa aproximadamente 10%, e o motivo estudo, cerca de 2%. Os deslocamentos por outros motivos foram indicados por cerca de 8% dos entrevistados.

Figura 4.13 – Motivo das viagens dos automóveis, entrevistas OD na rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.14 – Motivo das viagens dos automóveis pelo PNCT.



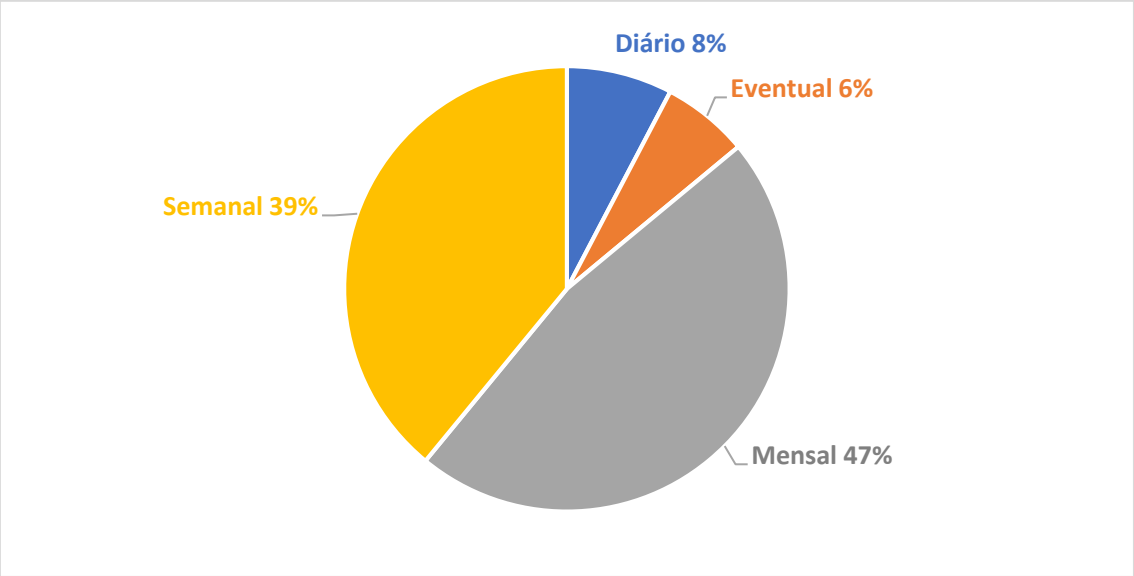
Fonte: PNCT, modificado por Matricial engenharia Consultiva.

Quanto às frequências, nas entrevistas da rodovia MS-306, quase metade dos entrevistados realizam o percurso mensalmente. Semanalmente, de acordo com as entrevistas, foram quase 50% do total de usuários. As viagens diárias e eventuais somaram 8% e 6%, respectivamente. Essas informações indicam que a rodovia é utilizada por um mesmo usuário com pouca frequência, uma vez que os usuários mensais e semanais somam 86% do total de entrevistados. A Figura 4.15 apresenta a distribuição da frequência de viagens.

Quando analisadas as informações da pesquisa do PNCT, os deslocamentos mensais também são a maioria. No entanto, correspondem a uma parcela menor quando comparada com a parcela da pesquisa na MS-306,

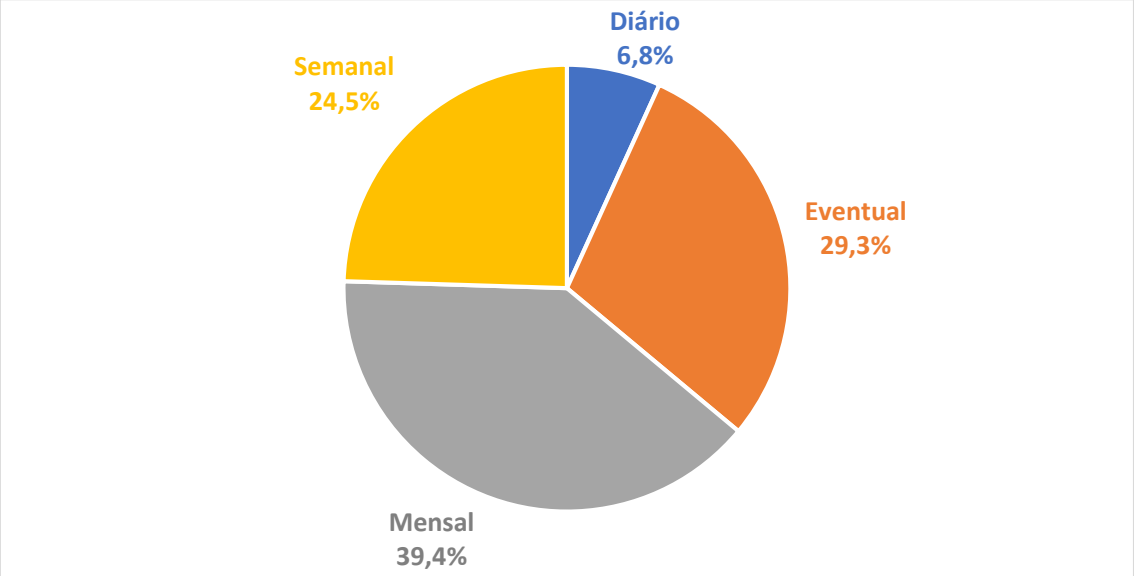
somam cerca de 40%. Os deslocamentos eventuais apareceram com uma frequência significativa, cerca de 29%. As viagens semanais correspondem a 24% dos deslocamentos e as viagens diárias, cerca de 7%.

Figura 4.15 – Frequência de viagem dos automóveis na rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.16 – Frequência de viagem dos automóveis pelo PNCT.

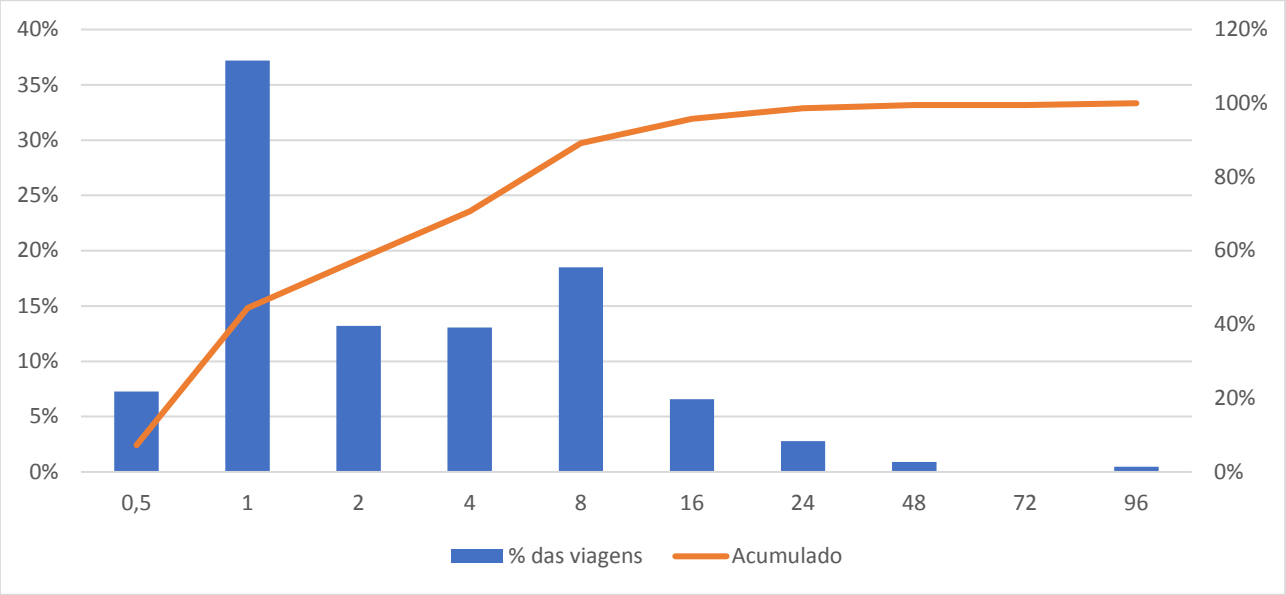


Fonte: PNCT, modificado por Matricial engenharia Consultiva.

A Figura 4.17 apresenta os tempos de viagens relatados pelos motoristas de automóveis entre os pontos de origem e destino para a pesquisa na rodovia MS-306. O tempo de deslocamento não foi questionado na pesquisa do PNCT, por isso não é apresentado.

Quase 40% dos condutores afirmaram que a viagem teria duração média de 1 hora, enquanto que viagens abaixo de uma hora tiveram menos de 10% dos motoristas. Viagens de 2 a 4 horas tiveram o mesmo número de relatos, pouco menos de 15% dos entrevistados, cada. Já as viagens com duração de 8 horas foram indicadas por quase 20% dos respondentes. Cerca de 10% dos entrevistados realiza deslocamentos superiores a 8 horas. Essa informação indica que grande parte das viagens observadas no trecho por automóveis são de curta duração e média duração.

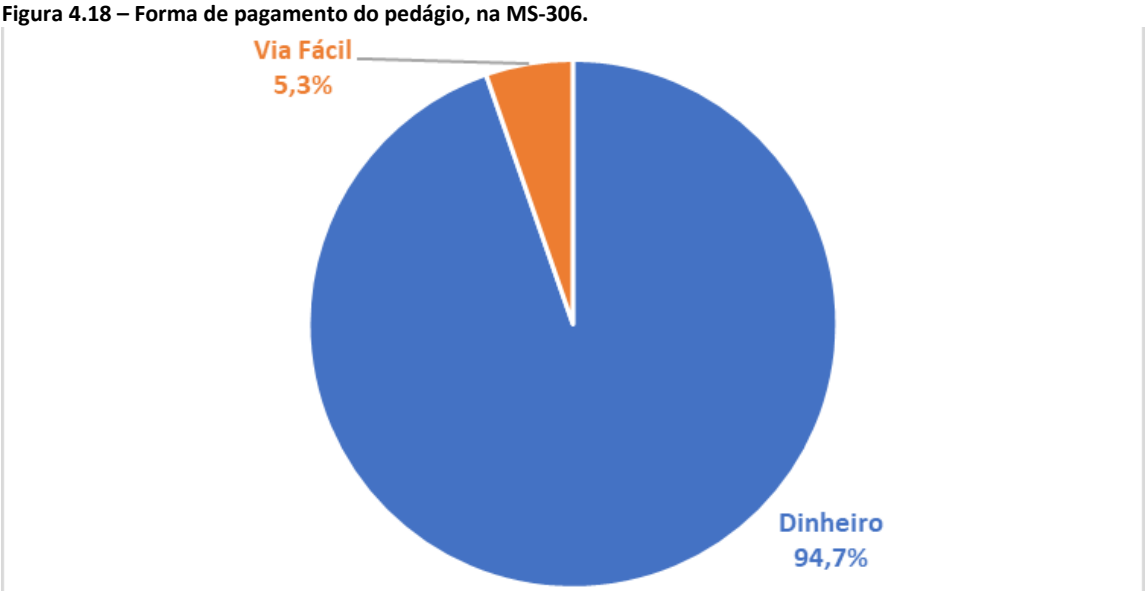
Figura 4.17 – Tempos de viagem dos automóveis (em horas), na MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

Aos condutores também foi questionada a forma de pagamento nas entrevistas da rodovia MS-306. Aproximadamente 95% dos usuários disseram ter pago a tarifa do pedágio com dinheiro e apenas 5% disseram usar o Via Fácil. Essa situações pode ocorrer em função da baixa frequência das viagens. Sistemas de pagamento automático são úteis quando as viagens são realizadas com grande frequência e objetiva minimizar o tempo perdido nos guichês dos pedágios (que são mais lentos). De acordo com a Figura 4.15, apenas 8% dos usuários realizam deslocamentos diários nos pontos de pesquisa. Assim, a não utilização de formas de pagamento automática pela maioria dos usuários está de acordo com os padrões de viagens pouco frequentes dos mesmos.

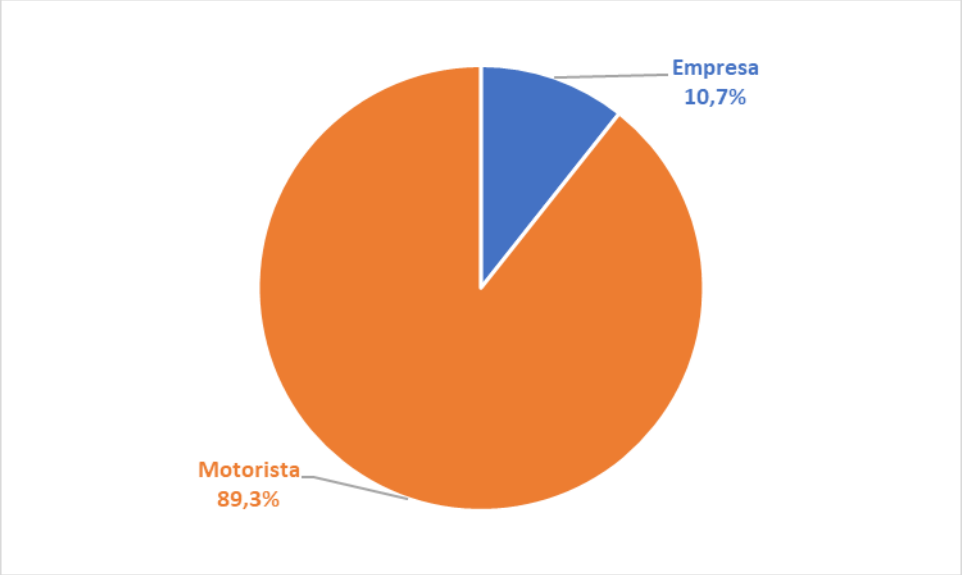
Figura 4.18 – Forma de pagamento do pedágio, na MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

Por fim, foi questionada a responsabilidade pelo pagamento dos pedágios, também apenas na pesquisa da rodovia MS-306. Aproximadamente 11% dos entrevistados disseram que a tarifa do pedágio é paga pela empresa nos deslocamentos, e 89% dos motoristas afirmaram pagar a tarifa com dinheiro próprio.

Figura 4.19 – Responsável pelo pagamento do pedágio dos automóveis, rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

4.3.2 Veículos de carga

A Tabela 4.7 apresenta a distribuição das entrevistas realizadas com veículos de carga na rodovia MS-306, considerando as categorias agregadas (carga leve, média e pesada) por eixo e quantidade de eixos suspensos no momento da entrevista. As categorias com maior ocorrência nas entrevistas foram caminhões de 7 eixos sem nenhum eixo suspenso e caminhões com 6 eixos, também sem nenhum suspenso.

A Tabela 4.8 apresenta a mesma informação para as pesquisas realizadas no PNTC, com exceção da quantidade de eixos suspensos. Nessas entrevistas, a categoria com maior ocorrência foi a carga pesada, cerca de 52%, sendo 29% de caminhões com 6 eixos, 12% de caminhões com 7 eixos e o restante de caminhões com 8 e 9 eixos.

Tabela 4.7 – Distribuição das entrevistas por categoria agregada, eixos e eixos suspensos.

Categoria veículo	Eixos	Eixos suspensos	Entrevistas	Percentual
Carga Leve	2	0	23	6%
	3	0	40	11%
	3	1	9	2%
Carga Média	4	0	9	2%
		1	5	1%
		2	2	1%
	5	0	7	2%
Carga Pesada	6	0	74	20%
		2	5	1%
		3	9	2%
	7	0	95	26%
		2	8	2%
		3	12	3%
		4	2	1%
	9	0	55	15%
		3	2	1%
		4	11	3%
Total			368	100%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.8 – Distribuição das entrevistas por categoria agregada e eixos, no PNCT.

Categoria Veículo	Eixos	Percentual
Carga Leve	2	13,1%
	3	16,0%
Carga Média	4	6,4%
	5	12,8%
Carga Pesada	6	29,4%
	7	11,9%
	8	0,3%
	9	10,1%

Fonte: PNCT, modificado por Matricial engenharia Consultiva.

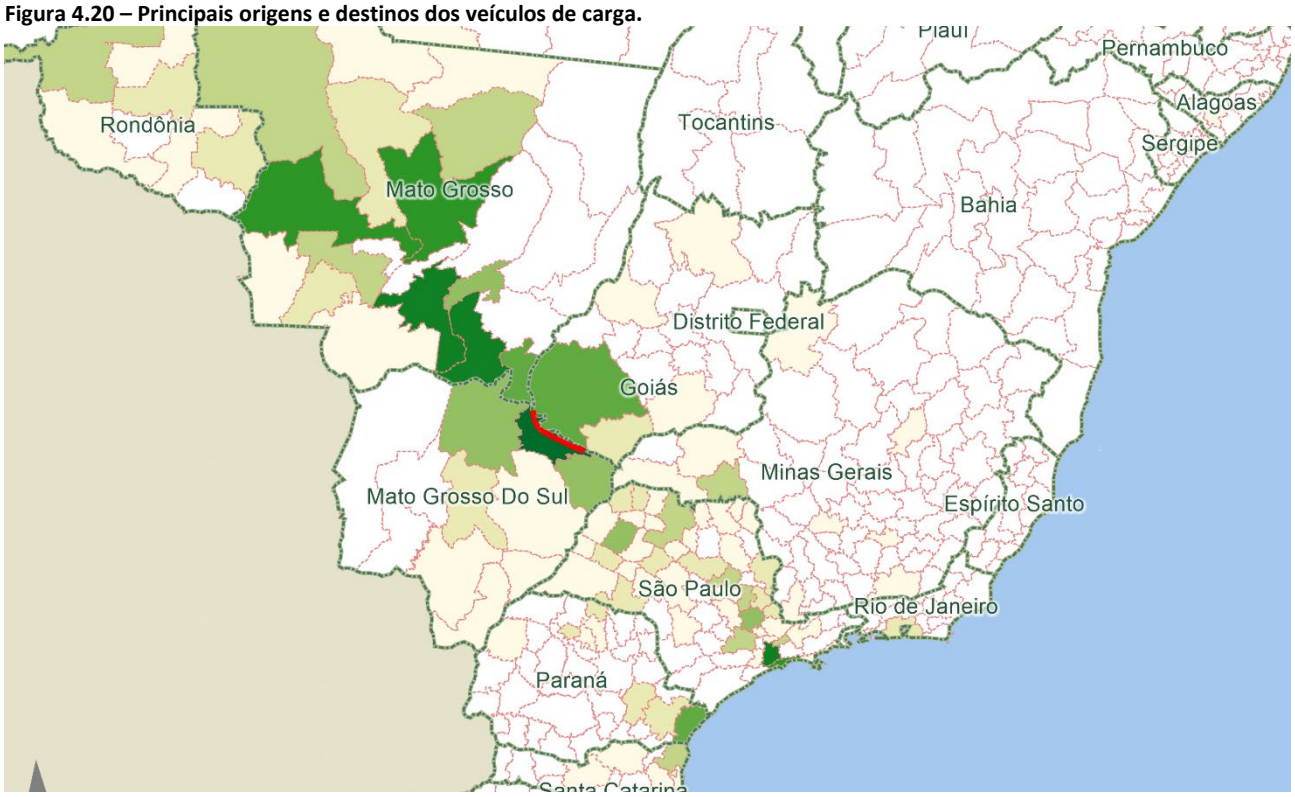
Questionário similar foi aplicado aos condutores de veículos de carga. No entanto, ao contrário dos automóveis, as viagens que ocorrem por caminhões não possuem origem e destino concentrados. O município com o maior número de origens foi Chapadão do Sul (17%), seguido por São Paulo (6%) e Rondonópolis (5%). Já os destinos estão ainda mais pulverizados: Cuiabá com 8%, Rondonópolis com 7% e Chapadão do Sul com 6% das viagens. A relação das 10 maiores origens e 10 maiores destinos está apresentada na Tabela 4.9 e os municípios estão destacados na Figura 4.20.

Tabela 4.9 – Principais origens e destinos dos veículos de carga.

Origem	Etrev	Perc.	Perc. Acum.	Destino	Etrev.	Perc.	Perc. Acum.
CHAPADÃO DO SUL-MS	61	17%	17%	CUIABÁ-MT	30	8%	8%
SÃO PAULO-SP	21	6%	22%	RONDONÓPOLIS-MT	26	7%	15%
RONDONÓPOLIS-MT	19	5%	27%	CHAPADÃO DO SUL-MS	23	6%	21%
PARANAGUÁ-PR	15	4%	32%	SÃO PAULO-SP	21	6%	27%
COSTA RICA-MS	11	3%	35%	SANTOS-SP	19	5%	32%
CUIABÁ-MT	11	3%	38%	COSTA RICA-MS	15	4%	36%
CASSILÂNDIA-MS	9	2%	40%	CASSILÂNDIA-MS	13	4%	40%
CHAPADÃO DO CÉU-GO	9	2%	42%	SÃO CARLOS-SP	8	2%	42%
LUCAS DO RIO VERDE-MT	8	2%	45%	PARANAGUÁ-PR	7	2%	44%
MINEIROS-GO	8	2%	47%	ALTO ARAGUAIA-MT	6	2%	46%

Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.20 – Principais origens e destinos dos veículos de carga.



Fonte: Elaboração própria.

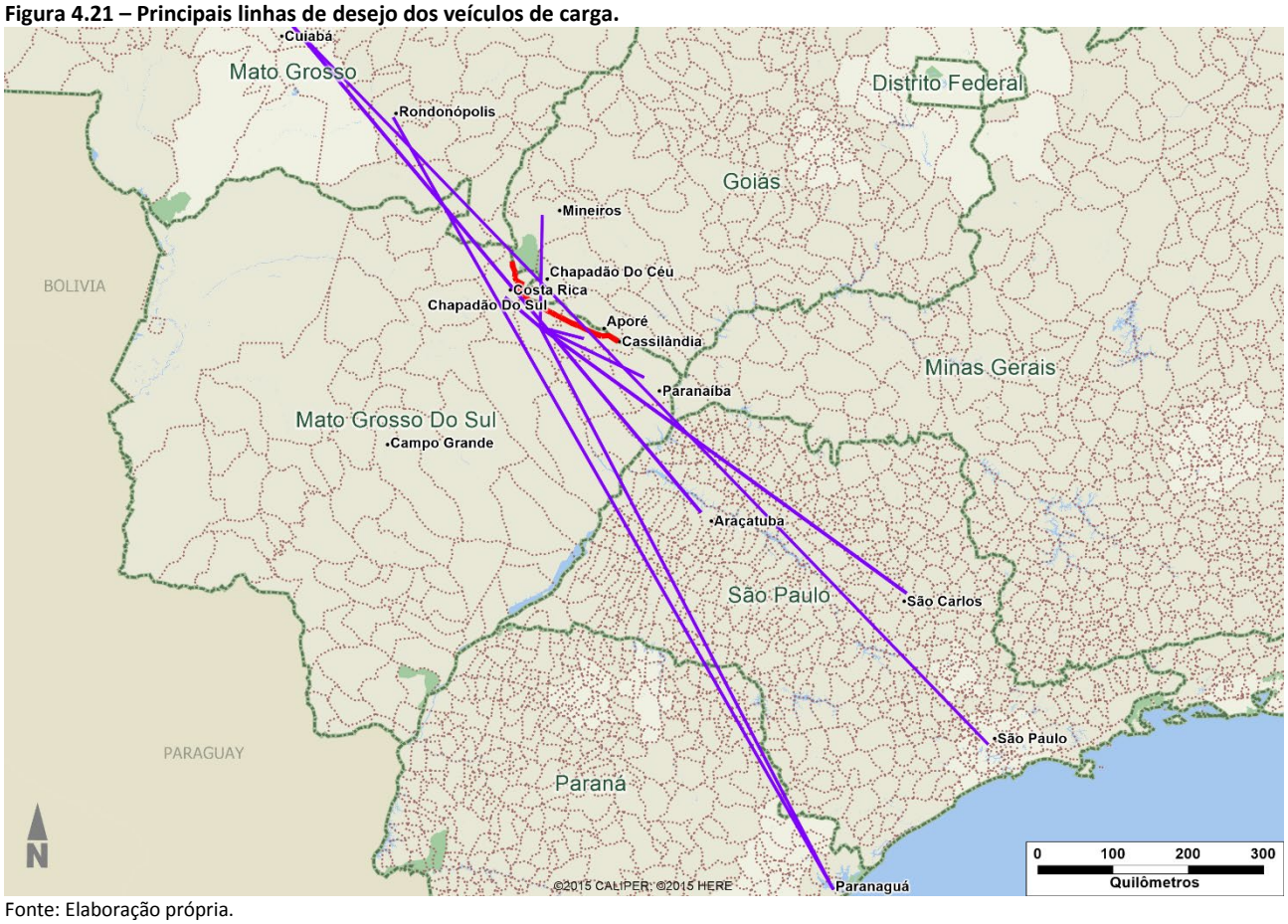
Agregando as informações de modo a ter os principais pares de origens e destino, observa-se que não existe um par predominante. Todos eles compõem 2% ou menos de viagens dos entrevistados. Mais uma vez, o comportamento dos usuários comerciais da rodovia indicam que ela é largamente utilizada como rota para os mais diferentes pontos do Sudeste e Centro-Oeste do país, uma vez que nos principais pares estão municípios dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Mato Grosso e Goiás. A Tabela 4.10Tabela 4.10 apresenta os principais pares de origem e destino para veículos de carga e a Figura 4.21 apresenta um mapa com as linhas de desejo dos entrevistados.

Tabela 4.10 – Principais pares de origem e destino para veículos de carga.

Par OD		Percentual	Percentual Acumulado
SÃO PAULO-SP	CUIABÁ-MT	2%	2%
CASSILÂNDIA-MS	CHAPADÃO DO SUL-MS	2%	4%
CHAPADÃO DO SUL-MS	COSTA RICA-MS	2%	6%
CHAPADÃO DO SUL-MS	PARANAÍBA-MS	1%	7%
CHAPADÃO DO SUL-MS	MINEIROS-GO	1%	9%
PARANAGUÁ-PR	RONDONÓPOLIS-MT	1%	10%
ARAÇATUBA-SP	CUIABÁ-MT	1%	11%
PARANAGUÁ-PR	CHAPADÃO DO SUL-MS	1%	12%
SÃO CARLOS-SP	CHAPADÃO DO SUL-MS	1%	13%
PARAGUAÇU PAULISTA-SP	RONDONÓPOLIS-MT	1%	14%

Fonte: Elaboração própria.

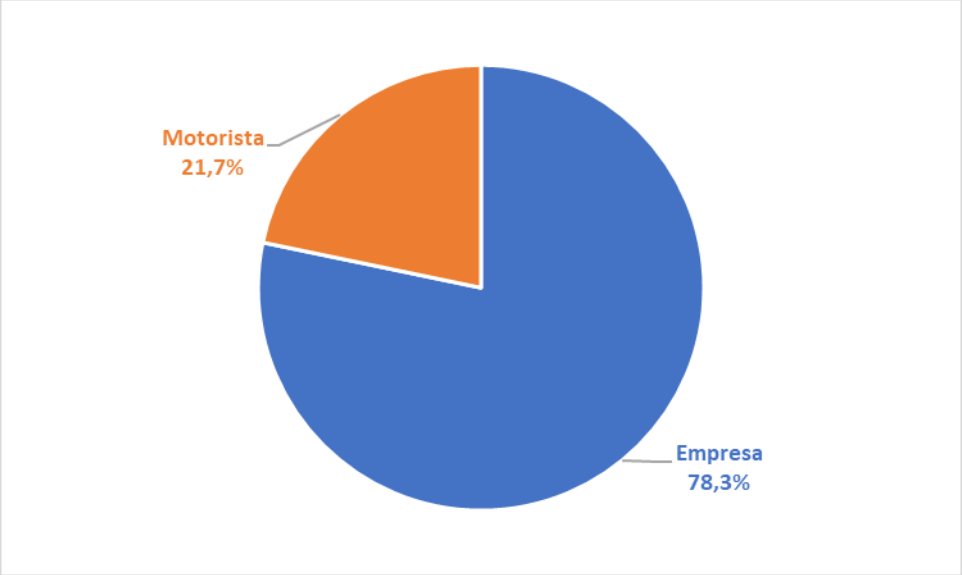
Figura 4.21 – Principais linhas de desejo dos veículos de carga.



Fonte: Elaboração própria.

Por se tratar de veículos comerciais, quase 80% dos entrevistados disseram que a rota foi previamente estabelecida pela empresa e apenas pouco mais de 20% dos condutores alegaram ter escolhido o próprio itinerário para viagem. Essa informação está apresentada graficamente na Figura 4.22.

Figura 4.22 – Responsável pela escolha da rota dos veículos de carga.

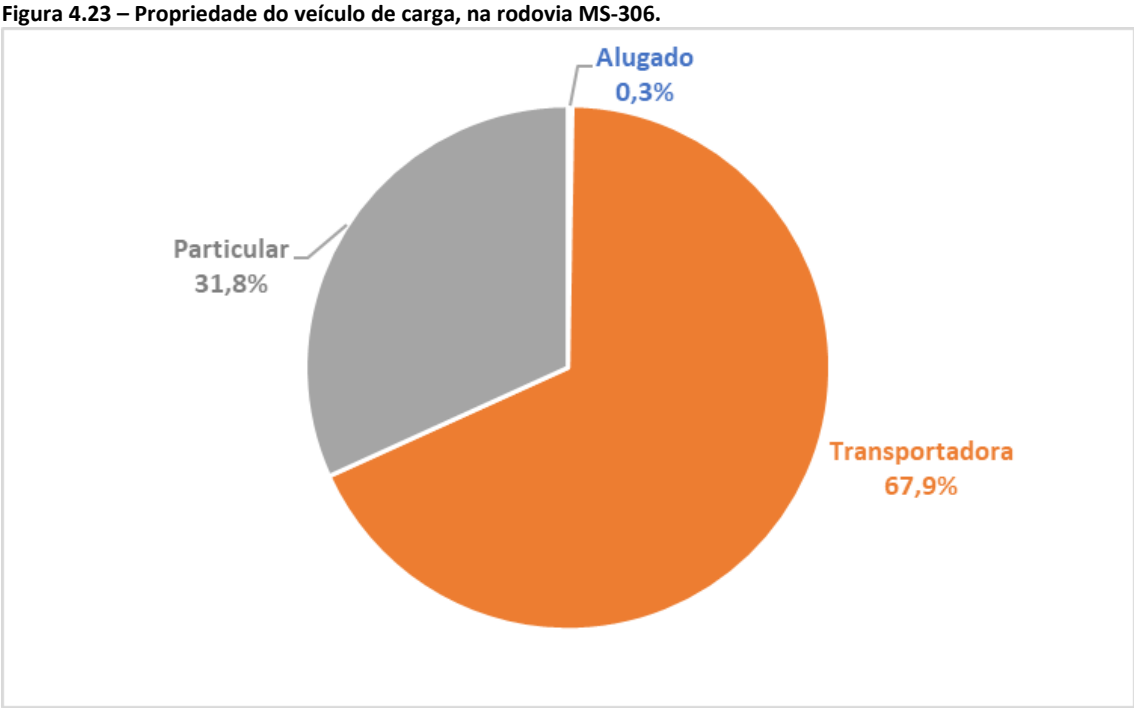


Fonte: Elaboração própria.

Aos motoristas também foi questionado a propriedade dos veículos. Na pesquisa na rodovia MS-306, cerca de 68% informaram que o veículo era de propriedade da transportadora. Quase 32% disseram que o veículo era próprio e menos de 1% afirmou que o veículo era alugado. A propriedade dos veículos de carga por tipo está apresentada na Figura 4.23.

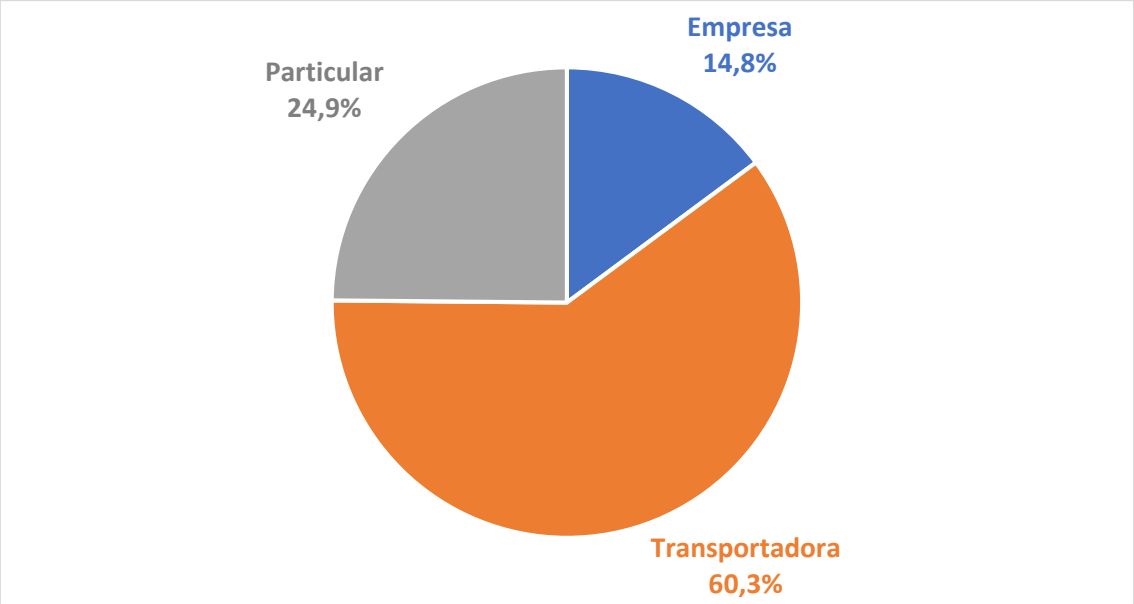
Na pesquisa do PNCT, 60% dos motoristas afirmaram que o veículo era de propriedade da transportadora e 25% informaram que o veículo era da empresa que possui frota própria, conforme apresentado na Figura 4.24. Além desses, 15% informaram que o veículo era próprio.

Figura 4.23 – Propriedade do veículo de carga, na rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.24 – Propriedade do veículo de carga, pelo PNCT.

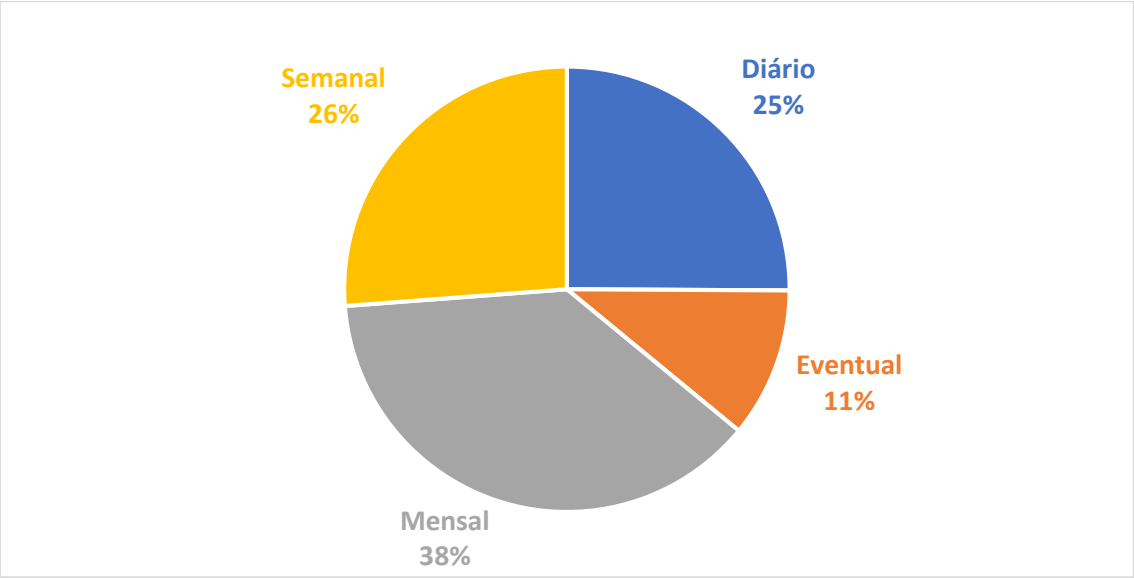


Fonte: PNCT, modificado por Matricial engenharia Consultiva.

Nas entrevistas realizadas na rodovia MS-306, as viagens diárias representam 25% do total de entrevistas, valor superior quando comparados os resultados com os automóveis. As viagens semanais correspondem a 26% do total. Já as viagens mensais somam 38%, enquanto que as viagens eventuais correspondem a 11%. As frequências de viagens para veículos de carga estão apresentados na Figura 4.25.

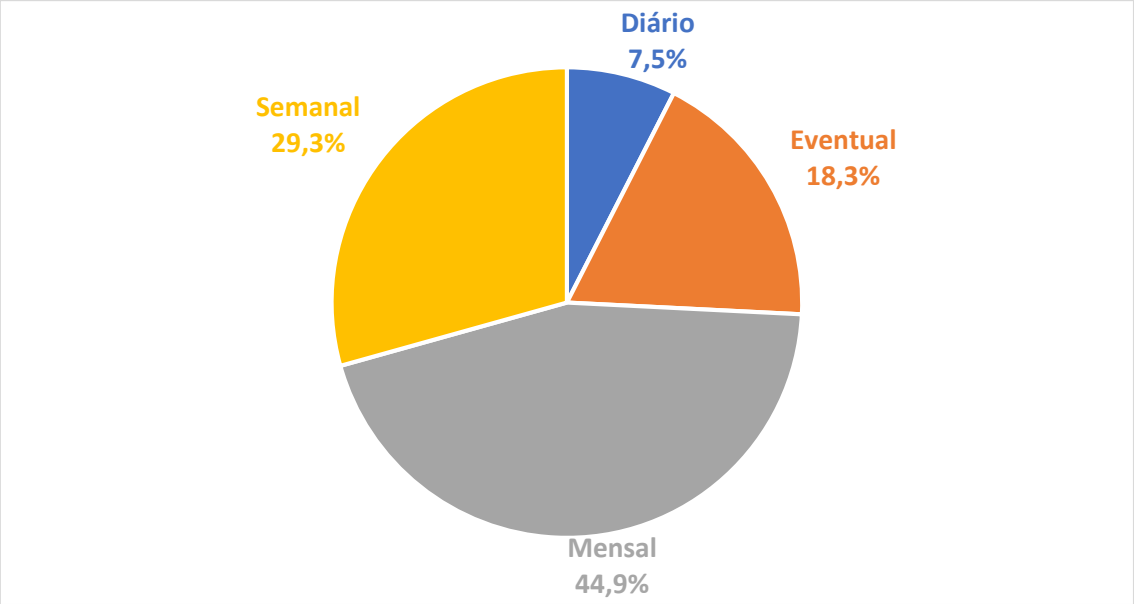
Já para as entrevistas realizadas no PNTC, conforme apresentado na Figura 4.26, as viagens diárias representam apenas cerca de 8% das respostas dos entrevistados. Os deslocamentos mensais são a maioria, representando cerca de 45%,.

Figura 4.25 – Frequência de viagem dos veículos de carga, na rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

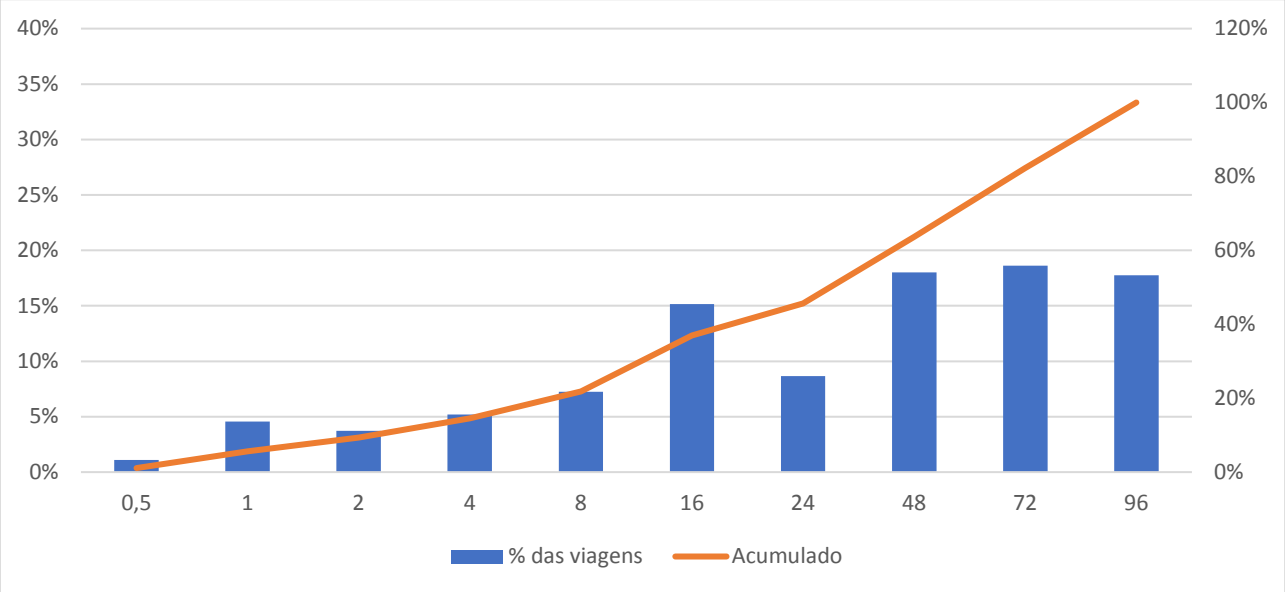
Figura 4.26 – Frequência de viagem dos veículos de carga, pelo PNCT.



Fonte: PNCT, modificado por Matricial engenharia Consultiva.

Quando analisados os tempos de viagens dos veículos de carga, percebe-se que mais que 50% delas ocorrem com mais de 16 horas, indicando que a rodovia é largamente utilizada para viagens extensas. Cerca de 15% das viagens tem duração média de 16 horas. As viagens com duração de 48, 72 e 96 horas somam pouco menos de 20% das entrevistas, cada. Viagens de até 2 horas tem menos de 10% do total. Essas informações estão apresentadas na Figura 4.27.

Figura 4.27 – Tempos de viagem dos veículos pesados (em horas).



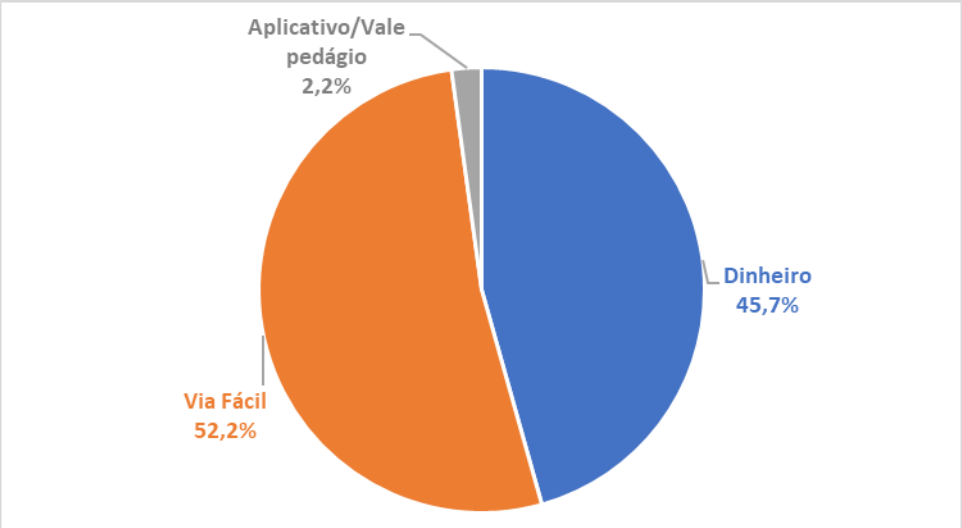
Fonte: Elaboração própria.

Na pesquisa da rodovia MS-306, adicionalmente, foi perguntado aos motoristas qual a forma de pagamento do pedágio. Mais da metade dos entrevistados disseram utilizar pagamento automático através do Via Fácil, enquanto que quase 46% disseram pagar em dinheiro e pouco mais de 2% através de aplicativo para smartphone ou vale-pedágio. A diferença em relação ao aos automóveis pode ser dada por dois motivos.

O primeiro é referente à frequência de viagens, bastante superior quando comparado com automóveis. Outro motivo é a extensão percorrida pelos motoristas e a quantidade de pedágios que passam entre o ponto

de origem e destino da viagem. Quanto maior o número de eixos do caminhão, maior é o valor da tarifa paga. Isso implica em carregar uma grande quantidade de moeda em espécie durante a viagem. Como é de conhecimento público, atualmente a segurança nas estradas é um dos grandes fatores de violência do país. Assim, ao utilizar formas de pagamento automático, o motorista não precisa levar consigo grande quantia de dinheiro, de forma a reduzir os prejuízos em caso de furto ou assalto. A distribuição das formas de pagamento está apresentada na Figura 4.28.

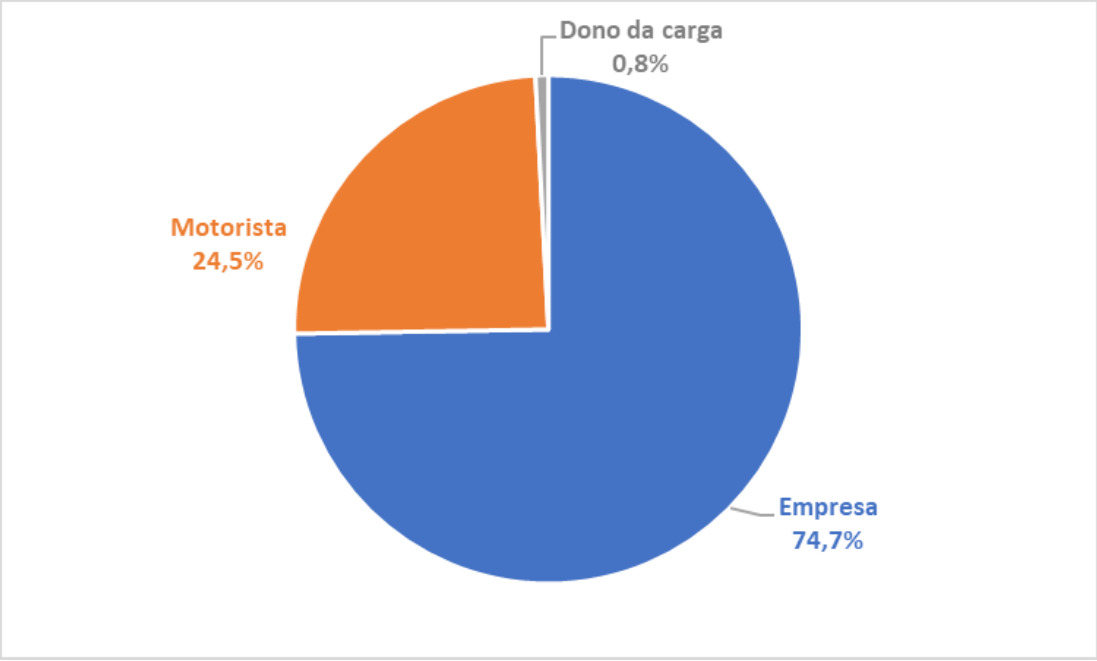
Figura 4.28 – Formas de pagamento do pedágio por veículos de carga.



Fonte: Elaboração própria.

Em relação à responsabilidade de pagamento do pedágio, aproximadamente 25% dos motoristas são quem arca pelos curtos do pedágio. Quase 75% dos condutores informaram que a tarifa é paga pela empresa e menos de 1% disse que o responsável é o dono da carga transportada. A distribuição está apresentada na Figura 4.29.

Figura 4.29 – Responsável pelo pagamento do pedágio do veículo de carga.

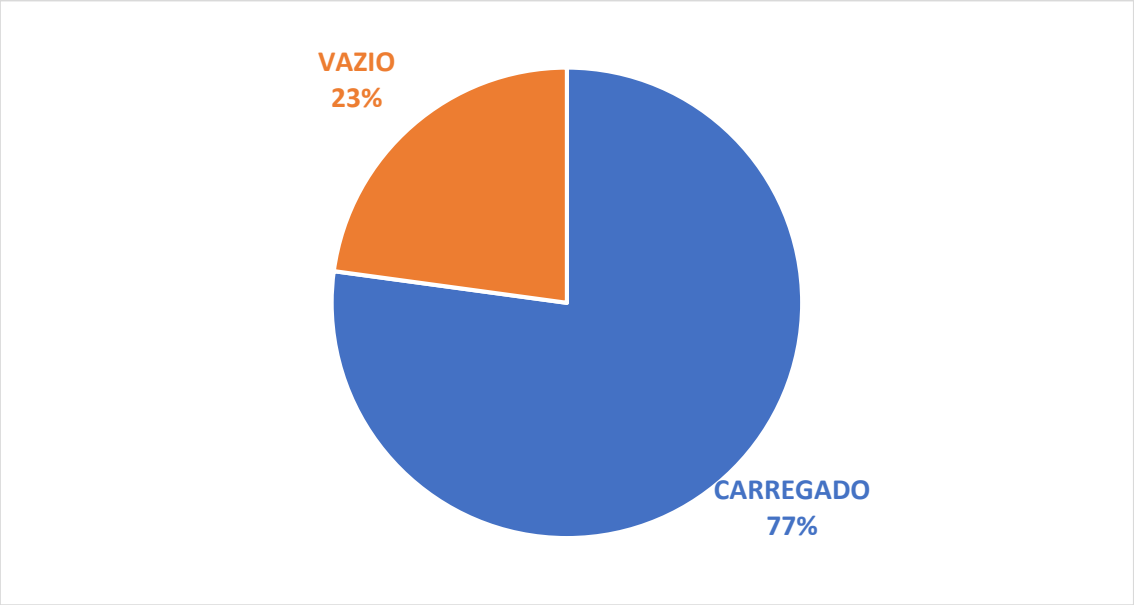


Fonte: Elaboração própria.

Tanto nas pesquisas na rodovia MS-306 quanto na pesquisa do PNTC, aos veículos de carga foi questionado se ele estava transportando alguma mercadoria/produto. Nas entrevistas da MS-306 quase um quarto dos

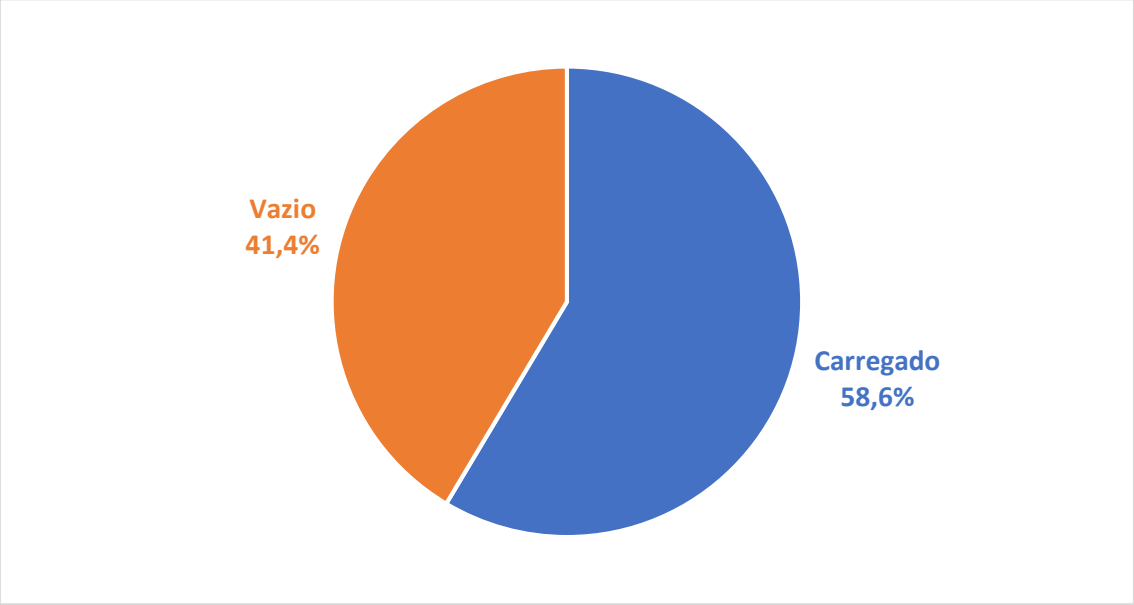
entrevistados (23%) afirmou que o veículo estava circulando vazio pela rodovia, enquanto que 77% deles estava carregado. Essas informações estão apresentadas na Figura 4.30. Já nas pesquisa do PNCT a quantidade de veículos carregados foi menor, porém ainda foi maioria, cerca 59%, conforme apresentado na Figura 4.31.

Figura 4.30 – Carregamento dos veículos, rodovia MS-306.



Fonte: Elaboração própria.

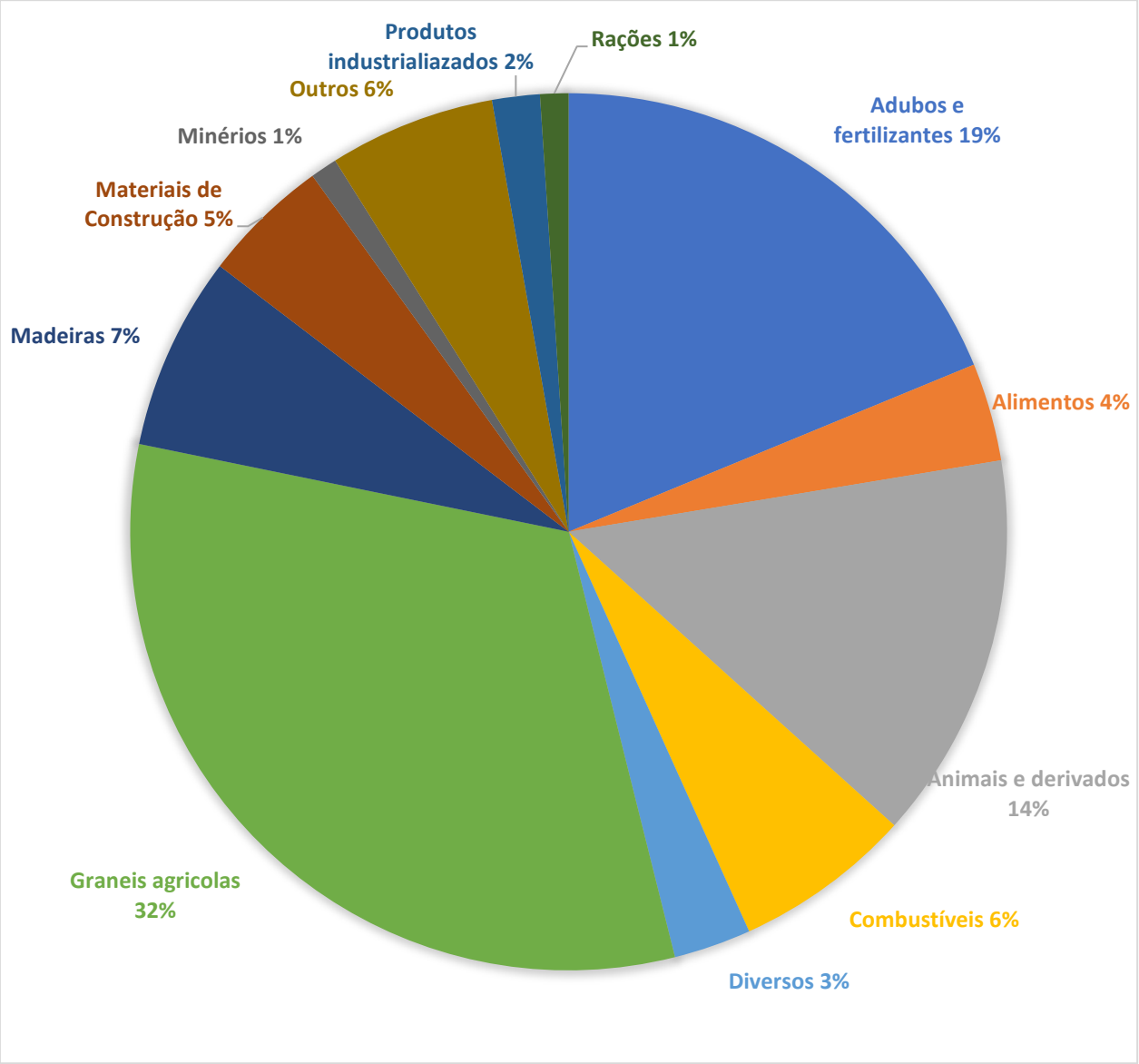
Figura 4.31 – Carregamento dos veículos, pelo PNCT.



Fonte: PNCT, modificado por Matricial engenharia Consultiva.

Aos veículos que disseram estar carregados, foi questionado o tipo de carga transportada. Aproximadamente um terço dos condutores disseram carregar granéis agrícolas, 19% afirmaram transportar adubos e fertilizantes e 14% transportavam animais e derivados. Combustíveis somou 6% do total de entrevistados, madeira 7% e materiais de construção, 5%. Minérios, produtos industrializados, rações, alimentos e outros somaram 22% do total. A distribuição por tipo de carga está apresentada na Figura 4.32.

Figura 4.32 – Cargas transportadas.



Fonte: Elaboração própria.

5 Modelo de demanda

Para a realização das simulações de tráfego foi usado o programa *TransCAD* desenvolvido pela empresa Caliper dos Estados Unidos. O *TransCAD* é aplicativo de planejamento de transportes que incorpora todas as funções de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Isso faz com que seja possível utilizar bases de dados georreferenciados na elaboração dos modelos e exibir os resultados das simulações sob a forma de mapas.

A utilização da divisão territorial em zonas de tráfego é importante para identificação dos pontos de geração e atração das linhas de desejo dos usuários do sistema em análise e permitir a aplicação em modelos de alocação onde se desenvolve o trabalho dos sistemas e sub-sistemas de transportes em análise, buscando a otimização da rede atual e futura do mercado.

O uso dos modelos de otimização de rede tradicionais em planejamento de transportes é um assunto tratado extensamente na literatura técnica. A teoria clássica dos modelos de transporte tem como base uma representação discreta do espaço contínuo, em que a área a ser modelada é dividida em zonas de tráfego e o sistema de transporte é representado através de uma rede de nós e ligações (trechos de via que conectam pontos do sistema viário, representados pelos nós). Nesse procedimento clássico, as zonas de tráfego são definidas a priori e passam a ser representadas por um único ponto chamado centróide.

O conjunto de segmentos da rede viária existente é representado pelos seus respectivos custos generalizados (combinação ponderada de atributos como tempo e distância) nos deslocamentos e pela representação das regras de circulação, que permitem definir ligações unidirecionais ou bidirecionais, proibições ou penalidades de conversão.

Os centróides das zonas de tráfego são ligados à rede através de conectores, que representam os pontos de acesso ou egresso ao sistema de transporte para as viagens com origem ou destino naquela zona e a média do custo generalizado de acesso/egresso correspondente. No processo de utilização dos modelos de transportes, os centróides funcionam como pólos de produção e atração de viagens das respectivas zonas que utilizam a rede para realizarem seus deslocamentos.

A seguir estão descritos os elementos que compõem o modelo de demanda: zonas de tráfego, matrizes de origem e destino e rede de transportes. Nesse capítulo também foi detalhado o processo de calibração, o método e resultados das alocação e apresentado o modelo de fugas utilizado.

5.1 Rede de transportes

A rede de transportes utilizada representa as rodovias de todo o Brasil. Essa rede foi detalhada no interior do estado de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás. Para cada segmento (link) da rede rodoviária são incluídas informações sobre a extensão, tipo de terreno, tempo de percurso em condições de fluxo livre, tipo de pavimento e número de faixas de tráfego por sentido. Nos links onde estão localizadas as praças de pedágio são armazenados também o valor da tarifa para cada categoria veicular. A Figura 5.1 apresenta a rede de transportes indicando as rodovias, conectores e os centróides.

A rede utilizada no modelo de demanda está apresentada na Figura 5.1. Nela estão apresentados os conjuntos de *links* que formam a rede de simulação, assim como os centroides das zonas de tráfego. Todos os *links* contém atributos específicos, organizados em formato tradicional de banco de dados. Os principais atributos utilizados nos processos de calibração e alocação estão apresentados na Tabela 5.1. Os *links* foram classificados por tipo de categoria de acordo com o tipo de rodovia: pavimentada duplicada, pavimentada simples e não pavimentada. As capacidades e velocidades estão relacionadas aos tipos de rodovia. Os valores de velocidade apresentados na tabela são referencias gerais. As velocidades dos links na área de estudo

foram definidas com base nos tempos de percurso dos trechos obtidos de fontes secundárias (bases de dados de sistemas de navegação por GPS).

Figura 5.1 – Rede de simulação.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.1 – Características operacionais dos links.

Tipo de link	Descrição	Capacidade (veíc/h)	Velocidade (km/h)
Rodovia Pavimentada	Rodovia de 1 faixa por sentido	1.800	80
Rodovia Duplicada	Rodovia duplicada com 2 ou 3 faixas por sentido	3.600 a 5.400	80 a 110
Não Pavimentada		1.500	50

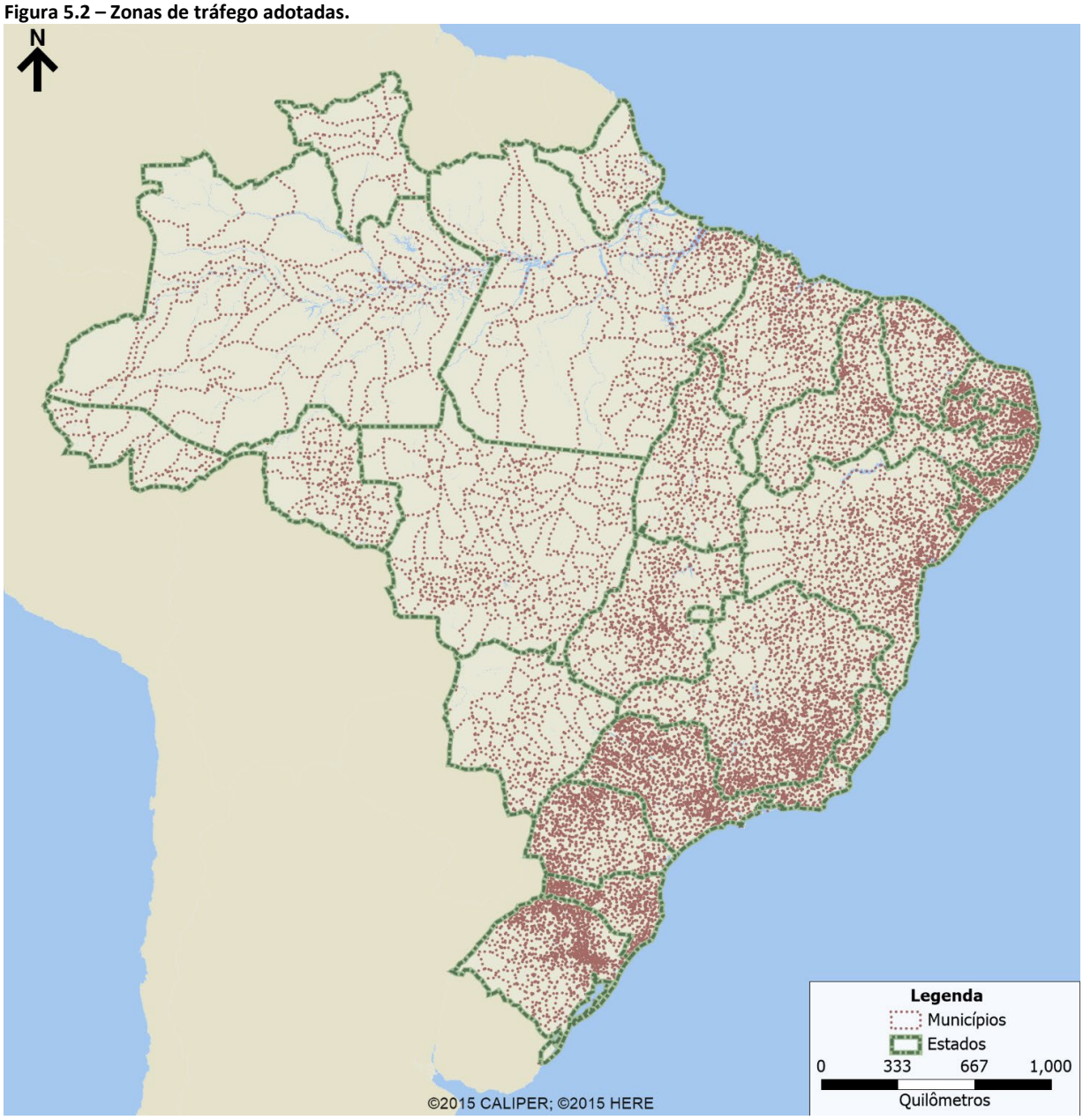
Fonte: Elaboração própria.

5.2 Zonas de tráfego

No presente estudo as zonas de tráfego adotadas correspondem aos limites geográficos dos municípios brasileiros que foi a unidade de agregação utilizada nas pesquisas de origem e destino. Para a realização das simulações os centróides de cada zona foram definidos na localização da sede de cada município. A Figura 5.2 apresenta a representação gráfica das zonas de tráfego formadas pelos municípios brasileiros.

Dos 5.570 municípios brasileiros apenas 737 possuem deslocamentos como origem ou destino nas entrevistas realizadas na rodovia. Dessa forma, somente estas zonas foram utilizadas no processo de montagem da matriz e estão apresentadas no "Anexo I – Zonas de tráfego".

Figura 5.2 – Zonas de tráfego adotadas.

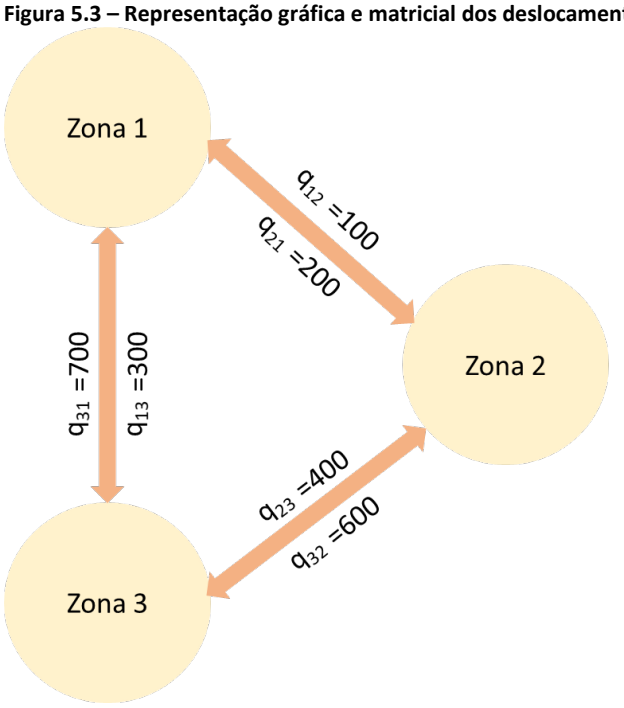


Fonte: Elaboração própria.

5.3 Matrizes de origem de destino

As matrizes de origem e destino são uma representação da demanda de tráfego. As linhas representam os locais de origem de deslocamento e as colunas representam os locais de destino. O valor das células da matriz representam o número de viagens entre um par origem e destino específico. As matrizes origem e destino podem ser tridimensionais. A terceira dimensão representa diferentes categorias de veículos ou usuários. As matrizes são de grande importância em um estudo de demanda pois são elas que determinam o número de deslocamentos entre as zonas de tráfego. A Figura 5.3 apresenta a representação gráfica e matricial dos deslocamentos em uma rede de simulação.

Figura 5.3 – Representação gráfica e matricial dos deslocamentos em uma rede de simulação.



O\D	1	2	3	Total Geradas
1	0	100	300	400
2	200	0	400	600
3	700	600	0	1300
Total Atraídas	900	700	700	

Fonte: Elaboração própria.

A matriz de origem e destino gerada a partir das entrevistas realizadas com os usuários da rodovia representa somente uma amostra das viagens observadas. Dessa forma, é necessário expandir a quantidade de entrevistas em cada ponto de pesquisa de forma que representem o total de deslocamentos. Para isso foi calculado um fator de expansão para cada ponto de contagem que representa a relação entre o VDMA e o total de entrevistas por categoria. O fator de expansão das entrevistas foi calculado segundo a expressão:

$$f_{exp} = \frac{VDMA}{\sum p_{ij}}$$

- f_{exp}= fator de expansão das entrevistas;
- VDMA = volume diário médio anual;
- p_{ij} = número de entrevistas entre os pares de origem (i) e destino (j);

As entrevistas foram agrupadas conforme a categoria veicular (automóveis, caminhões de carga leve, caminhões de carga média e caminhões de carga pesada) e os municípios de origem e destino e expandidas usando as contagens classificadas realizadas nos mesmos locais. Com isso foram geradas 4 matrizes de origem e destino (1 para cada categoria veicular) com cerca de 737 zonas de tráfego (cada zona corresponde a 1 município).

Foram usadas 3 fontes de dados para obtenção das matrizes de origem e destino:

- Pesquisas OD realizadas para este estudo;
- Pesquisas OD realizadas para o estudo da BR-364/BR-365;

- Pesquisas OD realizadas pelo DNIT para o Programa Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT).

A expansão das entrevistas OD realizadas para o presente estudo foram feitas usando as contagens realizadas em 2017 dessazonalizadas. Os fatores de expansão das entrevistas de Origem e Destino dos estudos da concessão das BR-364/BR-365 foram realizados utilizando as contagens dessazonalizadas daquele estud. A expansão das entrevistas das pesquisas realizadas pelo DNIT foi realizada utilizando as contagens realizadas simultaneamente às entrevistas (dessazonalizadas). Os fatores de expansão foram calculados para cada categoria. A Tabela 5.2 apresenta os fatores para as entrevistas ODs realizadas para este estudo e para os estudos da BR-364/BR-65. Os fatores de expansão das entrevistas do PNCT estão apresentados no Anexo II – Fatores de expansão das entrevistas do PNCT.

Tabela 5.2 –Fatores de expansão por ponto de contagem.

Fonte	Estado	Município	Rodovia	km	Código Ponto	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada
BR-364 BR-365	GO	Cachoeira Alta	BR-364	29	P5	3,58	2,07	3,61	3,07
	GO	Caçu	BR-364	97,3	P6	6,37	3,56	7,4	5,37
	GO	Jataí	BR-060	441,5	PE3	11,39	7,86	21,05	12,03
	GO	Jataí	BR-158	260	PE4	6,64	3,07	4,14	2,82
	GO	Jataí	BR-364	211,2	PE5	7,61	7,44	7,02	8,26
	GO	Naveslândia	BR-364	158,5	P7	2,08	2,28	4,95	3,28
	GO	Rio Verde	BR-452	22,6	PE2	10,13	5,06	9,1	6,02
	MG	Ituiutuba	BR-365	769,2	P3	7,77	2,71	4,44	3,35
	MG	Monte Alegre de Minas	BR-365	706,7	P2	14,11	7,36	11,1	8,15
	MG	Santa Vitória	BR-365	837,8	P4	3,61	2,65	3,56	2,35
	MG	Tupacigura	BR-452	81	PE1	6,33	1,85	2,11	1,65
	MG	Xapetuba	BR-365	652,5	P1	22,4	9,54	13,04	11,3
MS-306	MS	Chapadão do Sul	MS-306	90	C01	9,68	7,75	7,75	7,75
	MS	Cassilândia	MS-306	177,4	C02	4,36	6,7	6,7	6,7

Fonte: Estudo de Tráfego BR-364/365 e elaboração própria.

Além da expansão foi necessário corrigir as distorções na matriz O/D provocadas pelos pares duplos, ou seja, a contagem de uma mesma viagem nos dois pontos de pesquisa. Isso foi feito em duas etapas: inicialmente foram identificados (através de uma alocação de tráfego) os deslocamentos que poderiam ser capturados nos dois pontos de pesquisa. Os fatores de expansão desses deslocamentos foram divididos pelo número de pontos de contagem que os veículos cruzavam entre o seu local de origem e destino, sendo 1 se fossem capturados somente em um posto de pesquisa, 2 se fossem observados em 2 locais de entrevista, 3 se fossem observados em 3 pontos e assim por diante. Após essa adequação às matrizes foram alocadas na rede de transportes e ajustadas de forma a que os fluxos nos links dos pontos de contagem correspondessem aos VDMs de cada ponto.

5.4 Metodologia de alocação de tráfego

A alocação do tráfego foi realizada através do *software TransCAD,* utilizando o procedimento *Multimodal Muticlass Assignment* do programa *TransCAD*. Para essa alocação, foi usado o método *"Stocastic User Equilibrium"* ou equilíbrio do usuário estocástico. Esse método usa um algoritmo iterativo que muda os caminhos usados entre os diferentes pontos de origem e destino até "encontrar" uma situação em que nenhum "usuário" possa reduzir o seu tempo de deslocamento mudando a rota que utiliza. A primeira alocação é feita utilizando os tempos de percurso em condições de fluxo livre. Como a quantidade de veículos que trafegam na via influencia a velocidade de deslocamento e, em consequência, o tempo de percurso no link, a cada iteração, os tempos de viagem nos links são recalculados em função do volume que foi alocado no link na iteração anterior. Com isso, os caminhos mais rápidos entre os diferentes pares de origem e destino se modificam e os volumes nos links se alteram. O processo se repete até que os caminhos mínimos não se alterem, ou a variação de volume nos links seja inferior a um valor pré-estabelecido. O atributo estocástico modifica o procedimento de alocação considerando que diferentes usuários podem ter

percepções diferente dos tempos de percurso ou custos de diferentes rotas. Com isso, no lugar de um único caminho de menor custo, são gerados, a cada iteração, múltiplos caminhos, e a probabilidade de escolha de um caminho é inversamente proporcional ao tempo ou custo desse caminho.

Como a capacidade dos links é calculada em veículos por hora, a alocação foi realizada usando uma hora pico virtual que com um tráfego correspondente a 10% do VDM_A. Desta forma foi possível fazer uma alocação com restrição de capacidade o que não seria possível se fossem alocados os volumes totais diários. A adoção do pico de 10% é uma simplificação no processo de modelagem que é adotada quando a área geográfica da simulação é muito grande. Isso ocorre porque em uma rede de grandes dimensões os picos de tráfego não ocorrem em um mesmo horário e variam em intensidade e direção de fluxo.

A escolha dos caminhos mínimos é feita a partir da minimização de um único atributo, no caso deste estudo, foi adotado o custo generalizado como critério de minimização. O custo generalizado permite levar em conta a existência de pedágios ou outros custos monetários associados ao deslocamento por determinada rota, além dos tempos de percurso. O custo generalizado para trafegar em um *link* é definido pela equação a seguir.

$$GC_{OD}^{m} = \sum_{A_{OD}^{m}} \left\{ VOT^{m} . \left(T_0 + a \left(\frac{v}{c} \right)^{b} \right) + FT_a^m \right\} + \sum_{M_{OD}^{m}} MT_m^i$$

Onde:
GC_{OD}^{m} = custo generalizado entre uma origem e um destino para o modo m
m = modo
a = link
OD = origem-destino
A_{OD}^{m} = composição de links do caminho mais curto entre O e D para o modo m
VOT^{m} = valor do tempo para o modo m
T_0 = tempo de viagem no link em condições de fluxo livre
v =quantidade de veículos no link
c = capacidade do link
a,b = parâmetros relacionados com o tipo de link e as condições de velocidade
FT_a^m = pedágio fixo no link a para o modo m
M_{OD}^{m} = seleção de nós baseados nos pedágios entre a origem e o destino para o modo m
MT_m^i = valor do pedágio para a seção i, modo m

O valor do tempo dos usuários foi obtidos com base nos valores do tempo obtidos no estudo de Transporte Rodoviário e Aéreo do Estado de São Paulo realizadas pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo – ARTESP. A Tabela 5.3 apresenta o valor do tempo usados na alocação de veículos, que foram arredondados a partir dos resultados obtidos nos levantamentos de campo.

Tabela 5.3 – Parâmetros da função de custo generalizado.

Categoria	Valor do Tempo (R$/min)
Auto	0,517
Carga Leve	0,508
Carga Média	1,405
Carga Pesada	1,405

Fonte: Elaboração própria.

5.5 Calibração do modelo de alocação

A etapa de calibração do modelo é um passo fundamental no processo de modelagem. A calibração consiste no ajuste dos diversos parâmetros que compõem o modelo de tal forma que ele consiga reproduzir a realidade dentro de um grau de precisão compatível com o objetivo do estudo. A calibração do modelo é dividida em duas etapas principais: a calibração da rede e o ajuste das matrizes.

No processo de calibração da rede são ajustados os tempos e custos de deslocamento nos diversos links que compõem a rede de simulação de tal forma que seja possível reproduzir os tempos e custos observados. Nessa etapa, também são corrigidos eventuais erros de desenho da rede com a inclusão, exclusão ou modificação nos pontos de conexão e no traçado dos links físicos, centroides e links de transferência.

A calibração do modelo foi realizada ajustando os valores de capacidade e velocidade de percurso dos links da rede até que os volumes simulados com o modelo correspondessem aos valores observados em campo. O processo de calibração do modelo foi feito simultaneamente para as 4 matrizes correspondentes as categorias de veículos (automóveis, carga leve, carga média e carga pesada).

Para avaliar se o ajuste da matriz representa a circulação observada através das contagens de tráfego, foi realizado o teste do GEH, proposto por Geoffrey E. Havers, em 1970. O teste estatístico GEH permite comparar os volumes de tráfego estimados e contados. É uma variação do teste Qui-quadrado que incorpora tanto o erro absoluto quanto o erro relativo. A equação do teste GEH é a seguinte:

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (M - C)^2}{M + C}}$$

Onde:
M = fluxo obtido através da alocação;
C = fluxo observado através das contagens de tráfego.

A Tabela 5.4 apresenta a classificação do GEH, assim como os percentuais aceitáveis para cada faixa. Quanto maior o percentual nas classificações de menor faixa, mais ajustado se encontra o fluxo de tráfego alocado do contado.

Tabela 5.4 - Comparação entre o tráfego de automóveis observado e simulado

Classificação	Faixa	Descrição
A	GEH<5	Indica que a aproximação entre o volume alocado e o contado é muito boa
B	5≤ GEH < 10	Indica que a aproximação entre o volume alocado e o contado é boa
C	10≤GEH<12	Indica possível erro no modelo ou dados de campo inconsistentes; porém, é aceitável
D	GEH≥12	Alta probabilidade de erro no modelo ou dados de campo inconsistentes; não é aceitável

Fonte: Analytical Travel Forecasting Approaches for Project-Level Planning and Design - Transportation Research Board 2014.

A Tabela 5.5 apresenta a classificação pelo teste GEH da comparação entre os fluxos contados e alocados para os 3 *links* com contagem. Como pode ser observado o processo de calibração da matriz foi satisfatório já que em todos os postos de contagem e para todas as categorias de alocação o teste estatístico GEH resultou no melhorou resultado, indicando que a aproximação entre o volume alocado e o volume contado nos *links* foi muito boa.

Tabela 5.5 – Diferenças relativas entre os volumes observados e alocados.

Posto	Categoria	Contagem	Alocação	GEH	Classificação
201 Costa Rica Km 39	Auto	577	581	0,195	A
	Carga Leve	129	128	0,036	A
	Carga Média	68	70	0,157	A
	Carga Pesada	757	755	0,087	A
202 Chapadão do Sul Km 102	Auto	1.400	1.404	0,103	A
	Carga Leve	344	343	0,058	A
	Carga Média	103	106	0,242	A
	Carga Pesada	965	1.022	1,799	A
203 Cassilândia Km 182	Auto	837	843	0,200	A
	Carga Leve	234	243	0,616	A
	Carga Média	83	81	0,199	A
	Carga Pesada	963	1.011	1,541	A

Fonte: Elaboração própria.

5.6 Resultados da alocação de tráfego

A Figura 5.4 ilustra o resultados da alocação do tráfego para o cenário sem pedágio, expressos em termos de volume diário médio total (automóveis e veículos de carga). Como produto da alocação são obtidos os volumes de veículos em de todos os *links* que compõe a rede de transportes, sendo fundamentais os volumes ao longo dos trechos da concessão, pois são desejáveis para as análises de capacidade e nível de serviço. Além disso, é possível analisar os potenciais volumes pedagiados nos *links* onde estão previstas as futuras praças de pedágio.

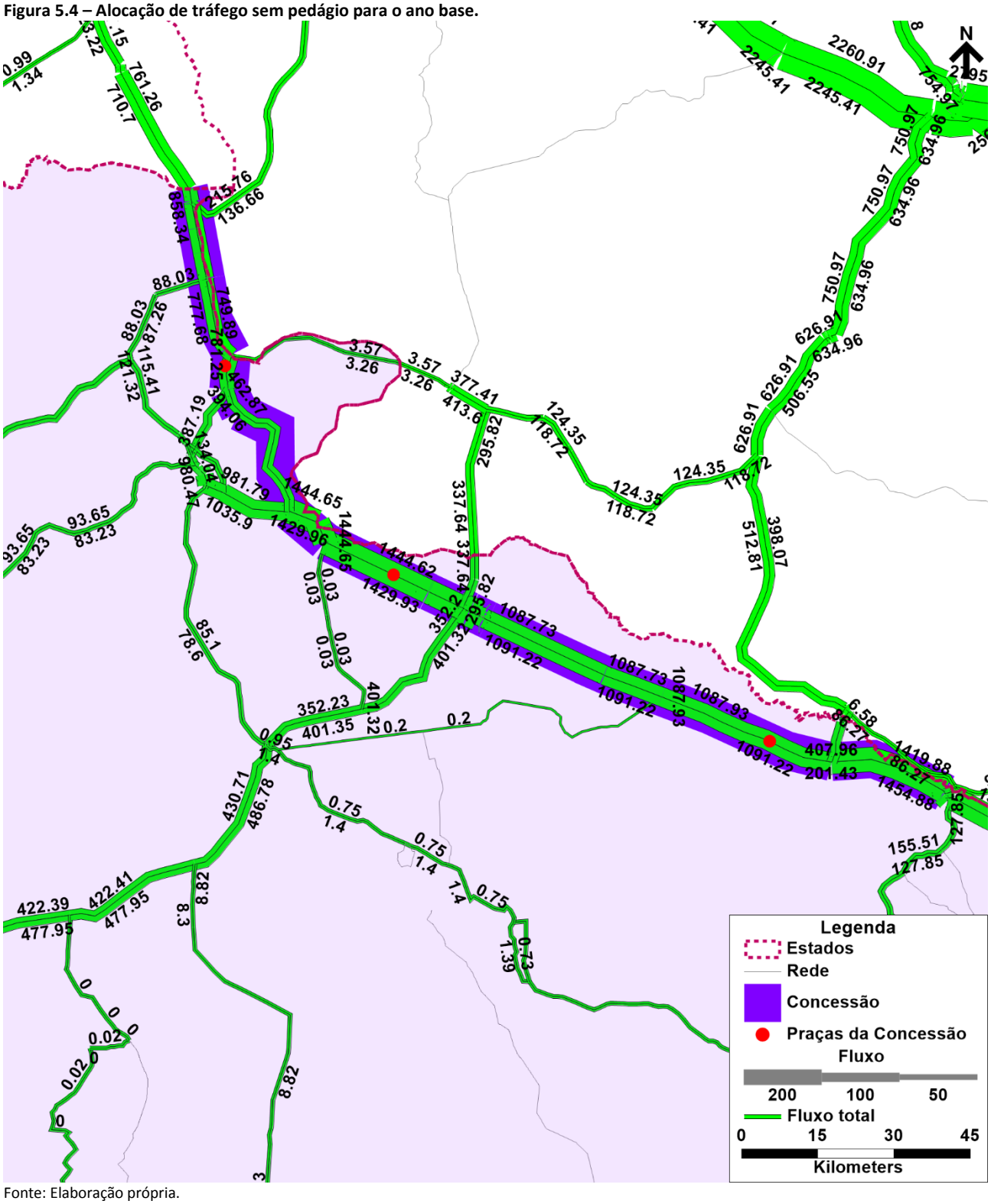
Na Tabela 5.6 estão apresentados os volumes para cada trecho homogêneo em termos de VDMa, VDMeq, VDMeqES e os VMDa por categoria de alocação. O VDMeq representa o volume de tráfego em termos de eixos equivalentes diários, obtidos pela ponderação dos volumes diários de cada categoria veicular pelos respectivos multiplicadores tarifários. Já o VDMeqES apresenta os volumes em termos de eixos equivalentes considerando o percentual de veículos de carga com eixos suspensos, baseado nas contagens classificadas de veículos realizados na etapa de levantamento de dados.

Tabela 5.6 - Volume médio anual ao longo da concessão para o ano base sem pedágio.

TH	Código SRE	VDMa	VDMeq	VDMeqES	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada
1	359BMS0030	358	1.481	1.395	78	109	5	166
2	306EMS0000	1.495	5.971	5.606	607	126	71	691
3	306EMS0026	1.713	6.668	6.271	661	227	68	757
4	306EMS0179	1.548	6.402	6.006	594	129	68	757
5	306EMS0340	1.555	6.409	6.013	601	129	68	757
6	306EMS0419	1.729	9.360	8.731	315	91	124	1.199
7	306EMS0471	1.729	9.360	8.731	315	91	124	1.199
8	306EMS0747	2.871	9.311	8.799	1.458	344	103	966
9	306EMS0853	2.871	9.311	8.799	1.458	344	103	966
10	306EMS0853	2.871	9.311	8.799	1.458	344	103	966
11	306EMS1153	3.721	11.797	11.171	1.785	632	139	1.165
12	306EMS1169	1.814	5.675	5.376	885	309	60	560
13	306EMS1213	2.154	8.342	7.843	875	245	79	955
14	306EMS1582	2.153	8.387	7.884	872	234	83	964
15	306EMS1943	2.828	11.950	11.210	996	288	133	1.411

Fonte: Elaboração própria.

Figura 5.4 – Alocação de tráfego sem pedágio para o ano base.



Fonte: Elaboração própria.

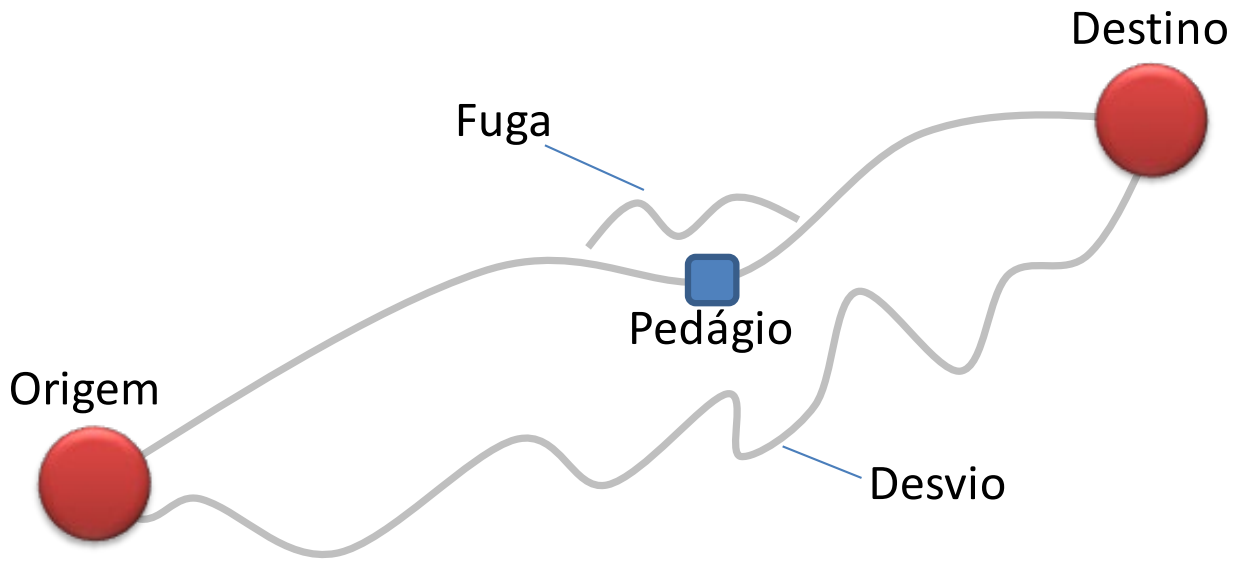
5.7 Modelo de fugas

Com a implantação do pedágio ocorrerão mudanças nos volumes de tráfego da rodovia e, em especial, nas praças de pedágio. Essas mudanças são decorrentes de dois fatores principais:

- Mudança das rodovias usadas pelos motoristas para se deslocar entre os pontos de origem e destino;
- Desvios curtos (fugas) para evitar a praça de pedágio.

Os 2 fatores dependem da existência de vias alternativas a rodovia principal e das diferenças de tempo e custo percebido entre a rodovia principal e as rodovias alternativas. A diferença ente os 2 fatores está representada na Figura 5.5.

Figura 5.5 - Exemplo de Rota de Fuga e Desvio de Rota.



Fonte: Elaboração própria.

No caso de implantação de novos pedágios ocorre uma redução do tráfego, mas no caso de pedágios em operação, se o pedágio futuro for inferior ao atual poderá ocorrer um incremento no tráfego. O efeito de cada fator sobre o tráfego futuro da rodovia foi analisado de forma independente.

A mudança de rotas foi considerada através de um modelo de simulação de tráfego usando o programa *TransCAD*. Esse modelo considerou os tempos de percurso na rede rodoviária, os custos dos pedágios futuros, uma vez que não existem pedágios ao longo do trecho estudado, e os valores do tempo das diferentes categorias veiculares.

A estimativa das fugas foi realizada de forma individual para cada praça de pedágio com base nos seguintes princípios:

1. Foram considerados como fugas os deslocamentos que realizam a maior parte do seu deslocamento na rodovia pedagiada e apenas usam outras vias nas imediações da praça de pedágio. Com isso, a fuga provoca apenas uma redução da arrecadação e não tem efeito sobre o nível de serviço ou com o desgaste de pavimento da rodovia.

2. A probabilidade de um veículo usar uma rota de fuga para não pagar o pedágio está relacionada com as seguintes variáveis:
   - Valor do pedágio. Quanto maior o valor, maior a probabilidade de usar a rota de fuga;

- Diferença de tempo de percurso entre a rota de fuga e a rota passando na rota de fuga. Quanto maior a diferença de tempo entre a rota de fuga e a rota pedagiada, menor a probabilidade de usar a rota de fuga;
- Condições de pavimento e traçado da rota de fuga. Quanto pior as condições do pavimento e do traçado da rota de fuga, menor a probabilidade de sua utilização;
- Frequência de realização da viagem. Quanto maior a frequência, maior a probabilidade de uso da rota de fuga;
- Renda do condutor do veículo de passeio. Quanto maior a renda, menor a probabilidade de usar a rota de fuga.
- Propriedade dos veículos de carga. Proprietários de veículos de carga têm maior probabilidade de usar a rota de fuga;
- Tipo de Carga. Veículos transportando cargas de maior valor têm menor probabilidade de usar a rota de fuga.

No caso deste estudo, o usuário poderá optar por trafegar pela MS-306 pagando o valor do pedágio, ou trafegar por vias alternativas, caso não esteja disposto a pagar a tarifa do pedágio. Para estimar esta probabilidade de escolha utilizou-se o modelo Logit de escolha de rotas, que é determinado segundo a seguinte expressão:

$$P_F = \frac{e^{U_F}}{e^{U_F} + e^{U_P}}$$

Onde:
P_F = probabilidade de escolha da rota de fuga
U_F = função utilidade da rota de fuga
U_P = função utilidade da rota pedagiada
e = base dos logaritmos naturais.

As funções de utilidade expressam o nível de satisfação dos usuários associados a uma dada alternativa em relação a outras opções existentes. No caso especifico deste estudo, a função utilidade da MS-306 apresenta a tendência do usuário em utilizar a rodovia pedagiada, com o incremento do custo da tarifa, mas com os benefícios das boas condições de trafegabilidade da estrada implementadas. Já a função de utilidade das rotas de fuga, leva em consideração o acréscimo de tempo no deslocamento, o estado de conservação precário das vias, mas também o fato da não necessidade de pagamento da tarifa. Dessa forma, é possível afirmar que as utilidade U_F e U_p são funções de "desutilidades" ou impedâncias que influenciam na escolha de rotas. A desutilidade da rodovia principal (U_P) é calculada da seguinte forma:

$U_P = a_1 \times \text{tarifa} + a_2$

Onde:
a_1 = coeficiente da tarifa do pedágio
tarifa = valor da tarifa de cada categoria
a_2 = constante do modelo
Já a função utilidade das rotas alternativas adotada neste foi determinada segundo a seguinte equação:

$U_F = b_1 \times \Delta\text{tempo} + c_1 \times \text{Condição do Pavimento}$

Onde:
b_1 = constante do acréscimo de tempo
Δtempo = acréscimo de tempo (minutos) entre a rota de fuga e a rota principal
c_1 = coeficiente da condição do pavimento

Condição do pavimento = variável *dummy* representativa do estado de conservação do pavimento da rota alternativa, sendo igual a 0 para estado ruim e igual 1 para estado bom de conservação

A Tabela 5.7 apresenta os coeficiente obtidos através para o modelo de escolha de rotas e que foram adotados no cálculo das probabilidade de fugas dos usuários para os automóveis e veículos de carga.

Tabela 5.7 – Resultado do modelos de fugas.

Veículo	Tempo (b_1)	Conservação (c_1)	Tarifa (a_1)	Constante	ρ^2
Auto	-0,035	0,569	-0,074	1,138	0,49
Carga	-0,022	0,598	-0,021	1,349	0,41

Fonte: Elaboração própria.

6 Determinação da localização das praças de pedágio

A determinação da localização e da quantidade de praças de pedágio foi realizada visando os seguintes objetivos:

1. Maximizar a receita;
2. Minimizar os custos de arrecadação;
3. Maximizar a equidade de cobrança.

A receita está relacionada diretamente ao volume de veículos e o valor da tarifa em cada praça de pedágio. O momento de transporte é uma proxy da receita. Quanto maior o momento de transporte, menor é a tarifa quilométrica necessária para cobrir os custos de investimento. O momento de transporte aumenta colocando praças onde o tráfego é maior e aumentando os trechos de cobertura das praças com maior volume. No entanto, muitas vezes as medidas adotadas para maximizar o momento de transporte tem efeito de aumentar a inequidade da cobrança.

Os custo de arrecadação estão relacionados a quantidade de praças de pedágio, o volume de tráfego em cada praça e a forma de coleta da tarifa. Quanto maior a quantidade de praças, maior os custos de arrecadação. Desta forma, geralmente ao aumentar a quantidade de praças, a eficiência da arrecadação diminui, pois uma parcela maior do que é arrecadado é usada para cobrir os custos de operação das praças.

A equidade de cobrança está é a relação entre o valor da tarifa paga e a distância percorrida dentro da concessão. O desejável é que o valor pago seja proporcionalmente dividido pela distância percorrida para todos os usuários. Deve se evitar que uma parcela significativa dos usuários percorra a rodovia sem pagar pedágio ou que paguem um valor de pedágio elevado para percorrer pequenas distâncias. O aumento da equidade está diretamente relacionado com a posição e quantidade de praças de pedágio. Na medida em que a quantidade de praças de pedágio aumenta, a equidade do sistema aumenta.

A dificuldade em encontrar a melhor solução para esse problema é que estes critérios são conflitantes. Ou seja, a solução que maximiza a receita, pode gerar inequidades e aumentar os custos de arrecadação. Da mesma forma, o aumento da equidade de cobrança (através do aumento na quantidade de praças) leva a um aumento nos custos de arrecadação. A redução dos custos de arrecadação (através da diminuição da quantidade de praças) pode produzir redução na receita. Por isso, a solução preferencial depende da importância relativa atribuída a cada um desses fatores.

Além dos objetivos descritos anteriormente, a escolha da localização das praças de pedágio deve seguir os seguintes critérios empíricos:

1. Manter um espaçamento homogêneo entre as praças de pedágio para que as tarifas cobradas sejam semelhantes;
2. Não implantar praças de pedágio próximas de centros urbanos para evitar taxar deslocamentos frequentes e de curta distância;
3. Implantar praças de pedágio próximas à divisa entre municípios para evitar taxar deslocamentos dentro de um mesmo município;
4. Não implantar praças de pedágio em áreas de conservação e preservação natural ou que apresentem riscos de contaminação ambiental;
5. Localizar as praças de pedágio próximas à barreiras naturais para minimizar a perda de receita por desvios ou fugas;
6. Não implantar praças de pedágio onde existam vias paralelas que possam ser usadas para evitar a praça;
7. Evitar a implantação de praças de pedágio e terrenos com declividades superiores a 1%;
8. Implantar praças de pedágio em tangentes com pelo menos 800 metros;

9. Não implantar praças de pedágio em trechos com obras de arte;
10. Não implantar praças de pedágio no trecho federal da concessão;
11. Respeitar uma distância mínima de praças de pedágio existentes ou em processo de implantação.

Com base nesses critérios foram avaliadas 2 alternativas, a primeira alternativa com 2 praças de pedágio e a segunda alternativa com 3 praças de pedágio. Não foram considerados cenários com 1 praça de pedágio porque o valor da tarifa seria muito elevado e a inequidade na cobrança seria extrema. Muitos veículos usariam a rodovia sem pagar tarifa e o a valor elevado da tarifa estimularia a realização de desvios. Não foram considerados cenários com 4 ou mais praças porque a eficiência de arrecadação seria reduzida. Além disso, como o trecho concedido tem poucos entroncamentos com outras rodovias e poucos núcleos urbanos nas suas proximidades, a renovação de tráfego entre as praças seria pequena, reduzindo assim os ganhos de equidade na cobrança.

6.1 Avaliação das alternativas com 2 e 3 praças de pedágio

A localização preliminar das praças de pedágio foi definida através da análise da localização dos núcleos urbanos, dos principais entroncamentos rodoviários ao longo da concessão. Posteriormente foi feita uma visita a campo para verificar as condições de topografia e traçado dos trechos previamente selecionados. Durante a visita aos trechos, também foi realizado um levantamento para identificar possíveis rotas de fuga. Após esses levantamentos a localização das praças foi ajustada visando eliminar as rotas de fuga e posicionar as praças em locais adequados para a sua construção.

A Tabela 6.1 apresenta a localização das praças nos dois cenários. Na tabela também estão indicados o município, o trecho do Sistema Rodoviário Estadual, o quilômetro da rodovia, o início, o final e a extensão do trecho de cobertura da praça e o valor base do pedágio. Para simplificar o processo de arrecadação foi adotado o mesmo valor para o pedágio de cada praça. Esse valor foi calculado através da equação a seguir:

$$VP = \frac{EC * TC}{N}$$

Onde:
VP = valor base do pedágio
EC = extensão da concessão
TC = tarifa quilométrica
N = quantidade de praças

Para os cálculos apresentados foi considerado que a tarifa quilométrica será de 0,1166 R$/km. Inicialmente a ideia era que os trechos de cobertura das praças fossem aproximadamente iguais. No entanto, na configuração com 2 praças de pedágio, em função dos entroncamentos rodoviários existentes, a praça de Chapadão do Sul foi deslocada em direção ao norte de tal forma que ela ficasse ao norte do entroncamento da MS-306 com a MS-425. Da mesma forma a praça de Costa Rica foi posicionada de tal forma que ela ficasse entre os entroncamentos da MS-306 com a BR-359. Com essas mudanças, no cenário com 2 praças o trecho de cobertura da praça de Chapadão do sul ficou maior do que o da praça de Cassilândia.

Uma vez definida a localização das praças de pedágio de forma a atender os critérios previamente definidos foi necessário melhorar a configuração para as praças de pedágio. A área de cobertura e localização das praças no cenário com duas praças de pedágio está indicado na Figura 6.1. A Figura 6.2 apresenta a mesma informação para o cenário com 3 praças de pedágio.

Tabela 6.1 – Cenários de localização das praças de pedágio.

Cenário	Praça	Município	SRE	Praça km	Inicio km	Fim km	Extensão km	Pedágio Valor de Referência
2 Praças	Praça 1	Chapadão do Sul	306EMS0747	78,4	0	128	129,4	R$ 12,75
	Praça 2	Cassilândia	306EMS1582	177,5	128	218,1	90,1	R$ 12,75
3 Praças	Praça 1	Costa Rica	306EMS0340	39	0	75,0	76,4	R$ 8,50
	Praça 2	Chapadão do Sul	306EMS0853	102	75,0	145,5	70,5	R$ 8,50
	Praça 3	Cassilândia	306EMS1582	182	145,5	218,1	72,6	R$ 8,50

Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.1 –Trechos de cobertura das praças no cenário com 2 praças de pedágio.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.2 –Trechos de cobertura das praças no cenário com 3 praças de pedágio.



Fonte: Elaboração própria.

A avaliação desses cenários foi realizada utilizando 3 critérios:

1. Momento de transporte;
2. Equidade de cobrança;
3. Eficiência.

Um quarto critério, que seria o ganho marginal de equidade e eficiência, que corresponderia ao ganho de equidade em relação a perda de eficiência com a adição de uma praça de pedágio não foi aplicado, pois este critério somente poderia ser aplicado se, além do cenários avaliados, também fossem considerados cenários com 1 ou com 4 ou mais praças de pedágio. Como cenários com 1 praça ou com mais de 3 praças foram descartados a priori, esse indicador não pode ser avaliado.

O momento de transporte é um indicador do potencial de receita de uma rodovia. Ele é o somatório do volume de veículos que passam por cada praça de pedágio multiplicado pela extensão do trecho de cobertura da praça. O trecho de cobertura de uma praça corresponde aos segmentos da rodovia que estão mais próximos dessa praça do que de qualquer outra.
O momento de transporte é calculado segundo a equação a seguir:

$$M = \sum_i V_i * EC_i$$

Onde:
M = Momento de transporte da rodovia (veículos.km)
V_i = Volume Médio Diário que passa pela praça "i" (VDMa)
EC_i = Distância de cobertura da praça "i" (km)

O momento de transportes foi calculado considerando o tráfego atual da rodovia considerando as contagens realizadas e as matrizes de origem e destino. A Tabela 6.2 apresenta os momentos de transporte para as alternativas com 2 e 3 praças. O alternativa com 2 praças apresenta um momento de transporte cerca de 10% maior do que alternativa com 3 praças. Isso ocorre porque no cenário com duas praças a área de contribuição da praça de Chapadão do Sul é maior e a praça de Costa Rica possui um volume de veículos menor e boa parte deles passa também pela praça de Chapadão do Sul.

Tabela 6.2 – Momento de transporte para as alternativas com 2 e 3 praças.

Cenário		Praça	Distância de Cobertura (km)	Volume pedagiado 2019 (VDMeq)	Momento (veicEq.km)
2 praças	P1	Chapadão do Sul	129,4	9.314	1.205.232
	P2	Cassilândia	90,1	8.394	756.299
Total			219,5	17.708	1.961.531
3 praças	P1	Costa Rica	76,4	6.406	489.418
	P2	Chapadão do Sul	70,5	9.314	656.637
	P3	Cassilândia	72,6	8.394	609.404
Total			219,5	24.114	1.755.460

Fonte: Elaboração própria.

A inequidade de cobrança mede a relação entre o valor pago pelo usuário e a distância percorrida dentro da concessão. Em uma situação de perfeita equidade a tarifa paga por cada usuário é igual ao valor da tarifa por quilômetro multiplicada pela distância percorrida dentro da concessão. Essa situação somente pode ser atingida em rodovias com controle de acesso em que é feito o registro do ponto de entrada e saída de cada veículo (através de transponders ou leitores de placas) e a cobrança é feita de acordo com a distância percorrida.

Como quase a totalidade das rodovias pedagiadas não possui controle de acesso e a tarifa é cobrada em postos fixos ao longo da rodovia, a tarifa paga é normalmente diferente do valor correspondente a distância percorrida dentro da rodovia. Isso gera uma inequidade entre os usuários. Alguns usuários percorrem um

trecho da rodovia sem passar por nenhuma praça de pedágio, enquanto outros usuários pagam pedágio para realizar deslocamentos curtos.

A solução mais simples para diminuir a inequidade é aumentar a quantidade de praças. No entanto, o aumento da quantidade de praças diminui a eficiência da arrecadação uma vez que parte dos custos arrecadados é usada para a manutenção da praça e em consequência leva a um aumento da tarifa quilométrica.

A inequidade para um deslocamento entre duas zonas de tráfego é definida pela equação a seguir:

$$I_{i,j} = \frac{T_{i,j}}{tc.EC_{i,j}}$$

Onde:
$I_{i,j}$ = inequidade para os deslocamentos entre as zonas "i" e "j"
$T_{i,j,p}$ = total de tarifa paga nas praças da concessão para se deslocar entre as zonas "i" e "j"
tc =tarifa quilométricas da concessão
$EC_{i,j}$ = distância percorrida nos segmentos da concessão para se deslocar entre as zonas "i" e "j"
A equidade é máxima quando o valor de "I" é igual a 1. Valores inferiores a 1 indicam que o usuário paga um valor menor do que o valor justo. Valores superiores a 1 indicam que o usuário pagou um valor superior ao valor justo.

O problema desse indicador é que ele é uma que não permite verificar a desigualdade entre os diferentes usuários da rodovia.

Por esse motivo a melhor alternativa para avaliar a inequidade de cobrança é aplicar o índice de Gini.
Para calcular o índice de Gini que pode ser calculado pela equação a seguir:

$$G = 1 - \sum_{i=1}^{n-1} (D_{i+1} - D_i).(R_{i+1} + R_i)$$

Onde:
G = Índice de Gini (0 = equidade total, 1 = inequidade total)
D_i = proporção acumulada da demanda
R_i = proporção acumulada da receita

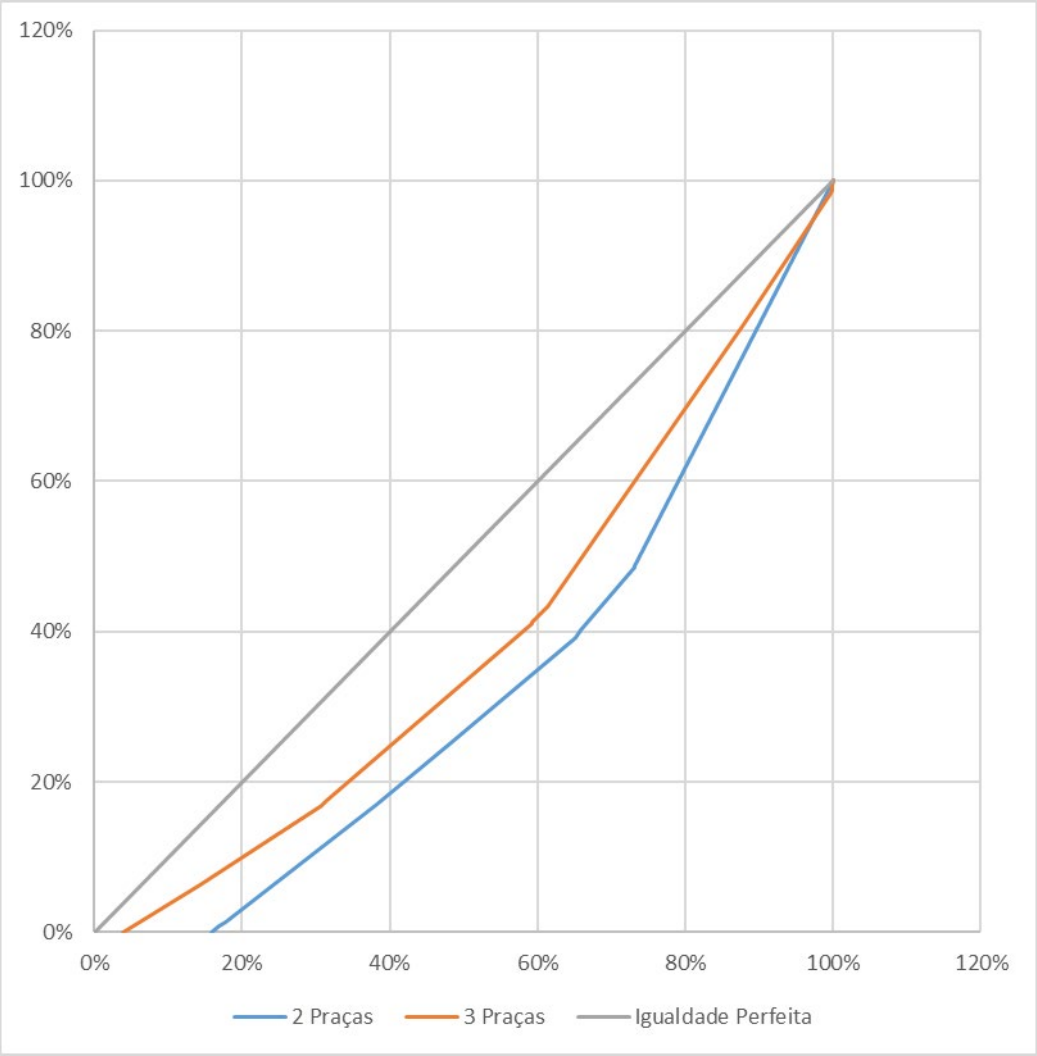
A Tabela 6.3 apresenta a inequidade total e o índice de Gini para as configurações com 2 e 3 praças de pedágio. A Figura 6.3 apresenta as curvas de demanda x receita para a situação com 2 e 3 praças de pedágio. Na figura também está indicada a reta que representa a situação de equidade perfeita. O índice de Gini equivale a 2 vezes a diferença entre a área sobre a reta de igualdade perfeita e a curva analisada. Quanto maior a concavidade da curva (e em consequência a diferença das áreas) maior a iniquidade. A introdução da terceira praça reduz significativamente a inequidade total. Da mesma forma, na configuração com 3 praças o índice de Gini é reduzido.

Tabela 6.3 – Inequidade total e índice de Gini para as alternativas com 2 e 3 praças

Indicador	2 praças	3 praças
Inequidade total	7.292	6.522
Índice de Gini	0,342	0,226

Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.3 – Curvas de inequidade.



Fonte: Elaboração própria.

A eficiência de arrecadação é a relação e a diferença entre a receita total e custo de arrecadação dividido pelo custo de arrecadação e pode ser medida pela equação a seguir:

$$E = \frac{RT - CA}{RT}$$

$$RT = 365.t \sum_{p} VDMeq_p . EC_p$$

$$CA = \sum_{p} CO_p$$

Onde:
E = Eficiência do sistema
RT = Receita total anual
CA = custo anual de arrecadação do sistema
t = tarifa quilométrica (0,1166 R$/km)
$VDMeq_p$ = Volume diário médio equivalente da praça “p”
EC_p = distância de cobertura da praça da praça “p”
CO_p = Custo anual de operação da praça “p”

Na concessão em estudo, apesar de haver diferenças de fluxo entre as praças, é possível considerar que os custos de operação das mesmas são semelhantes. Apenas para efeito do cálculo da eficiência o custo operacional anual por praça foi fixado em R$ 2.000.000,00.

A Tabela 6.4 apresenta a eficiência de arrecadação para base nos valores apresentados. Como esperado a alternativa com 2 praças se mostra mais eficiente do que a alternativa com 3 praças, no entanto a perda de eficiência é relativamente pequena.

Tabela 6.4 – Eficiência de arrecadação transporte para as alternativas com 2 e 3 praças.

Indicador	2 Praças	3 Praças
Momento	1.961.531	1.755.460
Receita Total	R$ 71.097.620,00	R$ 64.251.753,00
Custo Arrecadação	R$ 4.000.000,00	R$ 6.000.000,00
Eficiência	94,37%	90,66%

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 6.5 apresenta o resumo dos indicadores de performance para as alternativas com 2 e 3 praças de pedágio. Apesar da alternativa com 2 praças ter apresentado melhor performance em 2 indicadores (momento de transporte e eficiência de arrecadação), as diferenças de performance foram relativamente pequenas. A configuração com 3 praças apresentou uma redução expressiva na inequidade de cobrança. Por esse motivo foi considerado que o modelo com 3 praças é o mais adequado para concessão.

Tabela 6.5 – Resumo dos indicadores de performance para as alternativas com 2 e 3 praças.

Indicador	2 Praças	3 Praças
Momento de transporte	1.961.531	1.755.460
Índice de Gini	0,342	0,226
Eficiência de arrecadação	94,37%	90,66%

Fonte: Elaboração própria.

6.2 Localização das praças de pedágio

A Tabela 6.6 e a Figura 6.4 apresentam a localização proposta paras as praças de pedágio da concessão. A localização proposta fica longe de centros urbanos, minimiza a inequidade de cobrança e diminui a possibilidade de fugas e desvios.

Tabela 6.6 – Localização das praças de pedágio propostas.

Praça	km	Município	TH	Código SER
Praça 1	39,0	Costa Rica	5	306EMS0340
Praça 2	102,0	Chapadão do Sul	10	306EMS0853
Praça 3	182,0	Cassilândia	15	306EMS1582

Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.4 – Localização das praças de pedágio propostas.



Fonte: Elaboração própria

6.3 Identificação das rotas de fuga

Um dos fatores determinantes para a localização das praças de pedágio foi a redução ou eliminação das rotas de fuga. A identificação das rotas de fuga foi realizada inicialmente a partir da análise de mapas rodoviários e do Google Earth, já considerando as possíveis localizações das praças de pedágio da concessão. Após este passo, as principais rotas foram vistoriadas em campo e foram levantadas as seguintes informações:

- Diferença entre a distância percorrida na rota de fuga e na rodovia principal;
- Diferença de tempos entre o deslocamento pela rota de fuga e pra rodovia principal;
- Condições da rodovia principal;
- Tipo de pavimento e condições de trafegabilidade das rotas de fuga;
- Levantamento de elementos que dificultem a passagem de veículos pelas rotas de fugas (porteiras, rios, pontes estreitas, estrutura ferroviária);
- Facilidade do usuário da rodovia identificar as rotas de fugas facilmente.

Para os levantamentos foram utilizados equipamentos com rastreamento por satélite (GPS), por onde foram possível estimar os tempos, distâncias e velocidades de cada rota levantada. Além disso, foi utilizado uma câmera fotográfica também equipada com GPS onde as fotos eram georreferenciadas no momento em que foram tiradas, o que evitou qualquer problema de identificação dos locais analisados no processamento feito a posteriori no escritório.

Ao longo da rodovia praticamente não existem estradas vicinais que possam ser usadas para desviar das praças de pedágio. No entanto as lavouras lindeiras à rodovia possuem diversas vias de serviço que tem o potencial de serem usadas como rotas de fuga caso não existam ou sejam implantados bloqueios.

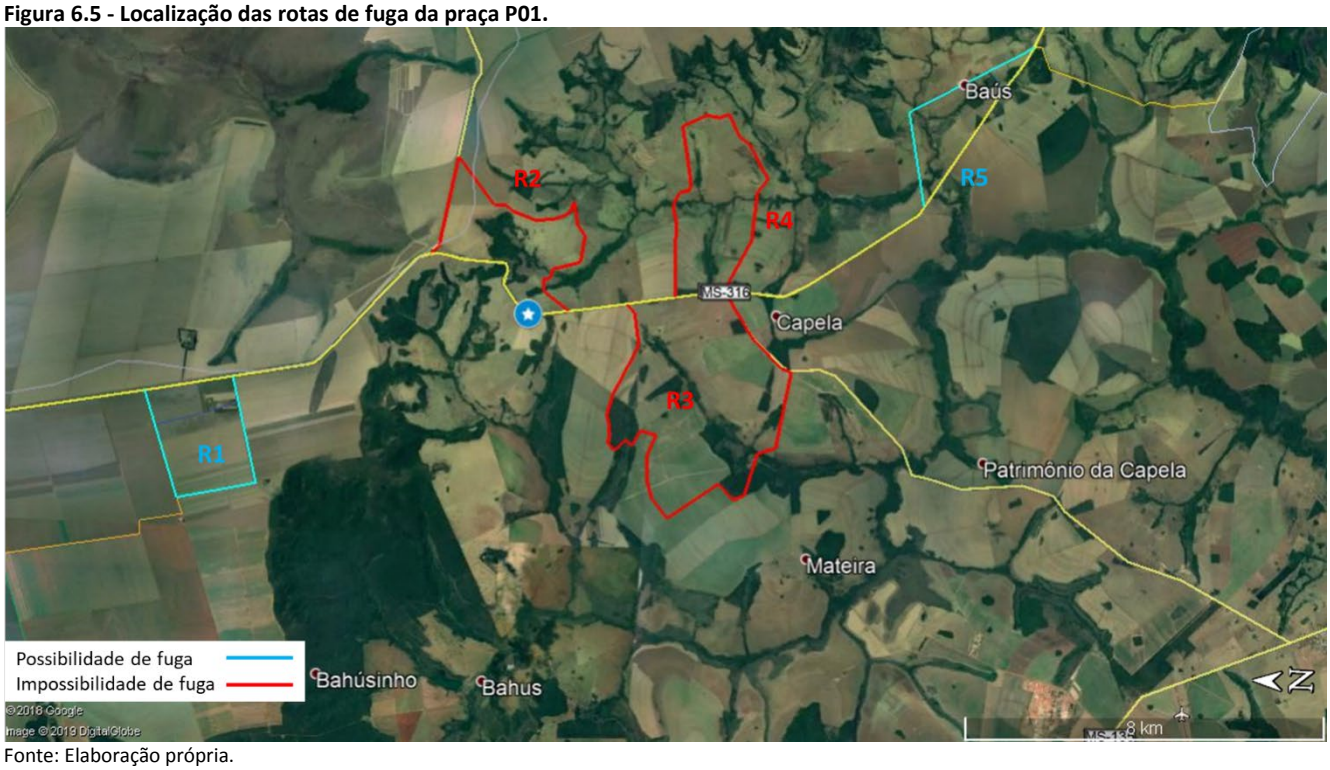
No local proposto para a Praça P01, localizada no município de Costa Rica, não foram observadas muitas possibilidades de fugas. A Figura 6.5 apresenta três situações de rotas bloqueadas por conta de propriedades

privadas e uma alternativa de rota de fuga que pode ser facilmente bloqueada, pois se encontra entre plantações. A Figura 6.6 apresenta as condições das possíveis rotas de fuga identificadas.

A Figura 6.7 apresenta as fugas para a praça de pedágio de Chapadão do Sul. Apesar da existência da linha férrea cujo traçado está localizado paralelo à rodovia e normalmente serve como barreira de transposição, existem diversos acessos às plantações lindeiras à rodovia. A maioria das rotas apresentam boas condições em dias secos, porém em dias chuvosos podem apresentar deformações e possibilitarem o tráfego somente em velocidades mais baixas, com possíveis riscos de atolamento. As condições de algumas rotas estão apresentadas na Figura 6.8.

As possíveis rotas alternativas para a evasão da praça P03, estabelecida em Cassilândia estão apresentadas na Figura 6.9. Das 7 rotas levantadas, somente uma apresenta possibilidade de fuga. Entretanto, esta rota apresenta condições ruins a péssimas de trafegabilidade, com trechos com vegetação alta e intransitável em dias mais chuvosos, com grande acumulo de água. As demais rotas são todas bloqueadas por porteiras nos acessos das propriedades privadas, como apresentado na Figura 6.10.

Figura 6.5 - Localização das rotas de fuga da praça P01.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.6 – Imagens das rotas de fuga da praça P01.



na Rota R1.



Bloqueio na Rota R2.

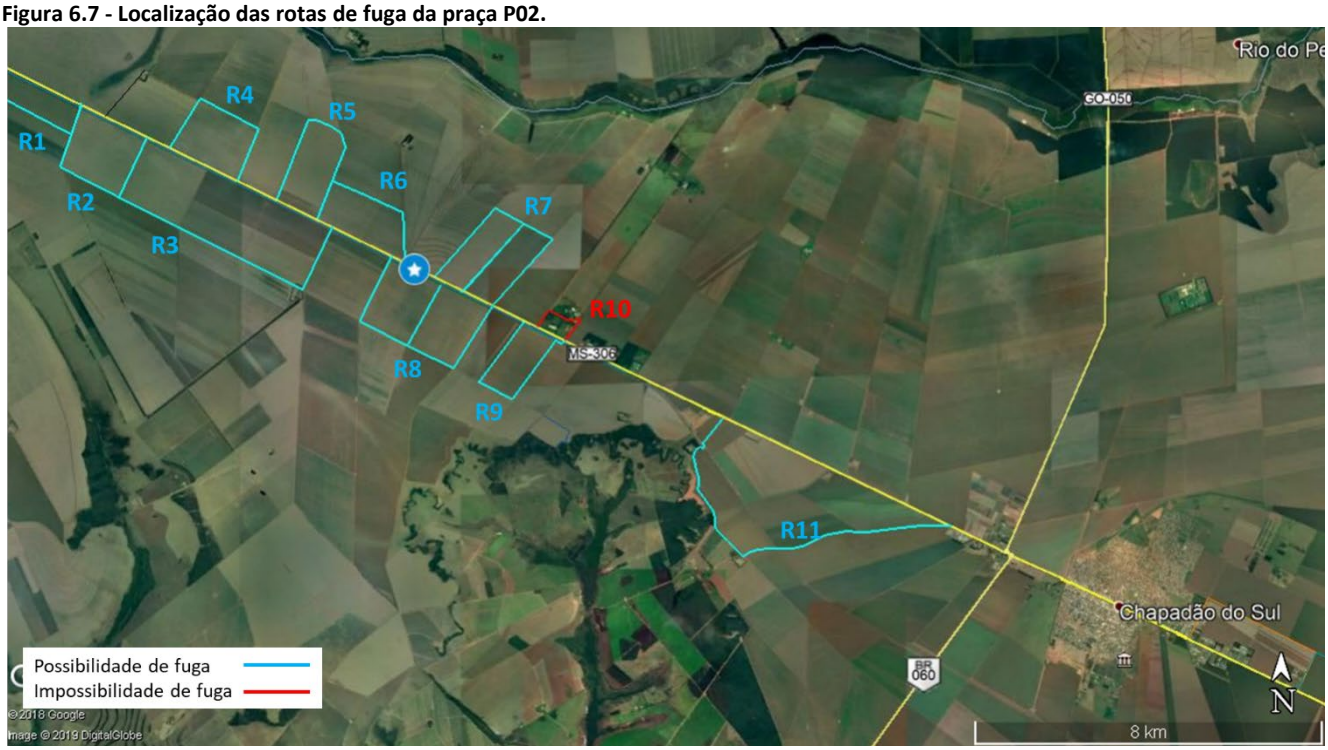


Bloqueio na Rota R3.

Bloqueio na Rota R4.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.7 - Localização das rotas de fuga da praça P02.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.8 – Imagens das rotas de fuga da praça P02.





Rota R4



Rota R3

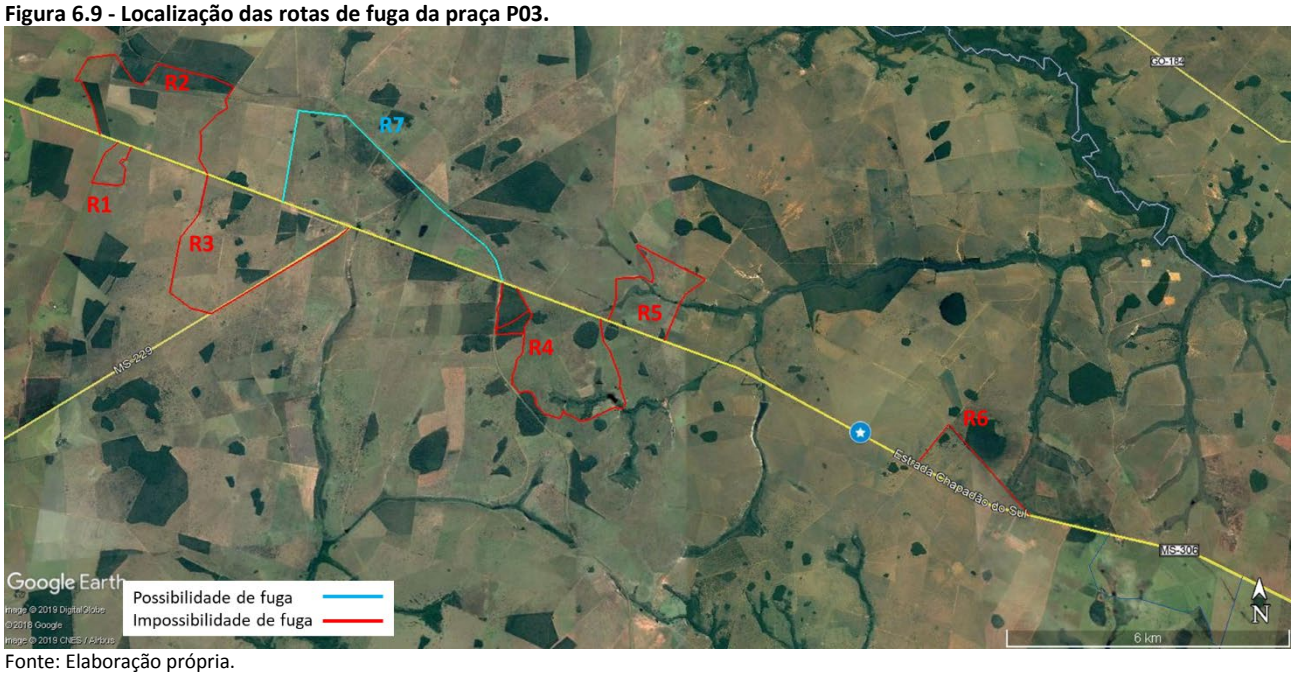


Rota R7

Rota 11

Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.9 - Localização das rotas de fuga da praça P03.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.10 – Imagens das rotas de fuga da praça P03.



Bloqueio na Rota R1



Bloqueio na Rota R3



Rota R7

Fonte: Elaboração própria.

As características das possíveis rotas de fuga estão apresentadas na Tabela 6.7. Nessa tabela estão indicadas as diferenças entre os tempos de percurso e distância entre a MS-306 e as rotas alternativas. A posição das praças foi definida de forma a que não houvesse atualmente nenhuma rota de fuga em condições de uso. No entanto, principalmente nas proximidades das praças de Chapadão do Sul (P2) existem diversos trechos com possibilidades de fuga.

A praça P02 é a praça com mais possibilidades de fugas no seu entorno. As diferenças de tempos também são baixas o que incentivariam o usuário a utilizar as rotas de fuga. Entretanto, as vias alternativas são vias sem pavimentação que se encontram entre plantações agrícolas no entorno da rodovia e não possuem nenhum tipo de sinalização, ou seja, somente deverão ser utilizadas por usuários que conhecem o local muito bem. Além disso, caso as rotas sejam popularizadas pelos usuários mais frequentes o trafego pode aumentar de forma que obrigue os proprietários das áreas a cercarem e instalarem controles de acesso para diminuir o trafego nas áreas internas das terras, e assim, eliminando a possibilidade de fuga na região.

A praça P03 já possui em sua maioria controle de acessos para as fazendas na área lindeira, o que dificulta a abertura de outras alternativas, uma vez que os terrenos já possuem cercamento. Vale ressaltar que o terreno da região é propício para a abertura de novas alternativas.

Tabela 6.7– Características das rotas de fuga.

Praça	Trecho	Distância (km)		Tempo (min)		Pavimento		Condição		Δt
		Rodovia	Fuga	Rodovia	Fuga	Rodovia	Fuga	Rodovia	Fuga	
P01	Rota 01	2,12	6,8	1,6	6,8	Asfalto	Terra	Boa	Boa	5,2
P02	Rota 01	3,1	4,5	2,3	5,4	Asfalto	Terra	Boa	Boa/Ruim	3,1
	Rota 02	1,6	4,6	1,2	3,9	Asfalto	Terra	Boa	Boa	2,7
	Rota 04	1,8	4,2	1,4	4,2	Asfalto	Terra	Boa	Boa	2,9
	Rota 03	4,73	7,9	3,5	6,8	Asfalto	Terra	Boa	Boa	3,2
	Rota 05	1,1	4,5	0,8	6,8	Asfalto	Terra	Boa	Ruim	5,9
	Rota 06	2,28	3,9	1,7	4,7	Asfalto	Terra	Boa	Boa	3,0
	Rota 07	0,8	5	0,6	5,0	Asfalto	Terra	Boa	Boa	4,4
	Rota 08	1,4	4,5	1,1	4,5	Asfalto	Terra	Boa	Boa	3,5
	Rota 09	1,1	4,5	0,8	5,4	Asfalto	Terra	Boa	Boa	4,6
	Rota 07	5,64	9,5	4,2	19,0	Asfalto	Terra	Boa	Ruim/Péssima	14,8

Praça	Trecho	Distância (km)		Tempo (min)		Pavimento		Condição		Δt
		Rodovia	Fuga	Rodovia	Fuga	Rodovia	Fuga	Rodovia	Fuga	
P03	Rota 11	5,83	8,8	4,4	8,8	Asfalto	Terra	Boa	Boa	4,4

Fonte: Elaboração própria.

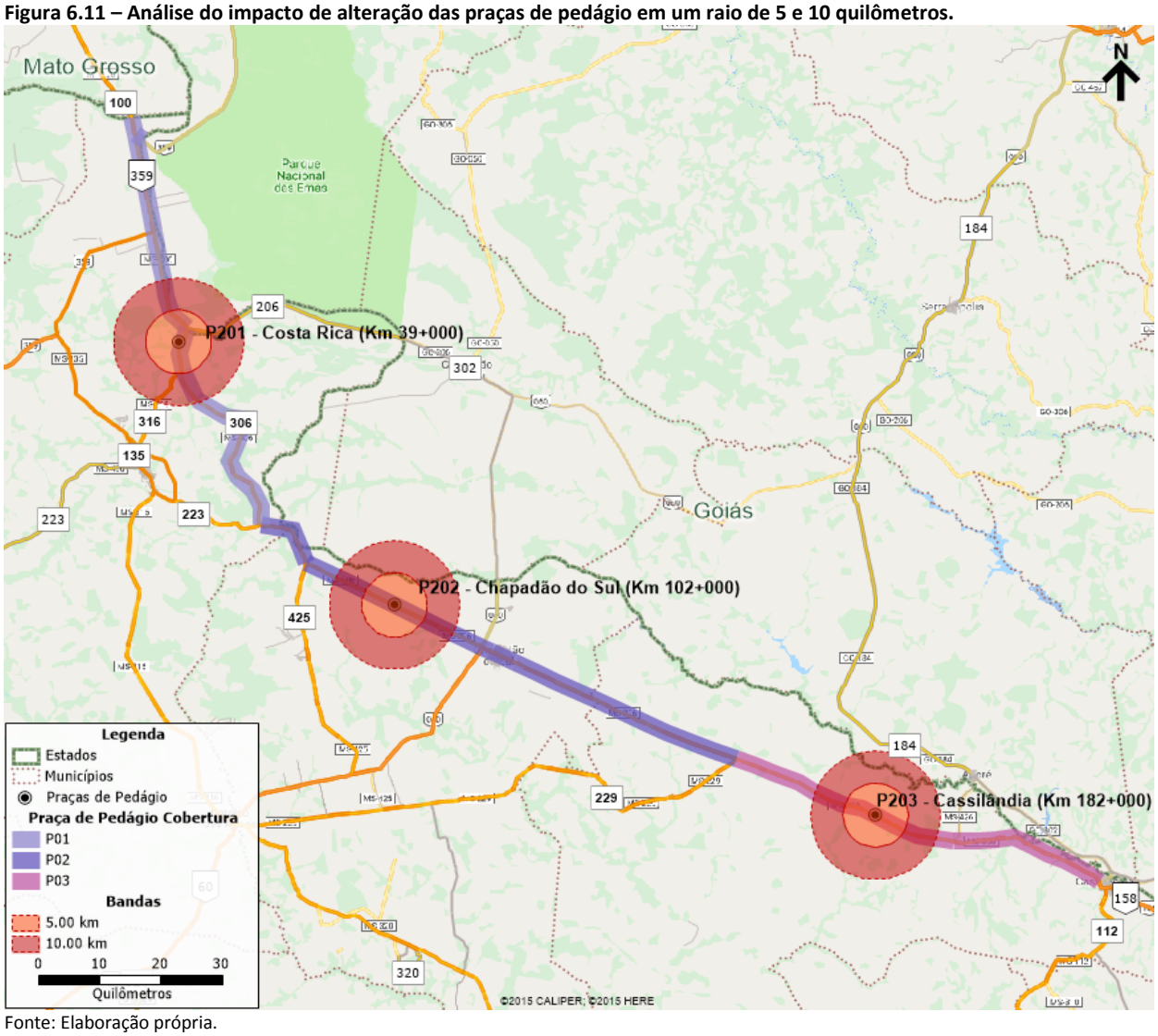
6.4 Análise de sensibilidade na localização das praças

A determinação das praças foi feita de modo a evitar ou minimizar qualquer desvio por rotas alternativas. Para isso foram consideradas três principais soluções técnicas:

- Não implantar praças de pedágio próximas de centros urbanos;
- Localizar as praças de pedágio próximas à barreiras naturais;
- Não implantar praças de pedágio onde existam vias paralelas que possam ser usadas para evitar a praça.

Os levantamentos de campo feitos apontam que a localização indicada é a melhor solução de implantação das praças. Os deslocamentos das praças poderiam ocasionar perdas de tráfego, principalmente na praça P02 onde ao longo da rodovia existem muitos acessos que poderiam ser utilizados como rotas de fugas. A Figura 6.11 apresenta um mapa com a localização proposta das 3 praças de pedágio com bandas de 5 e 10 quilômetros que representam a área de influência de 5 quilômetros, para mais e para menos, dos locais indicados para as praças de pedágio.

Figura 6.11 – Análise do impacto de alteração das praças de pedágio em um raio de 5 e 10 quilômetros.



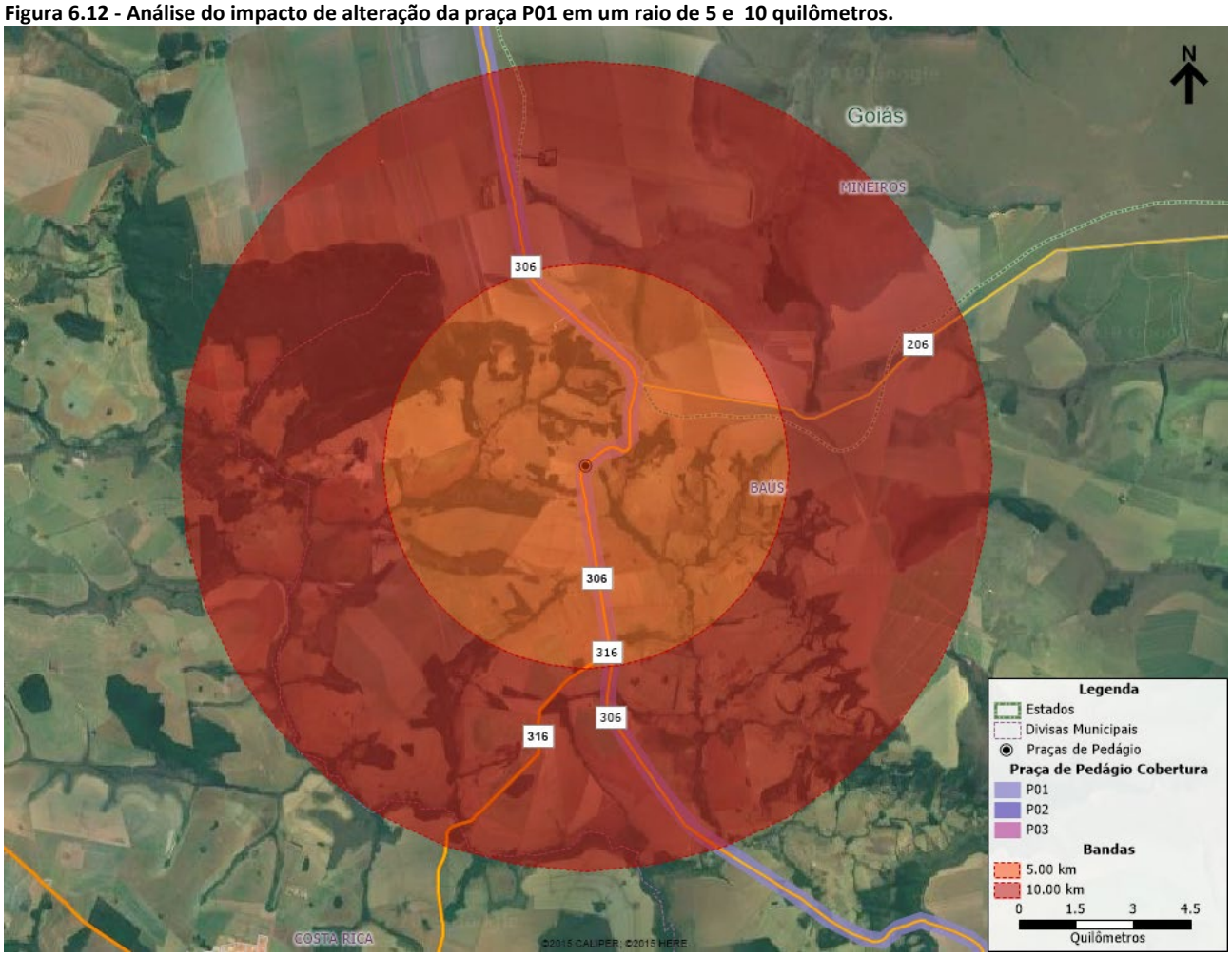
Fonte: Elaboração própria.

O detalhe para a praça localizada no município de Costa Rica (P01) é apresentada Figura 6.12. O deslocamento de 5 quilômetros para o sul, tendo como referência a configuração proposta, alcançaria o entroncamento com a MS-316. Dessa forma, a demanda oriunda dessa rodovia com destino ao norte seria perdida, caso a localização da praça fosse modificada e ultrapassasse esse entroncamento. No entanto, na configuração proposta os veículos oriundos do leste pela rodovia MS-306 com destino à Costa Rica, pela rodovia BR-316, não passam pelo pedágio. Caso a praça fosse deslocada para leste do entroncamento da MS-316, essa demanda seria captada.

Além disso, caso a praça fosse deslocada em menos de 5 km, ficaria localizada no meio de uma rota de fuga potencial. Entretanto, como descrito anteriormente essa rota de fuga se encontra em condições ruins de trafegabilidade e não resultaria em perdas significativas de tráfego.

Deslocamentos em direção ao norte acima de 5 km poderiam causar prejuízos uma vez que a praça seria localizada ao norte do entroncamento com a rodovia GO-206. Atualmente essa rodovia não possui pavimentação, e a demanda não é significativa. No entanto, é uma rota potencial entre os município de Chapadão do Céu e Costa Rica.

Figura 6.12 - Análise do impacto de alteração da praça P01 em um raio de 5 e 10 quilômetros.

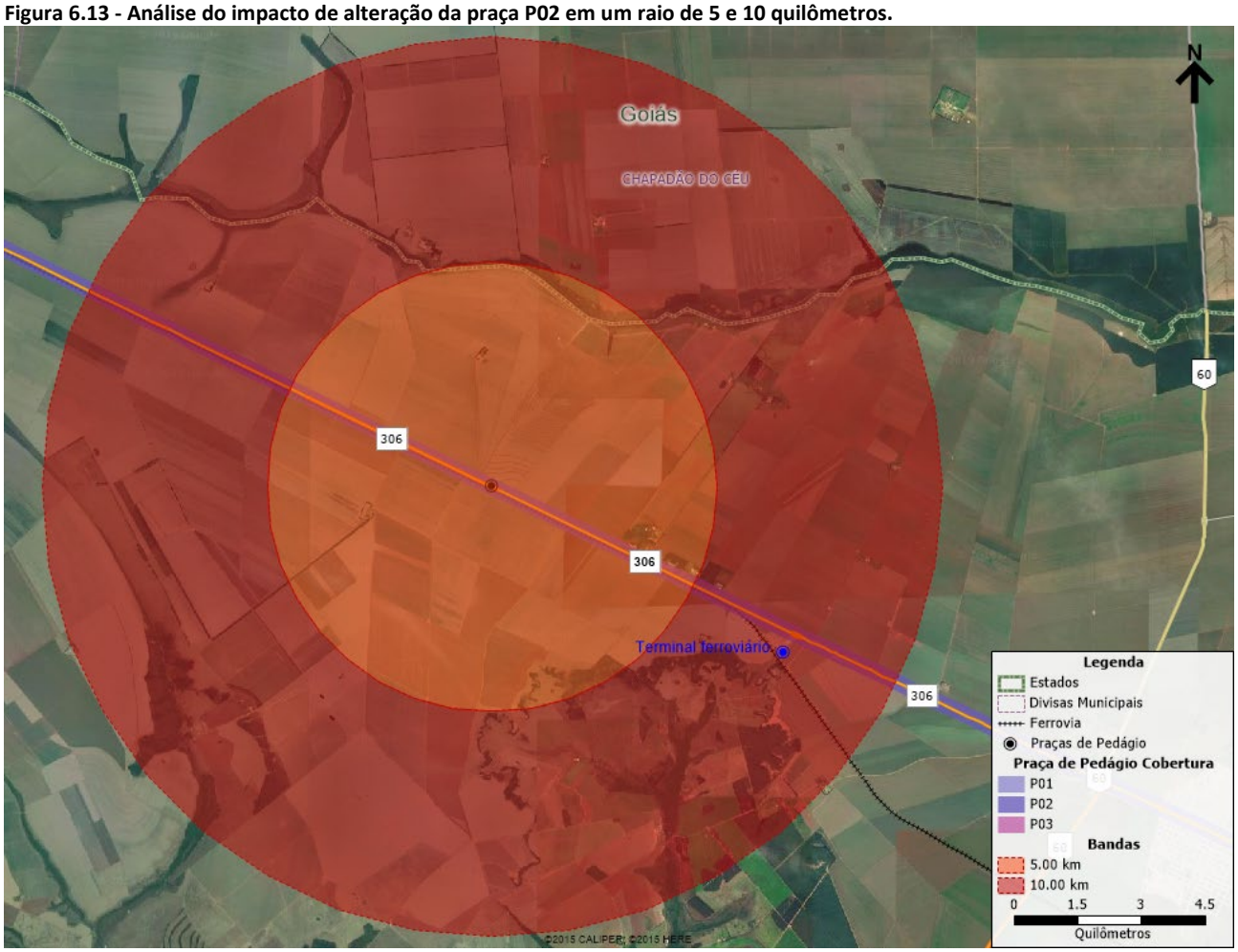


Fonte: Elaboração própria.

A Figura 6.13 apresenta o detalhe para a praça localizada no município de Chapadão do Sul. A alteração dessa praça para mais ou para menos de 5 quilômetros poderia causar perda de receita uma vez que a localização da praça foi escolhido para evitar as diversas potenciais rotas de fuga existente na região. No entanto, é importante observar que, deslocando a praça em 5 quilômetros em direção ao sul, a praça continuaria relativamente distante da área urbana de Chapadão do Sul, evitando perda de receita devido às inúmeras vias que poderiam ser utilizadas como rotas de fuga.

Além disso, é importante mencionar que a localização da praça foi escolhida para estar localizada à norte do entroncamento de acesso para o terminal ferroviário de Chapadão do Sul, para minimizar o impacto da praça sobre os deslocamentos de curta distância gerados na sede desse município.

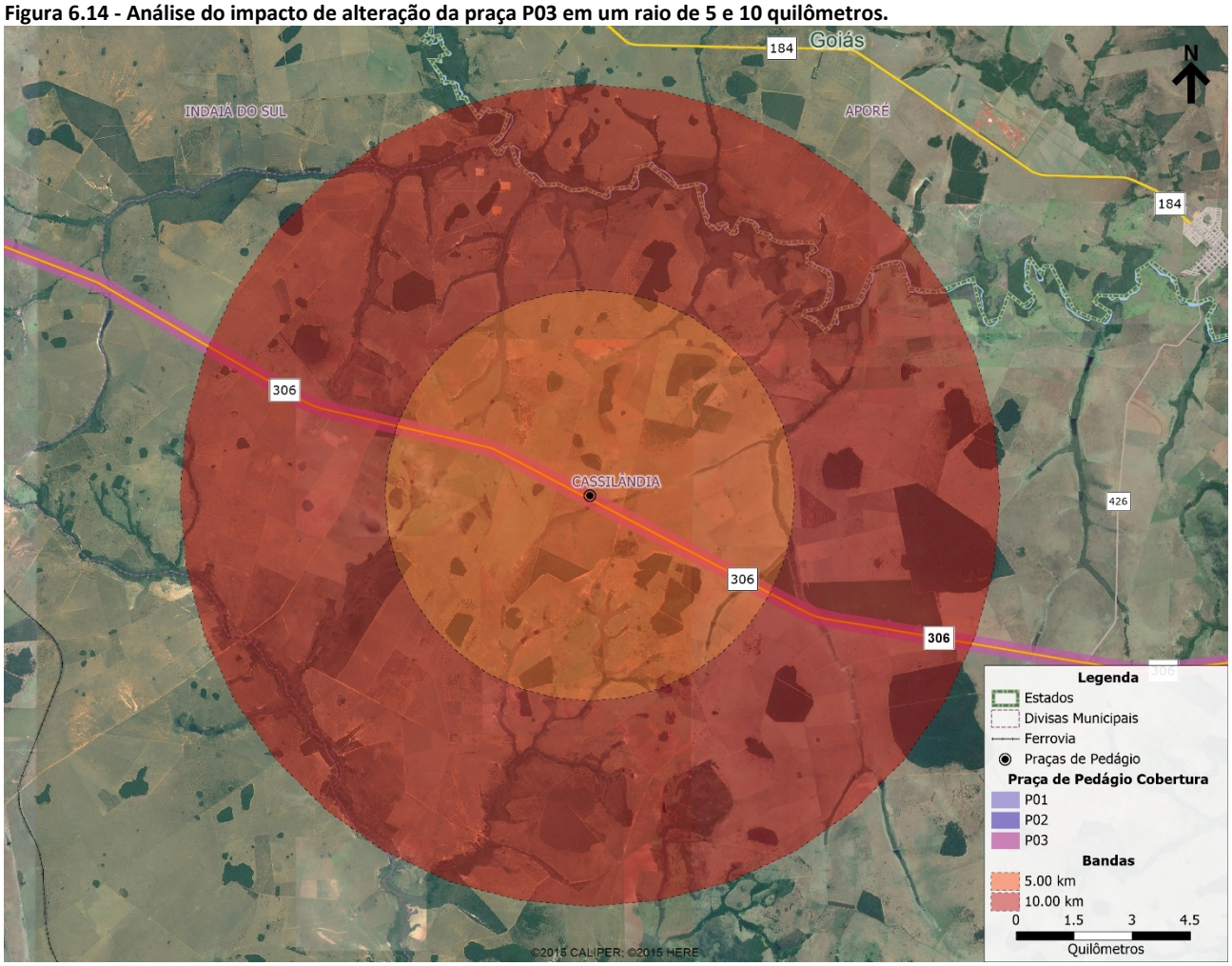
Figura 6.13 - Análise do impacto de alteração da praça P02 em um raio de 5 e 10 quilômetros.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 6.14 são apresentados as bandas de deslocamento de 5 e 10 quilômetros para a Praça 03, localizada em Cassilândia. Dentro dos limites analisados não há nenhuma interseção com outra rodovia importante, ou seja, o deslocamento da praça não resultaria em perdas significativas de tráfego, com exceção das rotas de fugas locais. Entretanto, como descrito anteriormente nessa região existe somente uma potencial rota de fuga, que se encontra em condições ruins de trafegabilidade. Dessa forma, a realocação da praça no intervalo de 5 quilômetros não deverá trazer perdas no tráfego da praça.

Figura 6.14 - Análise do impacto de alteração da praça P03 em um raio de 5 e 10 quilômetros.



Fonte: Elaboração própria.

6.5 Avaliação da cobrança diferenciada ao longo do dia

As características da rodovia e o perfil da demanda não indicam vantagens em alterar o valor da tarifa de pedágio ao longo do dia.

A cobrança diferenciada nas praças de pedágio ao longo do dia é recomendada para os locais onde o volume de tráfego na horário pico é muito expressivo em relação aos demais horários. Essa medida tem como objetivo diluir a concentração do volume de tráfego nessas horas para reduzir os problemas de capacidade na rodovia, reduzir o custo operacional das praças de pedágio, entre outros. Além disso, essa medida é eficaz apenas em praças de pedágio próximas à centros urbanos onde uma parcela significativa dos usuários realiza deslocamentos de curta distância e pode decidir o horário de passagem pela praça.

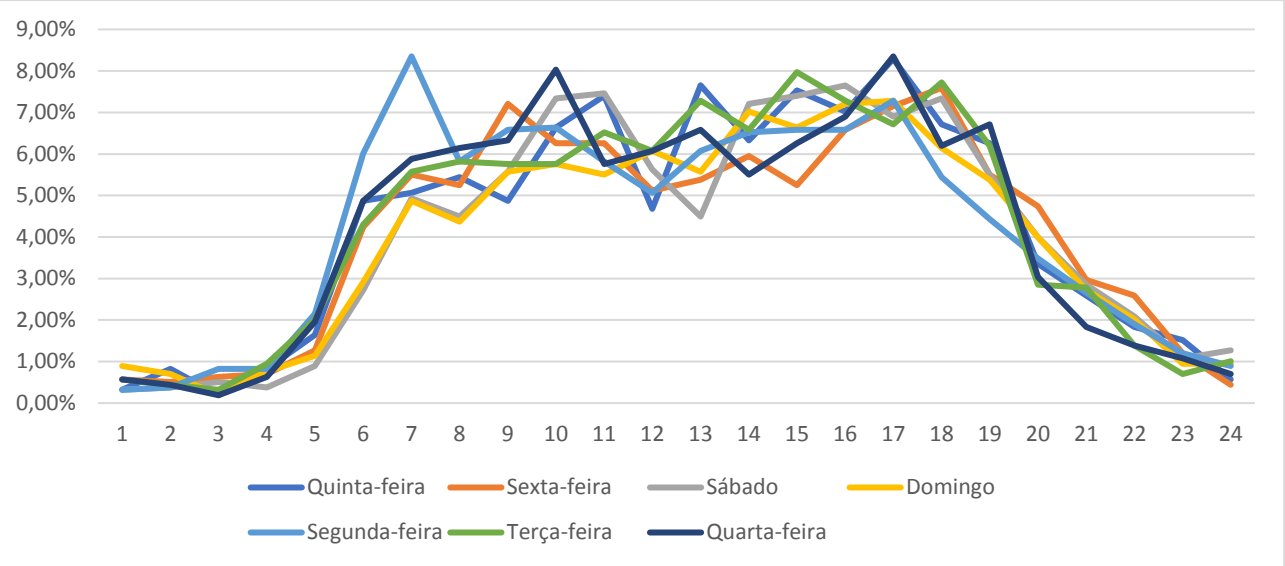
Para verificar a necessidade de implantar cobrança diferenciada nas praças de pedágio propostas para a concessão em estudo, foram analisados os perfis de tráfego nos pontos de contagens. A Figura 6.15 apresenta estes dados para o ponto de pesquisa em Costa Rica,. A Figura 6.16 e a Figura 6.17 apresentam as mesmas informações para os pontos de pesquisa em Chapadão do Sul e Cassilândia, respectivamente.

Apesar da existência de picos e da oscilação dos volumes ao longo do dia, não há picos de demanda muito expressivos. Para todos os pontos de pesquisa, o percentual horário máximo de tráfego observado foi inferior a 9%. Em Costa Rica, o valor máximo observado foi de 8,4%, em Chapadão do Sul, 8,5% e em Cassilândia,

8,7%, todos muito próximos do valor padrão do DNIT adotado para o volume da 50ª hora em rodovias rurais(8,5%).

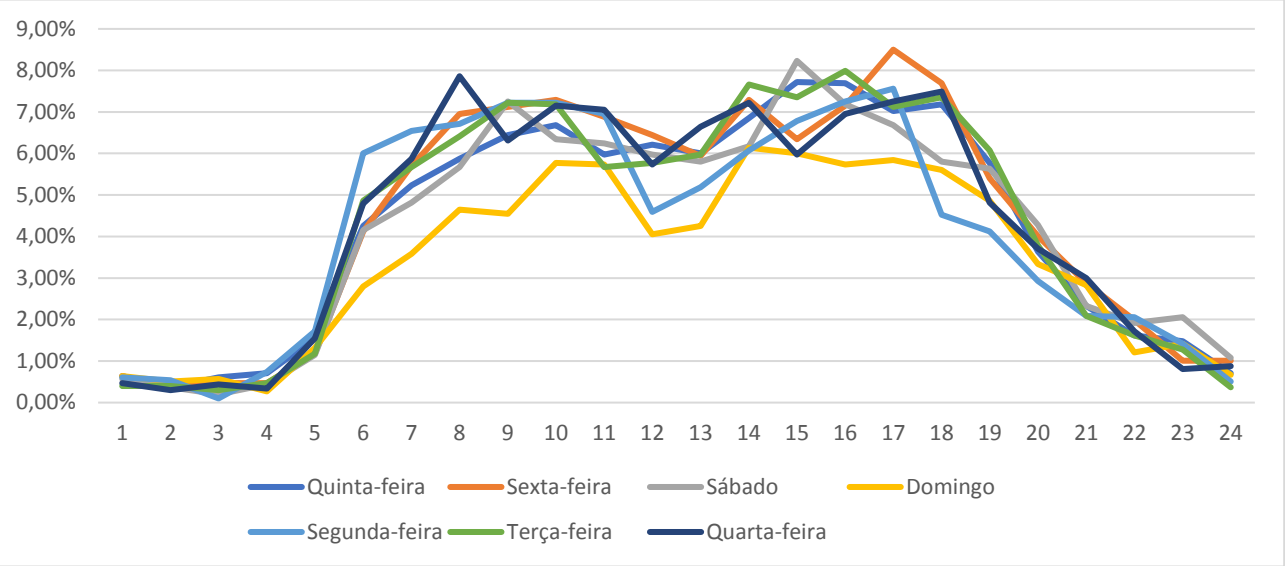
Como não existem picos concentrados nem restrições de capacidade nos locais das futuras praças de pedágio, a implantação da cobrança diferenciada não traria benefícios operacionais ou melhoras na receita.

Figura 6.15 – Percentuais horários por dia de pesquisa no ponto 201 (Costa Rica – km 39,0).



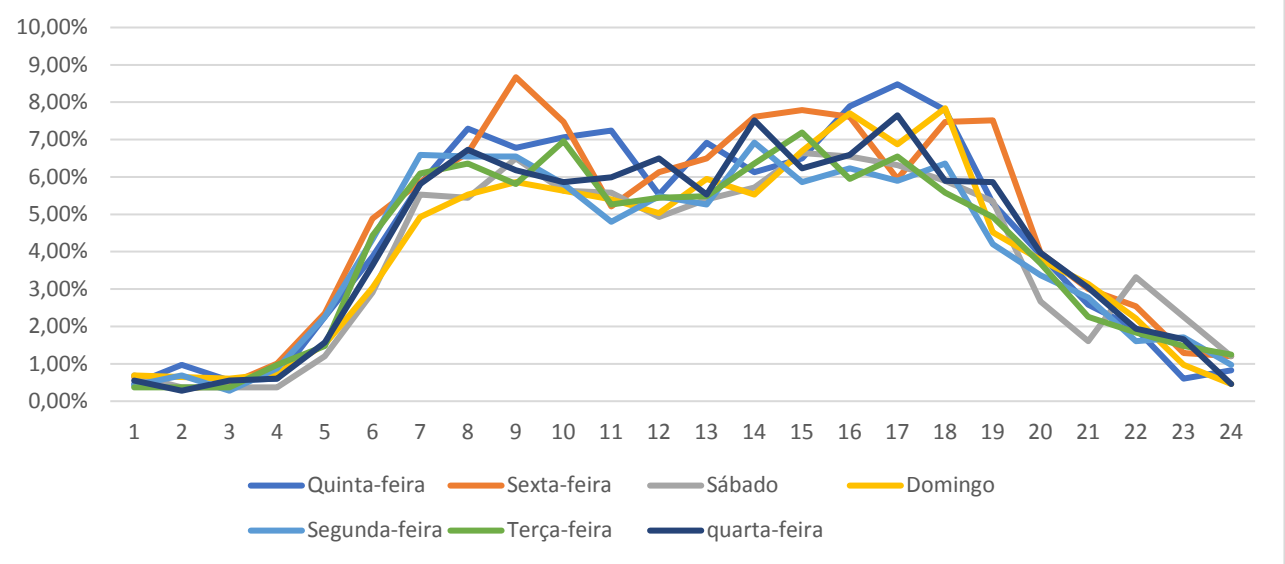
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.16 – Percentuais horários por dia de pesquisa no ponto 202 (Chapadão do Sul – km 102,0).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.17 – Percentuais horários por dia de pesquisa no ponto 203 (Cassilândia – km 182,0).



Fonte: Elaboração própria.

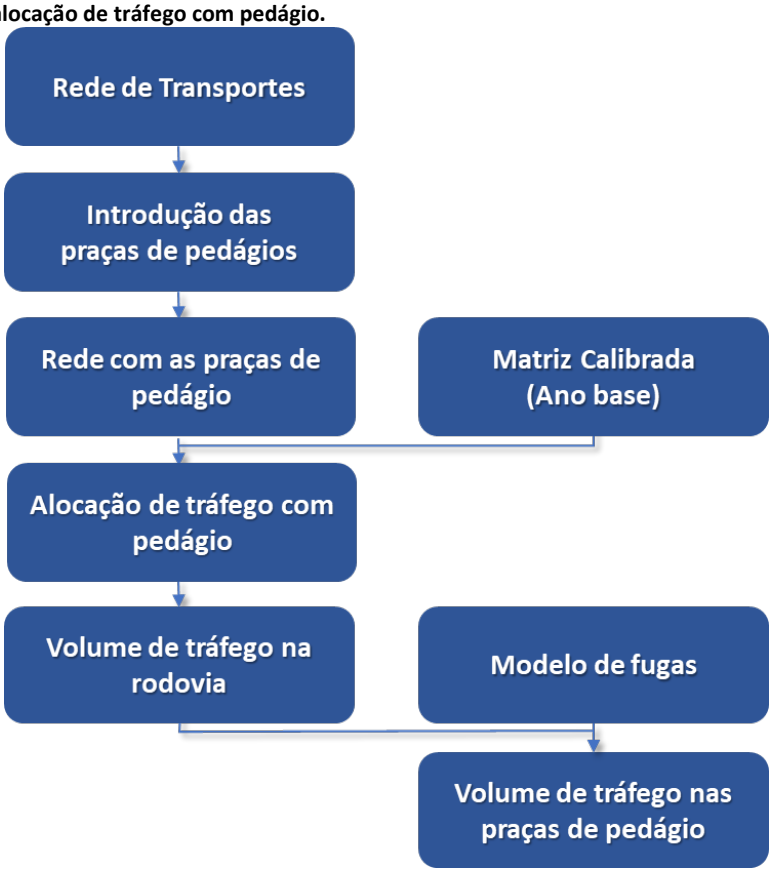
7 Alocação de tráfego com pedágio

Para a alocação do tráfego com o pedágio, inicialmente foi necessário incluir as praças de pedágio na rede de transportes. Para isso, foi utilizado como base a rede de transportes da alocação do tráfego sem os pedágios. Nessa rede foram introduzidas as praças de pedágio e mantidos todos os parâmetros adotados na rede sem pedágios, como os valores de capacidade, velocidade e valor do tempo dos usuários.

Para a alocação do tráfego no cenário com pedágio foi utilizada a matriz calibrada para o ano base e a rede de transportes com os pedágios. Após a alocação do tráfego na rede com os pedágios foram obtidos os volumes de tráfego esperados na rodovia pedagiada. No entanto, estes volumes de tráfego podem não corresponder ao fluxo futuro nas praças de pedágio. Isso ocorre, porque a alocação não é sensível para medir as rotas de fuga, apenas os desvios realizados pelos motoristas. Por isso, com o objetivo de determinar o volume de tráfego esperado nas praças de pedágio, após a alocação do tráfego foi aplicado o modelo de fugas em cada uma das três praças de pedágio. O esquema do processo da alocação do tráfego com pedágio está apresentado na Figura 7.1 e a Figura 7.2 apresenta os 15 trechos homogêneos da concessão.

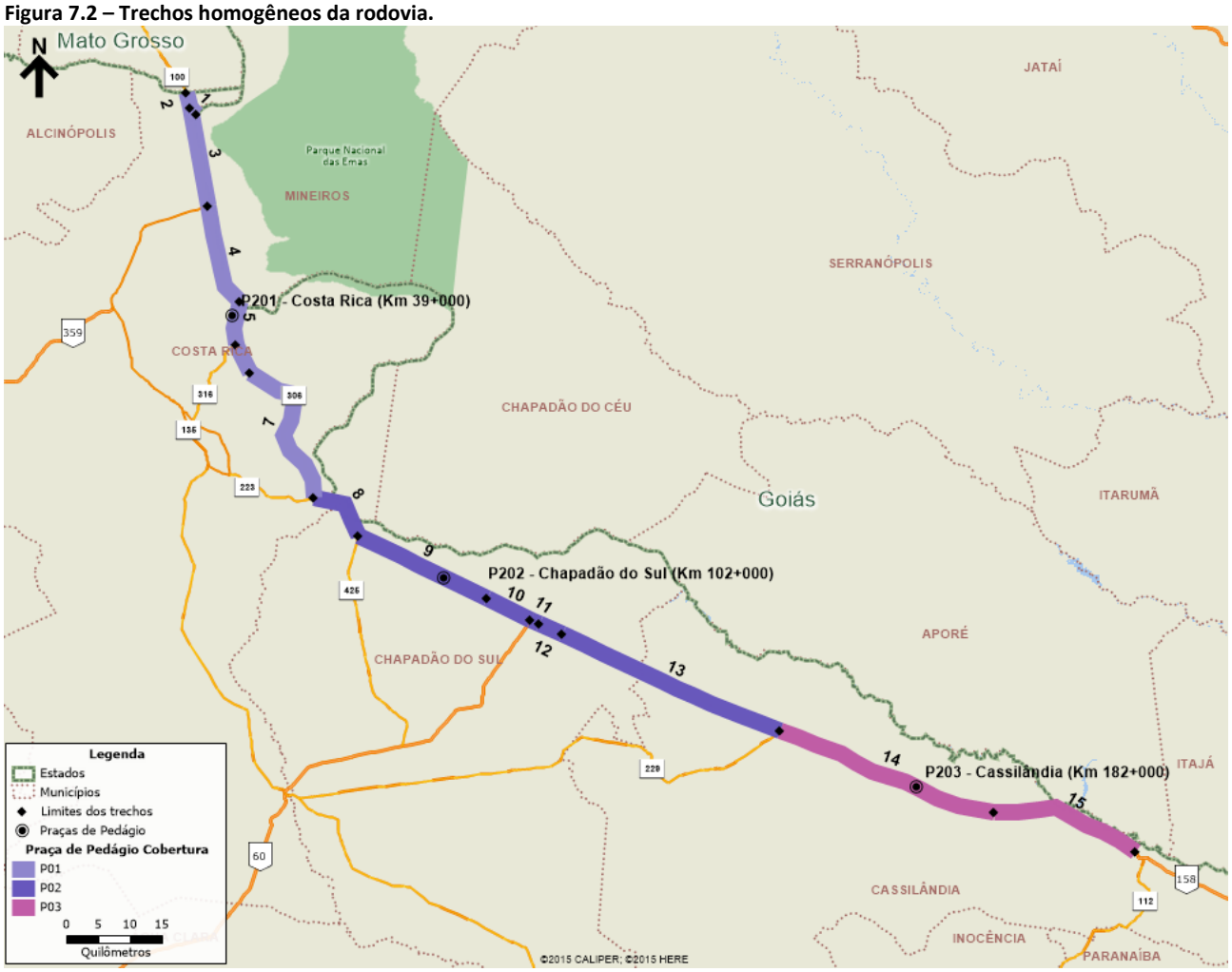
Nos cenários com pedágio foi considerado também a implantação das concessões das rodovias MT-100 e BR-364/BR-365. Para a MT-100 foi adotado o valor de pedágio da proposta vencedora da licitação. Para os pedágios da concessão da BR-364/BR-365 foi considerado um valor de pedágio correspondente a 70% do valor indicado no estudo, considerando o que foi observado nos últimos certames licitatórios desse tipo.

Figura 7.1 – Esquema da alocação de tráfego com pedágio.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 7.2 – Trechos homogêneos da rodovia.

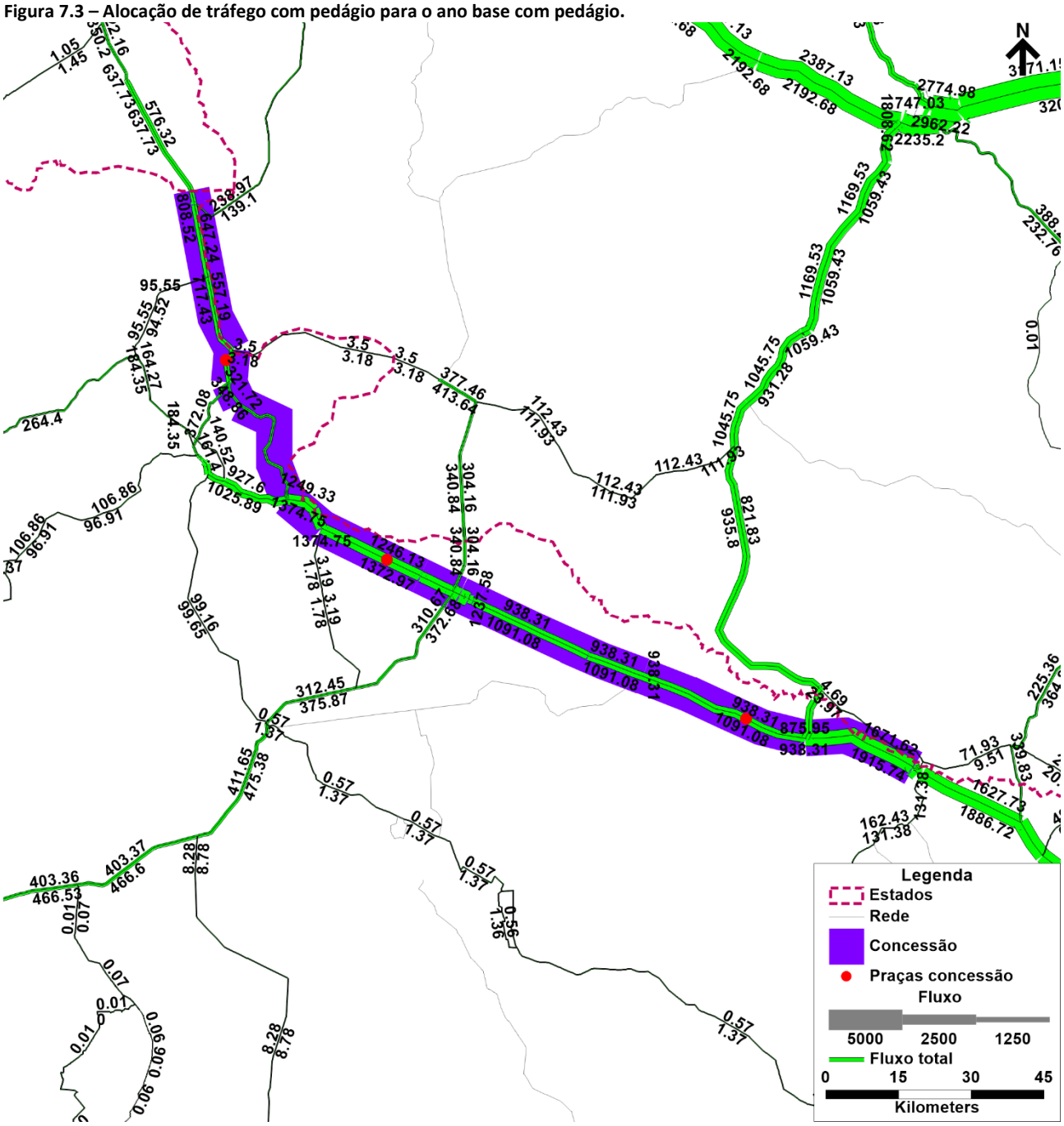


Fonte: Elaboração própria.

A Figura 7.3 apresenta a alocação de tráfego no cenário com o pedágio para o ano base e Tabela 7.1 apresenta o volume médio diário anual (VDMa), o volume médio diário em veículos equivalentes de receita (VDMeq) e o volume médio anual em veículos equivalentes considerando a perda de receita por não cobrar os eixos suspensos VDMes ao longo da concessão para o ano base de tráfego (2019) com a implantação dos pedágios em cada segmento homogêneo.

Nos trechos próximos à praça de pedágio de Costa Rica o volume de tráfego esperado é menor do que o dos demais trechos. Isso pode ocorrer, pois existem mais rotas alternativas à utilização desses segmentos da rodovia do que nos demais segmentos.

Figura 7.3 – Alocação de tráfego com pedágio para o ano base com pedágio.



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7.1 - Volume diário médio anual ao longo da concessão para o ano base com pedágio.

TH	Código SRE	Praça	VDM	VDMeq	VDMeqES	VDMes	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada
1	359BMS0030		385	1.649	1.551	371	80	110	5	190
2	306EMS0000		1.233	4.413	4.156	1.195	581	119	40	493
3	306EMS0026		1.475	5.268	4.967	1.429	637	222	36	580
4	306EMS0179		1.291	4.959	4.661	1.245	556	120	36	579
5	306EMS0340	P01	1.298	4.966	4.668	1.252	563	120	36	579
6	306EMS0419		1.351	7.050	6.581	1.281	286	88	72	905
7	306EMS0471		1.351	7.050	6.581	1.281	286	88	72	905
8	306EMS0747		2.627	8.147	7.710	2.561	1.391	331	78	827
9	306EMS0853	P02	2.622	8.138	7.701	2.556	1.388	330	77	827
10	306EMS0853		2.622	8.138	7.701	2.556	1.388	330	77	827
11	306EMS1153		3.582	10.892	10.330	3.496	1.773	647	114	1.048
12	306EMS1169		1.673	4.834	4.593	1.636	867	312	41	453
13	306EMS1213		2.014	7.426	6.992	1.947	863	259	55	837
14	306EMS1582	P03	2.008	7.461	7.023	1.941	859	248	57	844
15	306EMS1943		3.529	15.221	14.271	3.383	1.194	343	190	1.802

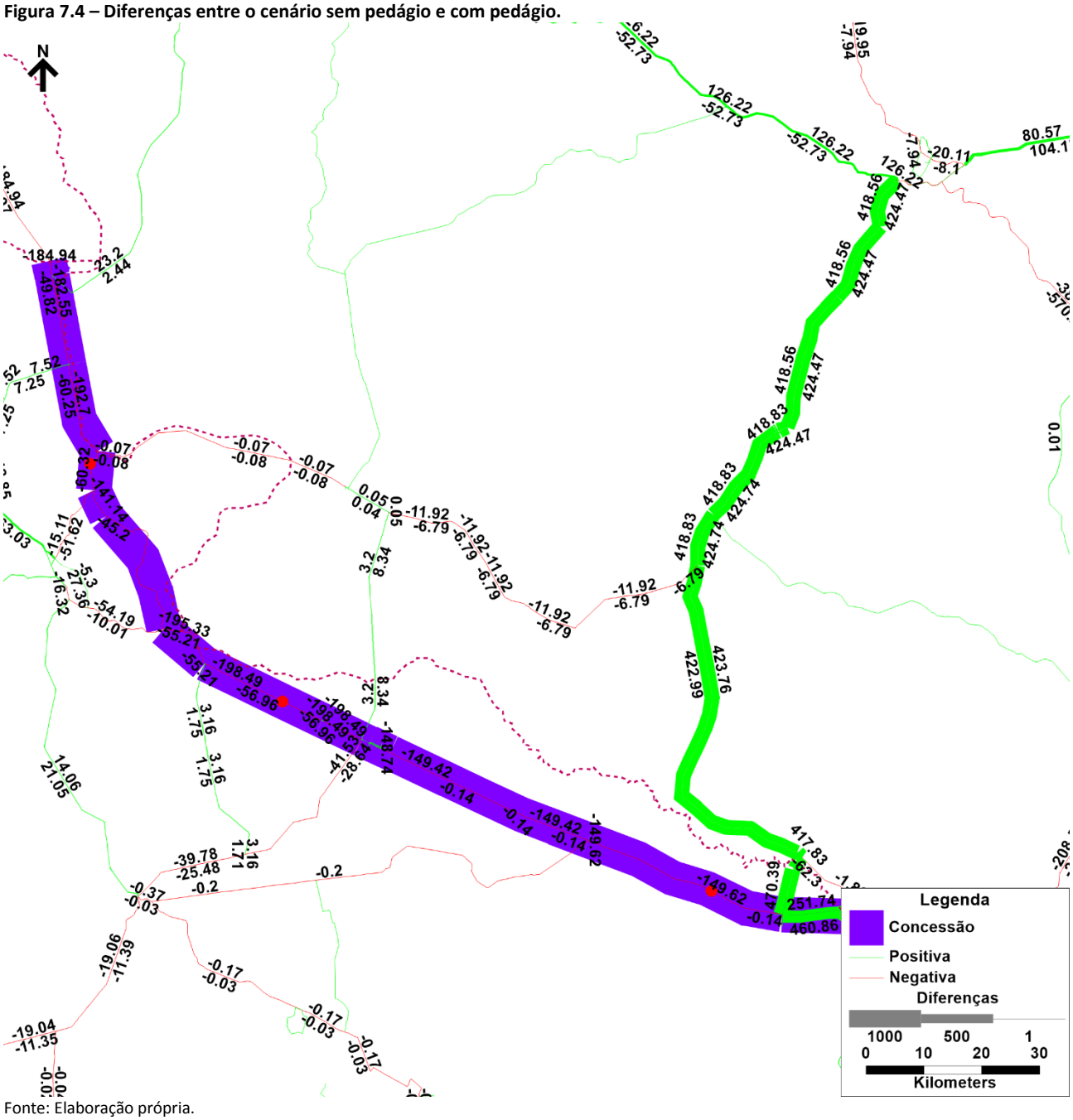
Fonte: Elaboração própria.

A Figura 7.4 apresenta a diferença dos fluxos entre os cenários sem pedágio e com pedágio, considerando os volumes de tráfego do ano base (2019). Todos os fluxos estão apresentados em VDM. Os trechos onde é esperado acréscimo de fluxo são representados em verde e os trechos onde é esperada diminuição de fluxo são representados em vermelho. As variações de fluxo esperadas estão indicadas em cada segmento viário.

Números positivos representam acréscimos de fluxo e números negativos representam diminuição. A análise foi realizada considerando um sistema fechado, ou seja, o mesmo volume de tráfego circula nas duas situações (com e sem pedágio). Na alocação do cenário com o pedágio, todas as características operacionais da rodovia foram mantidas igual ao do cenário sem pedágio. Dessa forma, não foram considerados acréscimos de tráfego induzidos pela melhora das condições de circulação. No futuro, com a melhora das condições operacionais e do estado de conservação da rodovia, os desvios podem ser significativamente menores.

A análise dos resultados indica que poderá haver um redução de veículos da rodovia MS-306. O principal desvio ocorrerá através da rota formada pelas rodovias federal BR-364 e estaduais GO-184 e MS-426. É esperado que na rodovia BR-364 haja um acréscimo de 120 veículos, no sentido leste-oeste, e cerca de 50, no sentido contrário. Esse trecho antecede o início da concessão da BR-364 de forma que os veículos desviam das praças de pedágio das duas concessões. Outros desvios podem ocorrer através de rotas mais longas, porém são menos significativos.

Figura 7.4 – Diferenças entre o cenário sem pedágio e com pedágio.



Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 7.2 apresenta as diferenças entre os volumes diários médio anual equivalente para os cenários sem pedágio e com pedágio nos 15 trechos homogêneos. A maior redução esperada ocorrerá nos segmentos 2 a 7 onde estará localizada a praça de pedágio 1. Nesses trechos, espera-se uma diminuição do fluxo que varia entre 21% a 26%. Nos segmentos 8 a 10 e 12 a 14, a redução do tráfego esperada varia entre 11% a 15%. A redução nos trechos 1 a 7 é maior, pois, nesse trecho existe maior quantidade de rotas alternativas para que os veículos realizem desvios.

No trecho 11 a diminuição do tráfego esperada é menor do que a dos demais trechos, isso ocorre porque este segmento é um trecho urbano, por isso o tráfego apresenta características diferentes. No segmento 1 e 15 há um crescimento da demanda. No trecho 15 isso ocorre, pois é nesse trecho que os veículos que utilizam o desvio pela BR-364 e BR-060 retornam para o trajeto que fariam se não fossem implantados os pedágio na MS-306.

Tabela 7.2 – Diferenças entre o cenário sem pedágio e com pedágio.

Trecho	Código SRE	Praça	VDMa Eq. Sem pedágio	VDMa Eq. Com Pedágio	Dif	%Dif
1	359BMS0030		1.481	1.649	167	11%
2	306EMS0000		5.971	4.413	-1.557	-26%
3	306EMS0026		6.668	5.268	-1.400	-21%
4	306EMS0179		6.402	4.959	-1.442	-23%
5	306EMS0340	P01	6.409	4.966	-1.443	-23%
6	306EMS0419		9.360	7.050	-2.310	-25%
7	306EMS0471		9.360	7.050	-2.310	-25%
8	306EMS0747		9.311	8.147	-1.165	-13%
9	306EMS0853	P02	18.622	16.275	-2.347	-13%
10	306EMS0853		18.622	16.275	-2.347	-13%
11	306EMS1153		11.797	10.892	-905	-8%
12	306EMS1169		5.675	4.834	-841	-15%
13	306EMS1213		8.342	7.426	-916	-11%
14	306EMS1582	P03	8.387	7.461	-927	-11%
15	306EMS1943		11.950	15.221	3.271	27%

Fonte: Elaboração própria.

7.1 Caracterização da variação de tráfego

A variação do tráfego foi caracterizada considerando as perdas e ganhos após a implantação das praças de pedágio. Essa avaliação foi feita para cada praça de pedágio considerando as quatro categorias de alocação (automóveis e veículos de carga leve, médio e pesado). Embora o ano de implantação do pedágio seja 2020, as análises sobre a variação do trafego foi realizada para o ano de 2019, ano base do estudo.

A Tabela 7.3 apresenta a caracterização da variação do tráfego para as praças 1, 2 e 3, localizadas em Costa Rica, Chapadão do Sul e Cassilândia, respectivamente, e para o total da concessão. As tabelas apresentam o resultado líquido da variação do tráfego. Embora alguns veículos deixem de utilizar a rodovia em função da implantação dos pedágios, outros veículos tendem a utilizar a rodovia por conta da melhoria das condições da rodovia e por causa da implantação dos pedágios na rodovia BR-364/365.

A maior parte da variação do tráfego são decorrentes de deslocamentos de média e longa distância. Uma vez que para os deslocamentos de curta distância (menores que 100 km) na maioria dos casos não existem rotas alternativas viáveis e considerando que os pedágio estão localizados afastados dos centros urbanos o modelo indica que a perda de trafego será baixa.

Tabela 7.3 – Caracterização da variação do tráfego na praça 1, 2 e 3 e total da concessão.

Categoria	Cenário	Praça 1	Praça 2	Praça 3	Concessão
Automóvel	SP	601	1.458	898	2.957
	CP	580	1.411	875	2.866
	Diferença	-21	-47	-23	-91
		-3%	-3%	-3%	-3%
Carga Leve (2 e 3 eixos)	SP	128	342	268	738
	CP	121	332	262	715
	Diferença	-7	-10	-6	-23
		-5%	-3%	-2%	-3%
Carga Média (4 e 5 eixos)	SP	64	97	78	239
	CP	40	78	58	176
	Diferença	-24	-19	-20	-63
		-38%	-19%	-25%	-26%

Categoria	Cenário	Praça 1	Praça 2	Praça 3	Concessão
Carga Pesada (6 ou mais eixos)	SP	702	895	893	2.490
	CP	619	818	832	2.270
	Diferença	-83	-77	-61	-220
		-12%	-9%	-7%	-9%

Fonte: Elaboração própria.

7.2 Análise de sensibilidade

Após a alocação inicial do cenário com pedágio, foram realizadas análises de sensibilidade. A análise foi realizada para verificar o efeito da variação do fluxo de veículos na rodovia através da alteração de dois fatores principais que influenciam na escolha das rotas: valor do tempo e valor da tarifa.

Para essa análise foi considerada a redução e o acréscimo de 30% nos valores base do tempo e da tarifa. Para verificar a sensibilidade do fluxo de tráfego devido a variação de cada fator analisado, foram avaliados 4 cenários distintos. A Tabela 7.4 apresenta os valores do tempo e a Tabela 7.5 apresenta os valores da tarifa por praça utilizados na análise. O cenário VOT 70% e o VOT130% consideram apenas a redução e o aumento de 30% do valor do tempo dos usuários, respectivamente. Os cenários Tarifa 70% e Tarifa 130% são os cenários cujos valores da tarifa foram alterados para 30% menor e maior do que o valor da tarifa base, respectivamente.

Tabela 7.4 - Valores do tempo por categoria utilizados na análise de sensibilidade.

Categoria	VOT Base	VOT 70%	VOT 130%
Auto	0,517	0,362	0,672
Carga Leve	0,508	0,356	0,660
Carga Média	1,405	0,984	1,827
Carga Pesada	1.405	0,984	1,827

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7.5 – Valores da tarifa por praça utilizados na análise de sensibilidade.

Praça	Tarifa Base	Tarifa 70%	Tarifa 130%
P01	R$8,50	R$6,00	R$11,10
P02	R$8,50	R$6,00	R$11,10
P03	R$8,50	R$6,00	R$11,10

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 7.6 apresenta os volumes de tráfego esperados para cada cenário avaliado e a Tabela 7.7 apresenta as diferenças em percentuais.

Quando aplicada uma redução de 30% no valor do tempo base, é esperado que haja uma redução no volume de tráfego da rodovia pedagiada. Nos trechos 2 a 7, a redução estimada é superior aos demais trechos. Nesses segmentos é esperado um decréscimo de 26% nos trechos 2 a 5 e de 31%, nos trechos 6 e 7. Nos trechos 8 a 14, entre as praças P02 e P03, a diminuição do tráfego deverá variar de 12% a 14%. Nos segmentos 1 e 15 esperasse um acréscimo, porém não é significativo.

Com o acréscimo de 30% no valor do tempo base, esperasse que ocorra um aumento do tráfego da rodovia. No entanto esse crescimento não é significativo.

Em relação às variações da tarifa, quando reduzido o valor da tarifa base, é esperado um aumento do fluxo de tráfego na rodovia. Isso era esperado, pois com uma tarifa mais barata torna a rodovia mais atrativa aos usuários. Esse aumento do fluxo varia entre 19% a 25% e deve ocorrer em todos os segmentos analisados, exceto nos segmentos 1 e 15.

No cenário considerando o valor da tarifa mais elevado, foi estimado que haja uma redução do fluxo de veículos na rodovia. Nos segmento 2 a 7, a redução esperada varia entre 24% a 28%. No trechos entre os segmentos 8 a 14 esperasse uma redução menor, variando entre 10% e 13%. Por fim, nos trechos 1 e 15 não são esperadas alterações no volume de tráfego.

Tabela 7.6 – Volumes de tráfego esperados para os cenários avaliados por segmento homogêneo.

Trecho	Código SRE	Praça	C01	Tarifa 70%	Tarifa 130%	VOT 70%	VOT 130%
1	359BMS0030		1.649	1.632	1.649	1.665	1.632
2	306EMS0000		4.413	5.384	3.354	3.266	4.502
3	306EMS0026		5.268	6.427	4.004	3.899	5.374
4	306EMS0179		4.959	6.001	3.769	3.670	5.059
5	306EMS0340	P01	4.966	6.009	3.774	3.675	5.066
6	306EMS0419		7.050	8.812	5.076	4.864	7.191
7	306EMS0471		7.050	8.812	5.076	4.864	7.191
8	306EMS0747		8.147	10.020	7.088	7.006	8.228
9	306EMS0853A	P02	8.138	10.009	7.080	6.998	8.219
10	306EMS0853B		8.138	10.009	7.080	6.998	8.219
11	306EMS1153		10.892	12.962	9.803	9.585	11.001
12	306EMS1169		4.834	5.801	4.302	4.254	4.882
13	306EMS1213		7.426	8.985	6.534	6.386	7.500
14	306EMS1582	P03	7.461	9.027	6.565	6.416	7.535
15	306EMS1943		15.221	15.221	15.221	15.982	15.373

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7.7 - Diferenças entre os cenários.

Trecho	Código SRE	Praça	Tarifa 70%	Tarifa 130%	VOT 70%	VOT 130%
1	359BMS0030		-1%	0%	1%	-1%
2	306EMS0000		22%	-24%	-26%	2%
3	306EMS0026		22%	-24%	-26%	2%
4	306EMS0179		21%	-24%	-26%	2%
5	306EMS0340	P01	21%	-24%	-26%	2%
6	306EMS0419		25%	-28%	-31%	2%
7	306EMS0471		25%	-28%	-31%	2%
8	306EMS0747		23%	-13%	-14%	1%
9	306EMS0853	P02	23%	-13%	-14%	1%
10	306EMS0853		23%	-13%	-14%	1%
11	306EMS1153		19%	-10%	-12%	1%
12	306EMS1169		20%	-11%	-12%	1%
13	306EMS1213		21%	-12%	-14%	1%
14	306EMS1582	P03	21%	-12%	-14%	1%
15	306EMS1943		0%	0%	5%	1%

Fonte: Elaboração própria.

8 Estimativa do tráfego futuro

A estimativa do tráfego futuro foi realizada considerando os seguintes fatores:

1. A evolução dos deslocamentos entre as zonas de origem e destino dos veículos que utilizam a rodovia;
2. A introdução de pedágios e melhorias na rodovia concedida;
3. A introdução de pedágios e melhorias nas rodovias dentro da área de influência da concessão;
4. A reativação ou melhorias em ramais ferroviários e hidroviários existentes;
5. A construção de novas rodovias, ferrovias ou hidrovias.

O primeiro item da lista, tem relação com a evolução da demanda e os demais itens estão relacionados a oferta. Por esse motivo a estimativa do tráfego futuro foi feita em três estágios. No primeiro estágio foi realizada a projeção da demanda e geradas matrizes de origem e destino para os anos futuro. No segundo estágio, foram introduzidas na rede de transportes as mudanças de infraestrutura esperadas. No terceiro estágio foram realizadas simulações combinando as matrizes e redes futuras.

8.1 Metodologia para projeção da demanda

A evolução da demanda ao longo do tempo é função:

1. Da mudança tendencial nas atividades econômicas e demográficas na região de influência da rodovia;
2. Da indução de novos deslocamentos proporcionados pelas melhorias introduzidas na infraestrutura de transportes decorrentes da implantação do projeto.

A demanda induzida não é o tráfego desviado de outras rodovias em função de melhorias na rodovia estudada. São deslocamentos que não ocorriam e passarão a ocorrer em função do projeto. A estimativa da demanda induzida é complexa uma vez que não existem metodologias comprovadas para a sua determinação. Por esse motivo e porque a concessão em estudo é de uma infraestrutura existente em condições razoáveis de operação, a demanda induzida não foi considerada nas projeções de demanda. As projeções da demanda consideraram somente as mudanças tendenciais nas atividades socioeconômicas.

O modelo de projeção de demanda utilizou como variável explicativa o Produto Interno Bruto (PIB). O PIB é a variável normalmente adotada em estudos rodoviários porque:

1. É uma boa proxy da atividade econômica;
2. Existem séries históricas de longa duração disponíveis;
3. Existem projeções de curto e médio prazo realizadas por instituições financeiras.

A demanda futura é definida através da equação a seguir:

$$D_m^{k+1} = D_m^k * (1 + a_m^k + b_m^k . tPIB^{k+1})$$

Onde:

D_m^{k+1} = Demanda no ano k+1 da categoria veicular m

a_m^k = constante de elasticidade demanda PIB para o modo m no ano k
b_m^k = coeficiente de elasticidade demanda PIB para o modo m no ano k
$tPIB^{k+1}$ = taxa de crescimento do PIB entre o ano k e k+1

Os valores dos coeficientes “a” e “b” podem variar ao longo do tempo e são determinados através de análise de séries históricas de tráfego (quando esses dados estão disponíveis).

Na maior parte dos estudos, a constante de elasticidade "a" é considerada igual a 0 . Esse procedimento foi adotado no presente estudo.

Em modelos simplificados a demanda futura é calculada de forma homogênea para todos os segmentos da rodovia. Esse procedimento não é correto, pois o tráfego da rodovia é formado por veículos com diferentes regiões de origem e destino. Essas regiões apresentam diferenças na evolução da atividade econômica. Por esse motivo é necessário projetar a demanda para cada par de origem e destino.

Para isso o procedimento adotado é o seguinte:

1. São calculadas a projeção do crescimento econômico para as zonas de produção e atração de viagens;
2. Os totais de produção e atração de viagens são ajustados de forma que o total de produção e atração de viagens seja igual;
3. São geradas novas matrizes de viagens utilizando como ponto de partida a matriz do ano base e os totais de produção e atração das zonas nos anos futuros.

A determinação da produção de atração para cada zona foi feita usado as equações a seguir:

$$P_{z,m}^{k+1} = P_{z,m}^{k} * (1 + b_m^k . tPIB_r^{k+1})$$

$$A_{z,m}^{k+1} = A_{z,m}^{k} * (1 + b_m^k . tPIB_r^{k+1})$$

Onde:
$P_{z,m}^{k+1}$ = Produção de viagens no ano k+1 da categoria veicular m
$A_{z,m}^{k+1}$ = Produção de viagens no ano k+1 da categoria veicular m
b_m^k = coeficiente de elasticidade demanda PIB para o modo m no ano k
$tPIB_R^{k+1}$= taxa de crescimento do PIB entre o ano k e k+1 na região r a qual pertence a zona z

Neste estudo as zonas correspondem aos municípios e as regiões às microrregiões homogêneas definidas pelo IBGE. No entanto, como as projeções de PIB são geralmente feitas para o PIB nacional é necessário conhecer a relação entre o crescimento do PIB das microrregiões de forma a prever as taxas de crescimento futuras do PIB regional. Isso é feito usando as equações a seguir:

$$tPIB_r^k = e_r^k . tPIB_{br}^k$$

Onde:
$tPIB_r^{k+1}$ = taxa de crescimento do PIB da microrregião m no ano k
e_r^k = elasticidade entre o PIB da microrregião m e o PIB brasileiro no ano k
$tPIB_{br}^k$ = taxa de crescimento do PIB brasileiro no ano k

O balanceamento entre produções e atrações é feito usando as equações a seguir:

$$P_{z,m}^{bal} = P_{z,m} \frac{\sum_z P_{z,m} + \sum_z A_{z,m}}{2.\sum_z P_{z,m}}$$

$$A_{z,m}^{bal} = A_{z,m} \frac{\sum_z P_{z,m} + \sum_z A_{z,m}}{2.\sum_z A_{z,m}}$$

Para a distribuição das viagens atraídas e produzidas por cada zona utilizou-se um modelo de fator de crescimento do tipo FRATAR com duas restrições. Esse tipo de modelo calcula as matrizes futuras usando como referência a matriz atual e as estimativas do total de viagens produzidas e atraídas por cada zona de tráfego nos anos futuros.

As matrizes futuras foram calculadas para as 4 categorias de alocação através de um processo iterativo. A cada iteração cada célula da matriz é atualizada multiplicando-se o valor da célula obtido na iteração anterior por 2 coeficientes: um para correção da linha e outro para a correção da coluna. O processo termina quando a variação máxima do número de viagens em cada célula da matriz é menor que a tolerância estabelecida ou o número máximo de iterações foi atingido.

O cálculo da distribuição das viagens foi realizado utilizando as equações a seguir:

$$v_{i,j,m}^{k+1} = a_{i,m}^{k+1} . b_{j,m}^{k+1} . v_{i,j,m}^{k}$$

$$a_{i,m}^{k+1} = \frac{P_{i,m}}{\sum_j v_{i,j,m}^{k}}$$

$$b_{j,m}^{k+1} = \frac{A_{j,m}}{\sum_i v_{i,j,m}^{k}}$$

As iterações prosseguem até que:

$$\left|a_{i,m}^{k+1} - 1\right| < \varepsilon \; e \; \left|b_{j,m}^{k+1} - 1\right| < \varepsilon \quad \text{ou } k = k_{max}$$

Onde:
$v_{i,j,m}^{k+1}$ = demanda da categoria veicular “m” com origem na zona “i” e destino na zona “j” na iteração k+1
$a_{i,m}^{k+1}$ = fator de ajuste da linha i para o modo m na iteração k+1
$b_{j,m}^{k+1}$ = fator de ajuste da coluna j para o modo m na iteraçõ k+1
$P_{i,m}$= número de viagens produzidas pela zona i para o modo m
$A_{j,m}$= número de viagens atraidas pela zona j para o modo m
ε = erro relativo máximo admitido
k_{max} = número máximo de iterações

8.2 Histórico dos indicadores socioeconômicos

A Tabela 8.1 a apresenta a o crescimento médio do PIB do Brasil em intervalos de 30 anos a parti de 1946 até 2018. A Tabela 8.2 apresenta o PIB total por estado entre 1999 e 2014. Essa tabela é um resumo do banco de dados com os dados do PIB municipal no mesmo período. Na tabela apresentada os valores foram atualizados para 2016 e estão expressos em milhares de reais. Com base nesses dados foi elaborada a Tabela 8.3 que apresenta as taxas de crescimento anual do PIB de cada estado, do PIB do Brasil e a elasticidade média entre o crescimento do PIB dos estados e o crescimento do PIB nacional.

A Figura 8.1 apresenta a evolução do PIB do Brasil e dos 3 estados com maior contribuição no tráfego da MS-306 (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás). Com base nesses dados é observado que no período entre 2001 e 2016, enquanto o PIB brasileiro aumentou cerca de 1,5 vezes, os PIBs de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso tiveram um crescimento muito maior (entre 2,1 e 2,3 vezes).

A Figura 8.2 apresenta um mapa temático representando as elasticidades entre o PIB das microrregiões no entorno da rodovia MS-306 e o PIB brasileiro e A Tabela 8.4 apresenta as elasticidades medidas para as microrregiões das zonas de tráfego das matrizes de origem e destino da rodovia MS-306.

Tabela 8.1 - Taxa média de crescimento do PIB brasileiro em intervalos de 30 anos.

Início	Fim	Média 30	Início	Fim	Média 30
1946	1976	7,63%	1968	1998	4,81%
1947	1977	7,54%	1969	1999	4,50%
1948	1978	7,39%	1970	2000	4,29%
1949	1979	7,36%	1971	2001	3,96%
1950	1980	7,44%	1972	2002	3,67%
1951	1981	7,13%	1973	2003	3,24%
1952	1982	6,91%	1974	2004	3,16%
1953	1983	6,66%	1975	2005	3,09%
1954	1984	6,58%	1976	2006	2,88%
1955	1985	6,55%	1977	2007	2,92%
1956	1986	6,70%	1978	2008	2,92%
1957	1987	6,56%	1979	2009	2,69%
1958	1988	6,20%	1980	2010	2,64%
1959	1989	5,98%	1981	2011	2,91%
1960	1990	5,52%	1982	2012	2,95%
1961	1991	5,27%	1983	2013	3,15%
1962	1992	5,03%	1984	2014	2,98%
1963	1993	5,17%	1985	2015	2,60%
1964	1994	5,25%	1986	2016	2,23%
1965	1995	5,31%	1987	2017	2,14%
1966	1996	5,16%	1988	2018	2,18%
1967	1997	5,14%			

Fonte: IBGE

Tabela 8.2 – Histórico do PIB por Estado e Brasil (em milhões de reais).

Sigla	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AC	R$8.181	R$8.945	R$8.911	R$9.266	R$9.802	R$9.952	R$10.947	R$11.819	R$12.727	R$13.219	R$13.092	R$13.740	R$14.465	R$15.732	R$14.757	R$13.751
AL	R$28.056	R$34.730	R$33.309	R$34.392	R$35.294	R$37.135	R$39.853	R$41.046	R$41.547	R$42.995	R$46.312	R$46.960	R$47.000	R$47.897	R$50.227	R$49.456
AM	R$59.662	R$66.508	R$68.238	R$76.132	R$77.454	R$85.246	R$87.202	R$88.712	R$86.866	R$96.466	R$103.478	R$97.908	R$104.699	R$101.310	R$93.773	R$89.017
AP	R$9.261	R$9.553	R$9.006	R$9.366	R$9.816	R$11.273	R$12.059	R$12.815	R$12.870	R$13.054	R$13.765	R$15.085	R$16.090	R$15.664	R$15.016	R$14.339
BA	R$168.887	R$177.137	R$177.242	R$190.833	R$201.247	R$203.541	R$219.269	R$224.322	R$236.996	R$244.694	R$243.725	R$247.433	R$258.238	R$261.759	R$265.442	R$258.649
CE	R$81.088	R$86.453	R$86.247	R$90.335	R$93.588	R$99.265	R$101.921	R$111.390	R$115.455	R$125.717	R$131.217	R$131.425	R$137.457	R$147.349	R$141.505	R$138.379
DF	R$170.300	R$162.264	R$154.239	R$164.252	R$172.620	R$180.729	R$187.329	R$203.363	R$213.598	R$228.459	R$226.120	R$222.400	R$221.757	R$230.784	R$233.579	R$235.497
ES	R$80.430	R$81.427	R$83.165	R$97.294	R$107.176	R$114.130	R$121.655	R$132.917	R$118.917	R$135.183	R$155.034	R$158.363	R$147.842	R$150.539	R$130.392	R$109.227
GO	**R$98.875**	**R$116.287**	**R$120.207**	**R$125.139**	**R$122.777**	**R$131.019**	**R$143.220**	**R$151.956**	**R$159.551**	**R$169.188**	**R$177.446**	**R$188.053**	**R$190.737**	**R$192.891**	**R$188.100**	**R$181.692**
MA	R$44.356	R$47.937	R$51.459	R$54.183	R$57.221	R$63.424	R$61.633	R$69.937	R$70.432	R$73.382	R$76.281	R$81.980	R$85.340	R$89.823	R$85.014	R$85.286
MG	R$367.930	R$373.496	R$380.449	R$420.864	R$429.346	R$453.969	R$482.052	R$513.678	R$493.851	R$556.391	R$585.346	R$599.408	R$615.205	R$603.909	R$562.600	R$544.634
MS	**R$43.469**	**R$49.491**	**R$57.643**	**R$57.232**	**R$54.078**	**R$56.929**	**R$60.337**	**R$66.779**	**R$67.895**	**R$74.905**	**R$80.655**	**R$84.044**	**R$87.241**	**R$92.287**	R$90.005	R$91.866
MT	**R$53.909**	**R$57.770**	**R$70.442**	**R$81.759**	**R$78.083**	**R$65.536**	**R$76.267**	**R$90.716**	**R$90.531**	**R$89.690**	**R$101.166**	**R$107.968**	**R$112.467**	**R$118.336**	R$116.369	R$123.834
PA	R$73.779	R$79.720	R$79.869	R$91.270	R$92.365	R$98.161	R$103.983	R$112.388	R$105.946	R$131.022	R$144.405	R$145.122	R$152.822	R$145.631	R$141.789	R$138.068
PB	R$35.858	R$38.373	R$38.887	R$38.587	R$40.019	R$44.483	R$45.947	R$49.577	R$51.938	R$53.120	R$54.287	R$57.583	R$58.466	R$61.879	R$60.818	R$59.089
PE	R$99.969	R$108.541	R$102.417	R$110.150	R$114.515	R$118.446	R$125.267	R$129.824	R$137.036	R$154.007	R$161.156	R$173.458	R$177.941	R$181.351	R$170.034	R$167.290
PI	R$21.394	R$21.442	R$22.203	R$23.034	R$24.416	R$28.521	R$27.549	R$29.875	R$32.552	R$35.288	R$37.950	R$38.811	R$39.438	R$44.096	R$42.411	R$41.406
PR	R$252.569	R$265.619	R$290.344	R$302.298	R$290.534	R$293.841	R$331.340	R$342.351	R$337.904	R$356.861	R$376.147	R$387.089	R$420.404	R$406.886	R$408.370	R$401.662
RJ	R$502.732	R$554.838	R$534.677	R$590.648	R$615.033	R$639.858	R$649.203	R$697.458	R$672.887	R$712.846	R$750.133	R$779.118	R$791.975	R$784.442	R$714.060	R$640.186
RN	R$34.188	R$40.841	R$39.223	R$42.246	R$45.511	R$48.864	R$52.783	R$53.282	R$53.159	R$57.338	R$59.969	R$62.901	R$64.947	R$63.149	R$62.020	R$59.661
RO	R$21.646	R$22.480	R$24.868	R$26.947	R$28.519	R$27.868	R$28.957	R$31.870	R$33.889	R$37.884	R$40.339	R$40.811	R$39.233	R$39.780	R$39.609	R$39.451
RR	R$6.720	R$7.201	R$6.845	R$6.912	R$7.279	R$8.117	R$8.430	R$8.927	R$9.745	R$10.520	R$10.685	R$10.451	R$11.359	R$11.390	R$11.217	R$11.011
RS	R$305.112	R$297.564	R$314.846	R$321.253	R$310.817	R$315.133	R$336.957	R$350.733	R$351.081	R$382.284	R$387.753	R$389.755	R$418.906	R$418.263	R$413.814	R$408.645
SC	R$161.128	R$164.009	R$169.127	R$180.272	R$185.878	R$194.395	R$208.035	R$223.971	R$221.802	R$243.595	R$254.646	R$259.931	R$270.425	R$283.528	R$269.827	R$256.661
SE	R$26.505	R$31.104	R$31.002	R$32.657	R$32.891	R$35.052	R$36.539	R$39.490	R$37.295	R$41.841	R$42.583	R$44.525	R$44.546	R$43.803	R$41.767	R$38.867
SP	R$1.531.933	R$1.562.001	R$1.560.578	R$1.598.905	R$1.693.645	R$1.760.141	R$1.876.529	R$1.922.109	R$1.936.437	R$2.051.579	R$2.101.722	R$2.112.894	R$2.162.320	R$2.172.102	R$2.101.533	R$2.038.005
TO	R$16.008	R$16.023	R$17.447	R$17.757	R$17.568	R$18.477	R$20.443	R$22.339	R$23.520	R$25.995	R$26.838	R$28.033	R$29.999	R$30.614	R$31.341	R$31.576
Brasil	**R$4.303.946**	**R$4.481.753**	**R$4.532.890**	**R$4.793.984**	**R$4.947.492**	**R$5.143.505**	**R$5.455.710**	**R$5.733.642**	**R$5.726.426**	**R$6.157.523**	**R$6.402.249**	**R$6.525.246**	**R$6.721.321**	**R$6.755.195**	**R$6.495.390**	**R$6.267.205**

Fonte: IBGE.

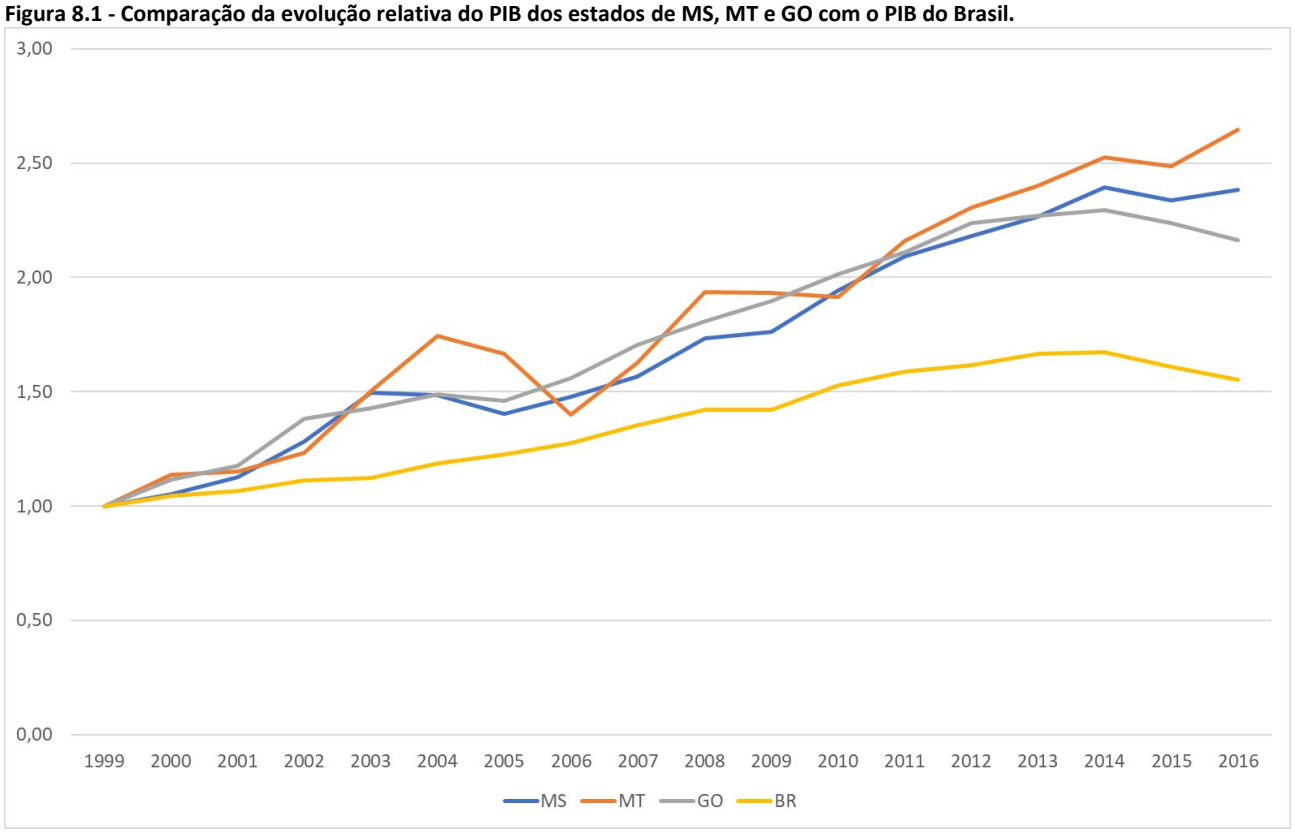
*Valores atualizados para 2016.

Tabela 8.3 – Taxas do PIB por Estado e Brasil.

Sigla	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Ponta	Média	Elasticidade
AC	9,3%	-0,4%	4,0%	5,8%	1,5%	10,0%	8,0%	7,7%	3,9%	-1,0%	4,9%	5,3%	8,8%	-6,2%	-6,8%	4,0%	4,1%	1,62
AL	23,8%	-4,1%	3,3%	2,6%	5,2%	7,3%	3,0%	1,2%	3,5%	7,7%	1,4%	0,1%	1,9%	4,9%	-1,5%	3,8%	3,9%	1,55
AM	11,5%	2,6%	11,6%	1,7%	10,1%	2,3%	1,7%	-2,1%	11,1%	7,3%	-5,4%	6,9%	-3,2%	-7,4%	-5,1%	3,1%	3,3%	1,31
AP	3,1%	-5,7%	4,0%	4,8%	14,8%	7,0%	6,3%	0,4%	1,4%	5,4%	9,6%	6,7%	-2,6%	-4,1%	-4,5%	3,4%	3,6%	1,41
BA	4,9%	0,1%	7,7%	5,5%	1,1%	7,7%	2,3%	5,6%	3,2%	-0,4%	1,5%	4,4%	1,4%	1,4%	-2,6%	2,9%	3,0%	1,16
CE	6,6%	-0,2%	4,7%	3,6%	6,1%	2,7%	9,3%	3,6%	8,9%	4,4%	0,2%	4,6%	7,2%	-4,0%	-2,2%	3,4%	3,5%	1,36
DF	-4,7%	-4,9%	6,5%	5,1%	4,7%	3,7%	8,6%	5,0%	7,0%	-1,0%	-1,6%	-0,3%	4,1%	1,2%	0,8%	1,5%	1,6%	0,62
ES	1,2%	2,1%	17,0%	10,2%	6,5%	6,6%	9,3%	-10,5%	13,7%	14,7%	2,1%	-6,6%	1,8%	-13,4%	-16,2%	2,2%	2,7%	1,06
GO	**17,6%**	**3,4%**	**4,1%**	**-1,9%**	**6,7%**	**9,3%**	**6,1%**	**5,0%**	**6,0%**	**4,9%**	**6,0%**	**1,4%**	**1,1%**	**-2,5%**	**-3,4%**	**4,6%**	**4,8%**	**1,87**
MA	8,1%	7,3%	5,3%	5,6%	10,8%	-2,8%	13,5%	0,7%	4,2%	4,0%	7,5%	4,1%	5,3%	-5,4%	0,3%	4,7%	4,8%	1,89
MG	1,5%	1,9%	10,6%	2,0%	5,7%	6,2%	6,6%	-3,9%	12,7%	5,2%	2,4%	2,6%	-1,8%	-6,8%	-3,2%	2,8%	2,9%	1,15
MS	**13,9%**	**16,5%**	**-0,7%**	**-5,5%**	**5,3%**	**6,0%**	**10,7%**	**1,7%**	**10,3%**	**7,7%**	**4,2%**	**3,8%**	**5,8%**	**-2,5%**	**2,1%**	5,2%	5,4%	**2,12**
MT	**7,2%**	**21,9%**	**16,1%**	**-4,5%**	**-16,1%**	**16,4%**	**18,9%**	**-0,2%**	**-0,9%**	**12,8%**	**6,7%**	**4,2%**	**5,2%**	**-1,7%**	**6,4%**	5,9%	6,3%	**2,48**
PA	8,1%	0,2%	14,3%	1,2%	6,3%	5,9%	8,1%	-5,7%	23,7%	10,2%	0,5%	5,3%	-4,7%	-2,6%	-2,6%	4,8%	5,0%	1,97
PB	7,0%	1,3%	-0,8%	3,7%	11,2%	3,3%	7,9%	4,8%	2,3%	2,2%	6,1%	1,5%	5,8%	-1,7%	-2,8%	3,7%	3,8%	1,48
PE	8,6%	-5,6%	7,6%	4,0%	3,4%	5,8%	3,6%	5,6%	12,4%	4,6%	7,6%	2,6%	1,9%	-6,2%	-1,6%	3,4%	3,5%	1,39
PI	0,2%	3,6%	3,7%	6,0%	16,8%	-3,4%	8,4%	9,0%	8,4%	7,5%	2,3%	1,6%	11,8%	-3,8%	-2,4%	4,3%	4,4%	1,73
PR	5,2%	9,3%	4,1%	-3,9%	1,1%	12,8%	3,3%	-1,3%	5,6%	5,4%	2,9%	8,6%	-3,2%	0,4%	-1,6%	3,1%	3,2%	1,24
RJ	10,4%	-3,6%	10,5%	4,1%	4,0%	1,5%	7,4%	-3,5%	5,9%	5,2%	3,9%	1,7%	-1,0%	-9,0%	-10,3%	1,7%	1,9%	0,73
RN	19,5%	-4,0%	7,7%	7,7%	7,4%	8,0%	0,9%	-0,2%	7,9%	4,6%	4,9%	3,3%	-2,8%	-1,8%	-3,8%	4,0%	4,1%	1,62
RO	3,9%	10,6%	8,4%	5,8%	-2,3%	3,9%	10,1%	6,3%	11,8%	6,5%	1,2%	-3,9%	1,4%	-0,4%	-0,4%	3,9%	4,0%	1,59
RR	7,2%	-4,9%	1,0%	5,3%	11,5%	3,9%	5,9%	9,2%	8,0%	1,6%	-2,2%	8,7%	0,3%	-1,5%	-1,8%	3,7%	3,8%	1,49
RS	-2,5%	5,8%	2,0%	-3,2%	1,4%	6,9%	4,1%	0,1%	8,9%	1,4%	0,5%	7,5%	-0,2%	-1,1%	-1,2%	2,2%	2,3%	0,90
SC	1,8%	3,1%	6,6%	3,1%	4,6%	7,0%	7,7%	-1,0%	9,8%	4,5%	2,1%	4,0%	4,8%	-4,8%	-4,9%	3,6%	3,7%	1,45
SE	17,4%	-0,3%	5,3%	0,7%	6,6%	4,2%	8,1%	-5,6%	12,2%	1,8%	4,6%	0,0%	-1,7%	-4,6%	-6,9%	3,3%	3,5%	1,36
SP	2,0%	-0,1%	2,5%	5,9%	3,9%	6,6%	2,4%	0,7%	5,9%	2,4%	0,5%	2,3%	0,5%	-3,2%	-3,0%	2,0%	2,1%	0,81
TO	0,1%	8,9%	1,8%	-1,1%	5,2%	10,6%	9,3%	5,3%	10,5%	3,2%	4,5%	7,0%	2,0%	2,4%	0,8%	6,2%	6,3%	2,48
Brasil	3,1%	1,1%	5,8%	3,2%	4,0%	6,1%	5,1%	-0,1%	7,5%	4,0%	1,9%	3,0%	0,5%	-3,8%	-3,5%	2,6%	2,5%	1,00

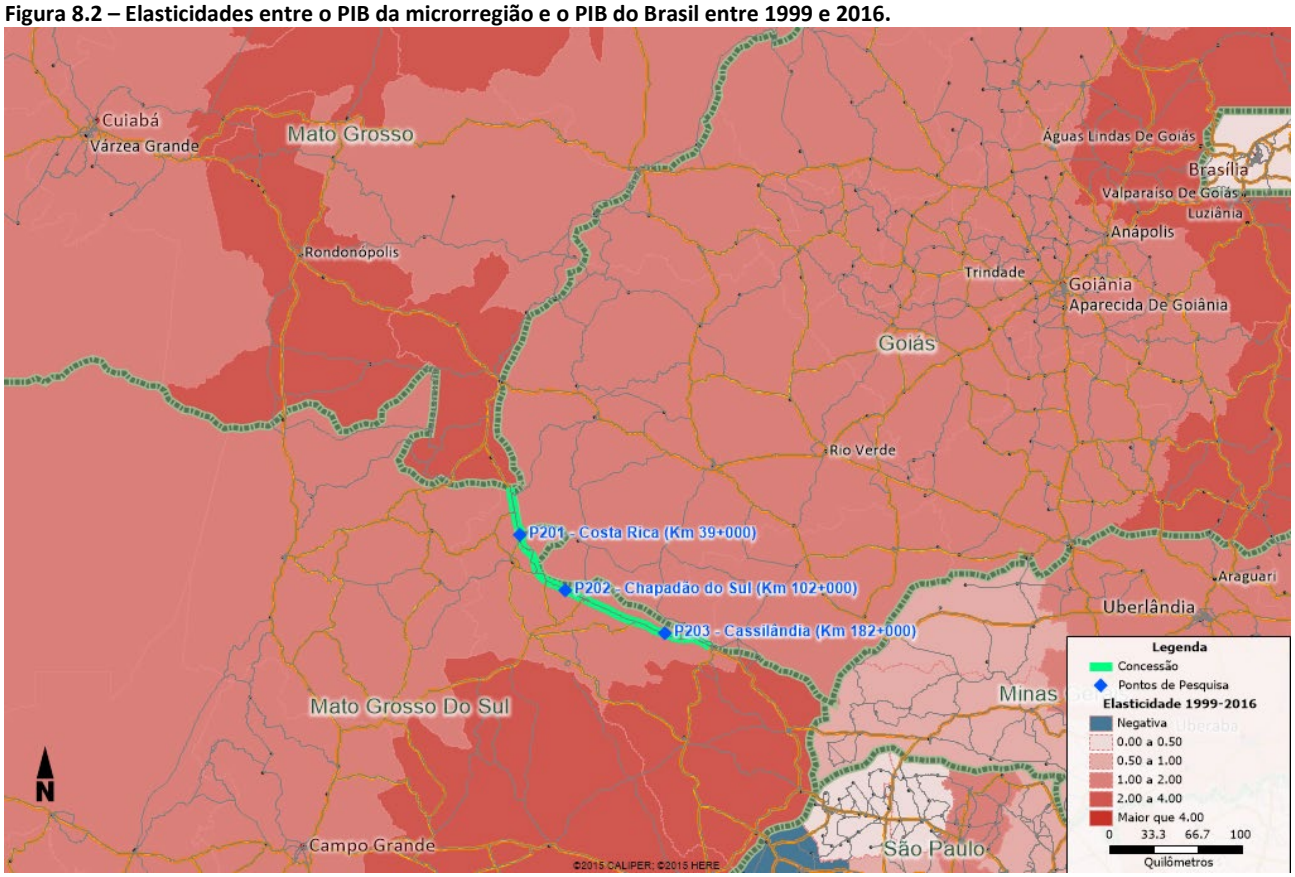
Fonte: IBGE.

Figura 8.1 - Comparação da evolução relativa do PIB dos estados de MS, MT e GO com o PIB do Brasil.



Fonte: IBGE.

Figura 8.2 – Elasticidades entre o PIB da microrregião e o PIB do Brasil entre 1999 e 2016.



Fonte: IBGE.

Tabela 8.4 - Elasticidades PIBregião/PIBbr das microrregiões na área de influência da rodovia.

Sigla	Cod	Micro Região	Área	População	Elasticidade
AC	12004	Rio Branco	22.341	418.113	1,70
AL	27006	Arapiraca	2.452	410.798	1,56
BA	29021	Salvador	2.903	3.458.571	0,58
CE	23016	Fortaleza	3.368	3.351.112	1,15
GO	52002	Rio Vermelho	20.278	88.389	1,29
GO	52004	Porangatu	35.302	231.426	1,42
GO	52010	Goiânia	6.752	2.116.730	1,57
GO	52013	Sudoeste de Goiás	56.294	446.433	1,72
GO	52015	Meia Ponte	21.233	361.323	1,60
GO	52018	Quirinópolis	16.118	110.809	1,43
MA	21002	Aglomeração Urbana de São Luís	1.419	1.309.330	1,51
MG	31001	Unaí	27.499	148.800	1,27
MG	31010	Diamantina	7.391	82.707	1,27
MG	31018	Uberlândia	18.830	820.245	1,22
MG	31021	Frutal	16.890	179.512	0,80
MG	31022	Uberaba	9.401	346.024	1,09
MG	31030	Belo Horizonte	5.841	4.772.562	1,16
MG	31034	Conselheiro Lafaiete	2.952	247.251	2,56
MG	31044	Formiga	4.574	152.171	1,35
MG	31052	Pouso Alegre	4.933	326.425	2,07
MG	31065	Juiz de Fora	8.937	728.602	0,73
MS	50001	Baixo Pantanal	83.298	138.692	1,92
MS	50003	Alto Taquari	41.796	117.174	1,17
MS	50004	Campo Grande	28.341	873.851	1,54
MS	50005	Cassilândia	12.912	60.309	1,79
MS	50006	Paranaíba	17.238	76.468	2,98
MS	50007	Três Lagoas	50.639	156.246	3,21
MS	50008	Nova Andradina	13.491	88.371	1,96
MS	50009	Bodoquena	22.671	105.254	1,27
MS	50010	Dourados	37.458	500.919	1,81
MS	50011	Iguatemi	22.510	226.333	1,75
MT	51001	Aripuanã	124.472	137.668	2,32
MT	51002	Alta Floresta	51.609	99.141	2,37
MT	51003	Colíder	42.932	143.650	1,74
MT	51004	Parecis	60.085	89.344	2,37
MT	51005	Arinos	55.140	75.635	2,54
MT	51006	Alto Teles Pires	54.967	191.228	3,70
MT	51007	Sinop	50.022	173.189	2,47
MT	51012	Alto Guaporé	31.432	67.774	1,95
MT	51013	Tangará da Serra	22.384	144.911	1,66
MT	51014	Jauru	18.914	107.434	1,32
MT	51017	Cuiabá	28.236	851.587	1,40
MT	51018	Alto Pantanal	53.336	132.178	1,24
MT	51019	Primavera do Leste	10.290	83.655	2,28
MT	51021	Rondonópolis	23.921	275.707	2,06
MT	51022	Alto Araguaia	10.714	34.066	2,95
PA	15002	Santarém	92.888	484.523	2,00
PA	15014	Itaituba	190.409	209.531	2,32
PB	25001	Catolé do Rocha	3.051	116.056	1,34
PB	25022	João Pessoa	1.270	1.034.615	1,42
PE	26017	Recife	1.257	3.259.055	1,12
PI	22003	Teresina	9.216	999.256	1,52
PR	41002	Umuarama	10.256	265.092	1,34
PR	41007	Porecatu	2.374	82.539	0,85
PR	41009	Maringá	1.577	540.477	1,28
PR	41010	Apucarana	2.283	286.984	1,39
PR	41011	Londrina	3.508	724.570	1,03

Sigla	Cod	Micro Região	Área	População	Elasticidade
PR	41021	Ponta Grossa	6.720	429.981	1,38
PR	41037	Curitiba	8.559	3.060.332	1,04
PR	41038	Paranaguá	6.070	265.392	0,37
RJ	33018	Rio de Janeiro	4.599	11.601.307	0,57
RN	24001	Mossoró	4.213	332.679	2,06
RN	24006	Pau dos Ferros	2.684	114.267	1,03
RN	24018	Natal	432	1.030.764	1,23
RO	11001	Porto Velho	65.936	540.320	2,12
RO	11002	Guajará-Mirim	40.963	71.369	1,44
RO	11003	Ariquemes	24.433	171.150	1,17
RO	11004	Ji-Paraná	25.191	295.466	0,78
RO	11006	Cacoal	24.622	228.212	0,83
RO	11007	Vilhena	26.686	132.677	1,25
RS	43011	Cruz Alta	8.461	150.223	1,81
RS	43026	Porto Alegre	5.598	3.628.029	0,58
SC	42004	Joaçaba	9.079	326.459	0,72
SC	42006	Canoinhas	9.428	243.739	1,25
SC	42008	Joinville	4.618	842.709	1,31
SC	42010	Campos de Lages	15.750	284.115	1,08
SC	42012	Blumenau	4.752	677.376	1,42
SC	42013	Itajaí	1.551	570.947	2,68
SC	42014	Ituporanga	1.538	55.763	1,45
SC	42018	Tubarão	4.650	374.859	1,28
SC	42019	Criciúma	2.109	369.398	1,13
SC	42020	Araranguá	2.973	180.808	1,25
SP	35001	Jales	3.942	149.197	0,39
SP	35002	Fernandópolis	2.820	104.623	0,25
SP	35003	Votuporanga	3.213	139.475	1,00
SP	35004	São José do Rio Preto	10.427	763.534	0,98
SP	35005	Catanduva	2.290	221.465	0,61
SP	35006	Auriflama	2.319	46.367	0,54
SP	35007	Nhandeara	2.028	65.337	1,29
SP	35008	Novo Horizonte	2.442	79.222	0,68
SP	35009	Barretos	2.725	135.466	1,03
SP	35010	São Joaquim da Barra	5.579	211.389	0,83
SP	35011	Ituverava	2.011	95.710	0,72
SP	35012	Franca	3.453	386.704	0,83
SP	35014	Ribeirão Preto	6.025	1.032.547	1,00
SP	35016	Andradina	6.909	181.710	-0,13
SP	35017	Araçatuba	5.380	256.560	0,98
SP	35018	Birigui	4.523	257.531	0,90
SP	35019	Lins	3.888	160.220	1,33
SP	35020	Bauru	8.533	561.705	0,92
SP	35022	Avaré	5.912	178.434	1,02
SP	35024	Araraquara	6.282	502.149	-0,11
SP	35025	São Carlos	3.193	308.777	1,20
SP	35026	Rio Claro	2.955	242.577	1,22
SP	35027	Limeira	2.318	578.595	1,14
SP	35028	Piracicaba	3.797	556.085	1,49
SP	35030	São João da Boa Vista	5.446	409.370	0,41
SP	35031	Moji Mirim	2.350	382.879	1,46
SP	35032	Campinas	3.091	2.630.893	1,15
SP	35033	Amparo	1.635	178.917	1,12
SP	35034	Dracena	2.873	116.149	0,99
SP	35035	Adamantina	3.668	158.303	0,75
SP	35036	Presidente Prudente	17.555	573.368	0,67
SP	35037	Tupã	2.312	109.773	1,09
SP	35038	Marília	4.875	330.285	0,87

Sigla	Cod	Micro Região	Área	População	Elasticidade
SP	35039	Assis	7.152	263.861	0,61
SP	35046	Sorocaba	4.208	1.323.847	1,40
SP	35047	Jundiaí	804	633.273	1,87
SP	35048	Bragança Paulista	3.139	498.171	1,49
SP	35050	São José dos Campos	4.054	1.415.146	0,41
SP	35054	Caraguatatuba	1.961	281.779	2,44
SP	35058	Franco da Rocha	602	453.561	1,27
SP	35059	Guarulhos	780	1.347.337	0,68
SP	35060	Itapecerica da Serra	1.476	986.998	1,29
SP	35061	São Paulo	2.355	13.804.831	0,51
SP	35063	Santos	1.355	1.471.013	0,58
TO	17006	Porto Nacional	21.284	322.824	3,00

Fonte: IBGE.

8.3 Estimativa das matrizes futuras

Para estimar as matrizes futura foi primeiro necessário projetar o crescimento do PIB brasileiro durante o período da concessão. Diversas instituições financeiras realizam periodicamente projeções para as taxas de crescimento do PIB no curto prazo. Embora nem sempre essas projeções sejam confirmadas, elas são as melhores estimativas disponíveis. A Tabela 8.5 apresenta as projeções em março de 2019 para o crescimento do PIB do Brasil para os anos de 2019 a 2023 dos Bancos Bradesco, Itaú e do Boletim Focus do Banco do Central.

Tabela 8.5 - Projeção das taxas de crescimento do PIB nacional a curto prazo segundo instituições financeiras.

Ano	Bradesco	Focus	Itaú
2019	2,4%	2,4%	2,0%
2020	3,0%	2,8%	2,7%
2021	3,0%	2,7%	2,8%
2022	3,0%	2,6%	2,9%
2023	3,0%	2,6%	

Fonte: Bradesco, Itaú Boletim Focus (março/2019).

Com base nessas projeções foram elaborados 5 cenários com expectativas da evolução do PIB ao longo do período da concessão:

- Otimista+
- Otimista
- Esperado
- Pessimista
- Pessimista–

O cenário Esperado foi elaborado usando as valores intermediários das três fontes para os anos de 2019 a 2023. O cenário Pessimista adotou a menor projeção das três fontes em cada ano e o cenário Otimista adotou a maior. A partir de 2025 o cenário Esperado adotou uma taxa de 2,5% ao ano, o cenário Otimista uma taxa de 3,0% ao ano e o Pessimista adotou uma taxa de 2% ao ano. O cenários Otimista+ foi elaborado mantendo um crescimento médio anual de 3,5% ao ano a partir de 2023. O cenário Pessimista- adotou uma taxa de 1,7% ao ano durante todo o período de análise.

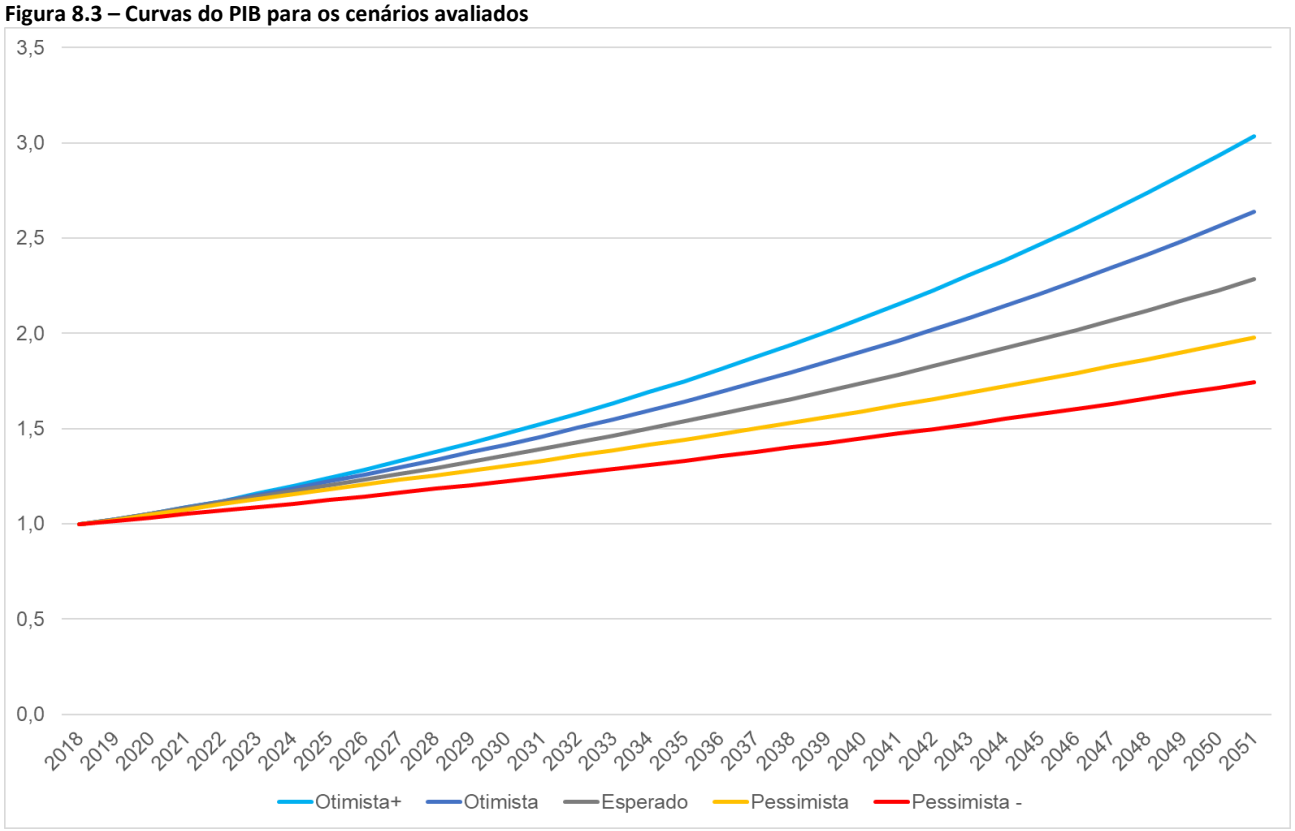
As taxas previstas para cada cenário estão apresentadas na Tabela 8.6 e a Figura 8.3 apresentam as curvas de crescimento relativo do PIB usando como referência o valor do PIB de 2018. Após a análise dos 3 cenários optou-se por adotar as taxas de crescimento para o cenário Esperado.

Tabela 8.6 – Cenários de crescimento do PIB Brasileiro.

Ano	Otimista +	Otimista	Esperado	Pessimista	Pessimista -
2019	2,4%	2,4%	2,4%	2,0%	1,7%
2020	**3,0%**	**3,0%**	**2,8%**	**2,7%**	**1,7%**
2021	3,0%	3,0%	2,8%	2,7%	1,7%
2022	3,0%	3,0%	2,8%	2,6%	1,7%
2023	3,5%	3,0%	2,7%	2,5%	1,7%
2024	3,5%	3,0%	2,6%	2,3%	1,7%
2025	**3,5%**	**3,0%**	**2,5%**	**2,2%**	**1,7%**
2026	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2027	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2028	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2029	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2030	**3,5%**	**3,0%**	**2,5%**	**2,0%**	**1,7%**
2031	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2032	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2033	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2034	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2035	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2036	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2037	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2038	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2039	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2040	**3,5%**	**3,0%**	**2,5%**	**2,0%**	**1,7%**
2041	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2042	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2043	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2044	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2045	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2046	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2047	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2048	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2049	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
2050	**3,5%**	**3,0%**	**2,5%**	**2,0%**	**1,7%**
2051	3,5%	3,0%	2,5%	2,0%	1,7%
Média	**3,4%**	**3,0%**	**2,5%**	**2,1%**	**1,7%**

Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.3 – Curvas do PIB para os cenários avaliados



Fonte: Elaboração própria.

As projeções do crescimento do PIB brasileiro foram usadas como referência para a projeção do crescimento dos PIBs das microrregiões homogêneas. Para isso, foram usados os valores de elasticidade entre o PIB da microrregião e PIB do Brasil. Diversas microrregiões dentro da área de influência da rodovia apresentaram um crescimento do PIB muito superior ao crescimento do PIB brasileiro. Embora seja esperado que esta tendência se prolongue por mais alguns anos, também é esperado que, na medida em que o tamanho da economia da microrregião aumente, a sua taxa de crescimento diminua. Sem essa consideração no prazo de 30 anos poderiam ocorrer distorções significativas com relação ao restante do país. Por esse motivo, foram aplicados fatores de redução nas elasticidades de longo prazo de tal forma que em 30 anos o crescimento das microrregiões fique próximo do crescimento médio do país.

A título de exemplo a Tabela 8.7 apresenta a evolução do PIB brasileiro e das elasticidades PIB estadual / PIB brasileiro para os estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás. Na tabela também estão apresentados as taxas anuais de crescimento do PIB por estado e as estimativas do PIB futuro relativas ao PIB de 2018. As curvas do crescimento relativo do PIB para os 3 estados e para o Brasil estão apresentadas na Figura 8.4.

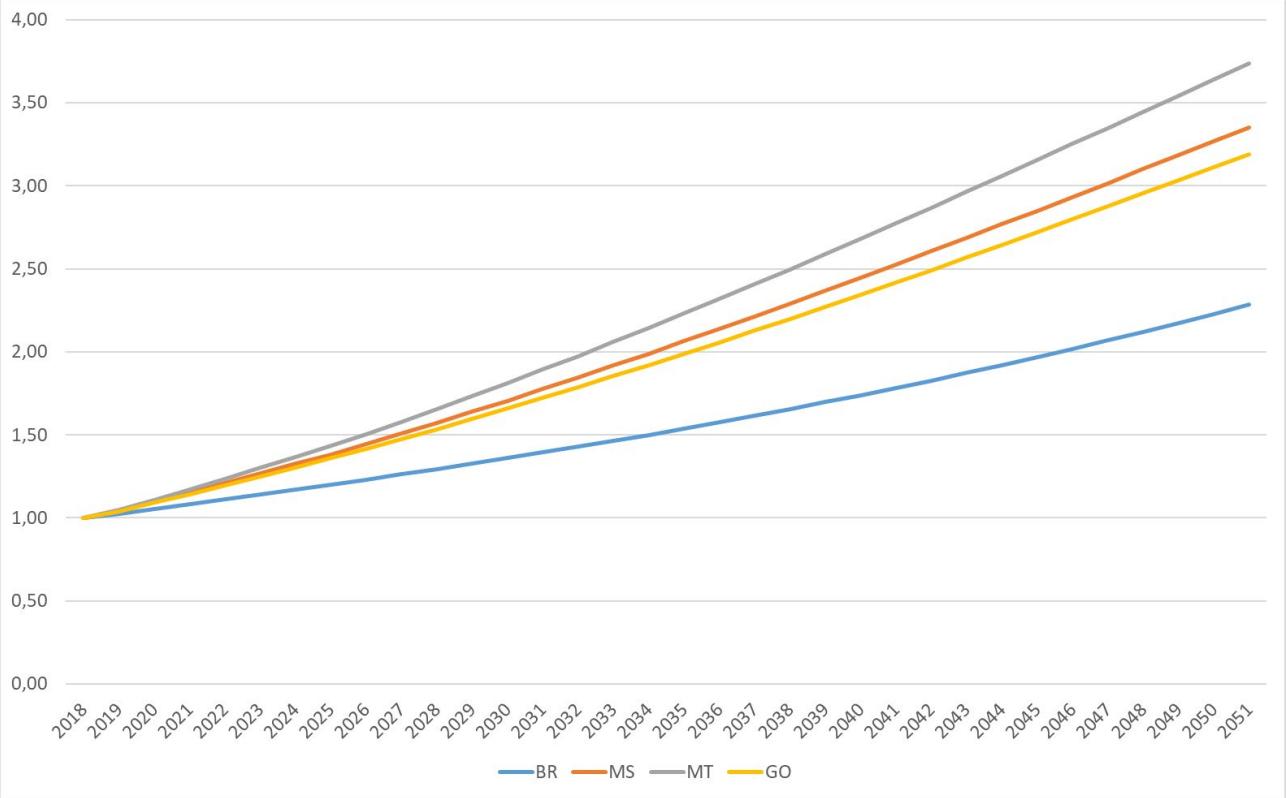
A evolução das taxas de crescimento do PIB por micro região foi calculada aplicando fatores de redução similares aos ilustrados na Tabela 8.7. A Figura 8.5 apresenta as taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre os anos de 2019 e 2025. A Figura 8.6 apresenta a mesma informação para o período entre 2025 e 2030. A Figura 8.7 apresenta a mesma informação para o período entre 2030 e 2035. A Figura 8.8 apresenta a mesma informação para o período de 2035 e 2040. A Figura 8.9 apresenta a mesma informação para o período de 2040 e 2045. A Figura 8.10 apresenta a mesma informação para o período de 2040 a 2045. A comparação das figuras mostra uma redução gradual nas taxas de crescimento, fazendo com que no período final as taxas de crescimento se tornem cada vez mais homogêneas.

Tabela 8.7 –Projeções da elasticidade e PIB para os estados do MS, MT e GO.

Ano	PIB %	Elasticidade PIB Estado/BR			PIB %			PIB Acumulado			
	BR	MS	MT	GO	MS	MT	GO	BR	MS	MT	GO
2018								1,00	1,00	1,00	1,00
2019	2,8%	1,81	2,02	1,71	4,4%	4,9%	4,1%	1,02	1,04	1,05	1,04
2020	3,0%	1,80	2,01	1,70	5,0%	5,6%	4,8%	1,05	1,10	1,11	1,09
2021	2,9%	1,79	2,00	1,69	5,0%	5,6%	4,7%	1,08	1,15	1,17	1,14
2022	2,8%	1,78	1,99	1,69	5,0%	5,6%	4,7%	1,11	1,21	1,23	1,20
2023	2,6%	1,77	1,98	1,68	4,8%	5,3%	4,5%	1,14	1,27	1,30	1,25
2024	2,5%	1,77	1,97	1,67	4,6%	5,1%	4,3%	1,17	1,32	1,37	1,31
2025	2,5%	1,76	1,96	1,66	4,4%	4,9%	4,2%	1,20	1,38	1,43	1,36
2026	2,5%	1,75	1,95	1,65	4,4%	4,9%	4,1%	1,23	1,44	1,50	1,42
2027	2,5%	1,74	1,94	1,64	4,3%	4,9%	4,1%	1,26	1,51	1,58	1,47
2028	2,5%	1,73	1,93	1,64	4,3%	4,8%	4,1%	1,29	1,57	1,65	1,53
2029	2,5%	1,69	1,88	1,60	4,2%	4,7%	4,0%	1,33	1,64	1,73	1,60
2030	2,5%	1,66	1,84	1,57	4,1%	4,6%	3,9%	1,36	1,71	1,81	1,66
2031	2,5%	1,62	1,79	1,54	4,0%	4,5%	3,8%	1,39	1,78	1,89	1,72
2032	2,5%	1,58	1,74	1,51	4,0%	4,4%	3,8%	1,43	1,85	1,97	1,79
2033	2,5%	1,55	1,70	1,48	3,9%	4,3%	3,7%	1,46	1,92	2,06	1,85
2034	2,5%	1,51	1,66	1,45	3,8%	4,1%	3,6%	1,50	1,99	2,14	1,92
2035	2,5%	1,48	1,62	1,42	3,7%	4,0%	3,6%	1,54	2,06	2,23	1,99
2036	2,5%	1,45	1,58	1,39	3,6%	3,9%	3,5%	1,58	2,14	2,32	2,06
2037	2,5%	1,42	1,54	1,36	3,5%	3,8%	3,4%	1,62	2,21	2,41	2,13
2038	2,5%	1,39	1,50	1,34	3,5%	3,7%	3,3%	1,66	2,29	2,50	2,20
2039	2,5%	1,36	1,46	1,31	3,4%	3,7%	3,3%	1,70	2,37	2,59	2,27
2040	2,5%	1,33	1,42	1,28	3,3%	3,6%	3,2%	1,74	2,45	2,68	2,34
2041	2,5%	1,30	1,39	1,26	3,2%	3,5%	3,1%	1,78	2,53	2,77	2,42
2042	2,5%	1,27	1,35	1,23	3,2%	3,4%	3,1%	1,83	2,61	2,87	2,49
2043	2,5%	1,24	1,32	1,21	3,1%	3,3%	3,0%	1,87	2,69	2,96	2,57
2044	2,5%	1,21	1,29	1,18	3,0%	3,2%	3,0%	1,92	2,77	3,06	2,64
2045	2,5%	1,19	1,26	1,16	3,0%	3,1%	2,9%	1,97	2,85	3,15	2,72
2046	2,5%	1,16	1,22	1,14	2,9%	3,1%	2,8%	2,02	2,93	3,25	2,80
2047	2,5%	1,13	1,19	1,11	2,8%	3,0%	2,8%	2,07	3,02	3,35	2,87
2048	2,5%	1,11	1,16	1,09	2,8%	2,9%	2,7%	2,12	3,10	3,45	2,95
2049	2,5%	1,08	1,13	1,07	2,7%	2,8%	2,7%	2,17	3,18	3,54	3,03
2050	2,5%	1,06	1,11	1,05	2,7%	2,8%	2,6%	2,23	3,27	3,64	3,11
2051	2,5%	1,04	1,08	1,03	2,6%	2,7%	2,6%	2,28	3,35	3,74	3,19

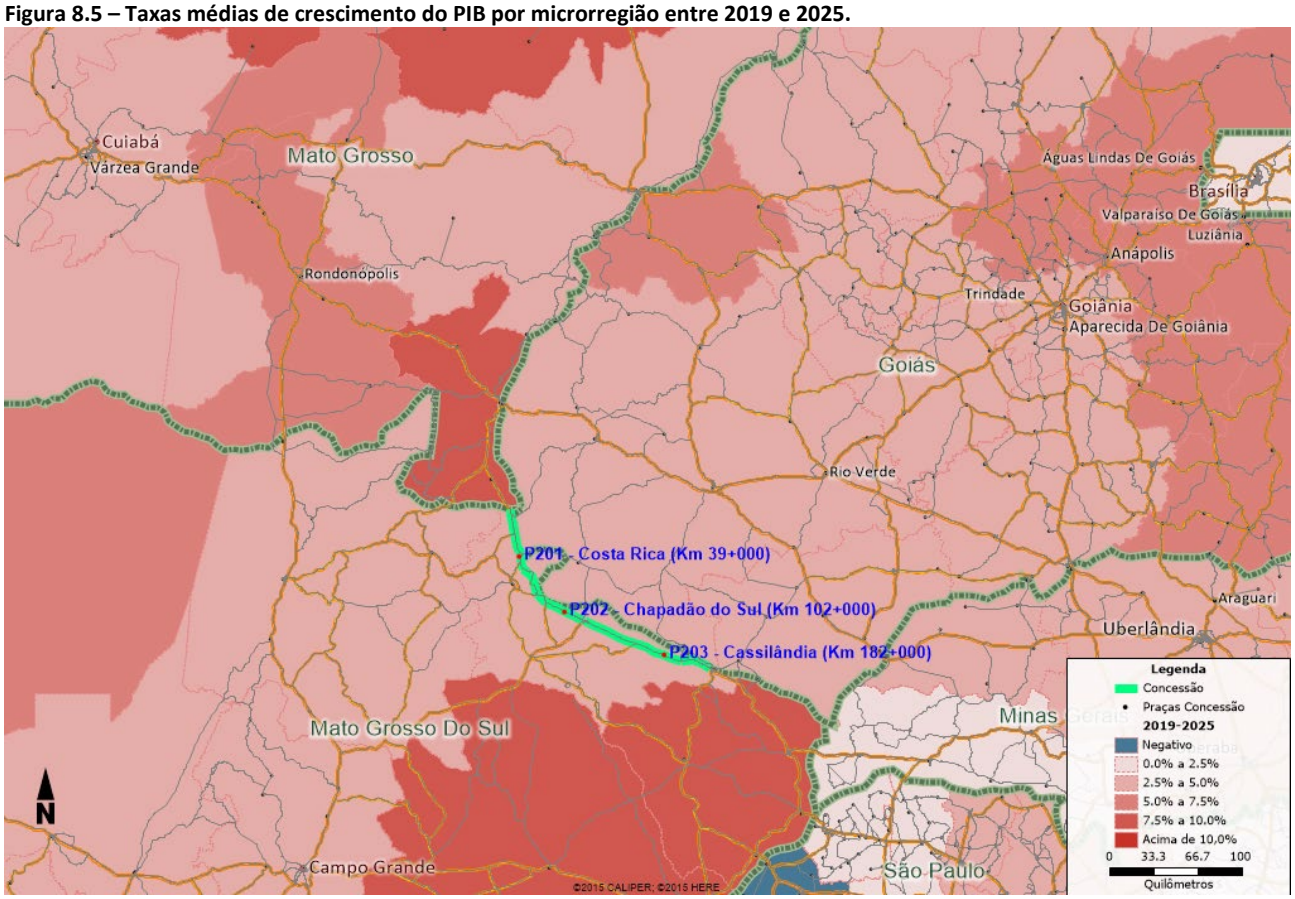
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.4 – Evolução da PIB relativo a 2018 para os estados de MS, MT GO e Brasil.



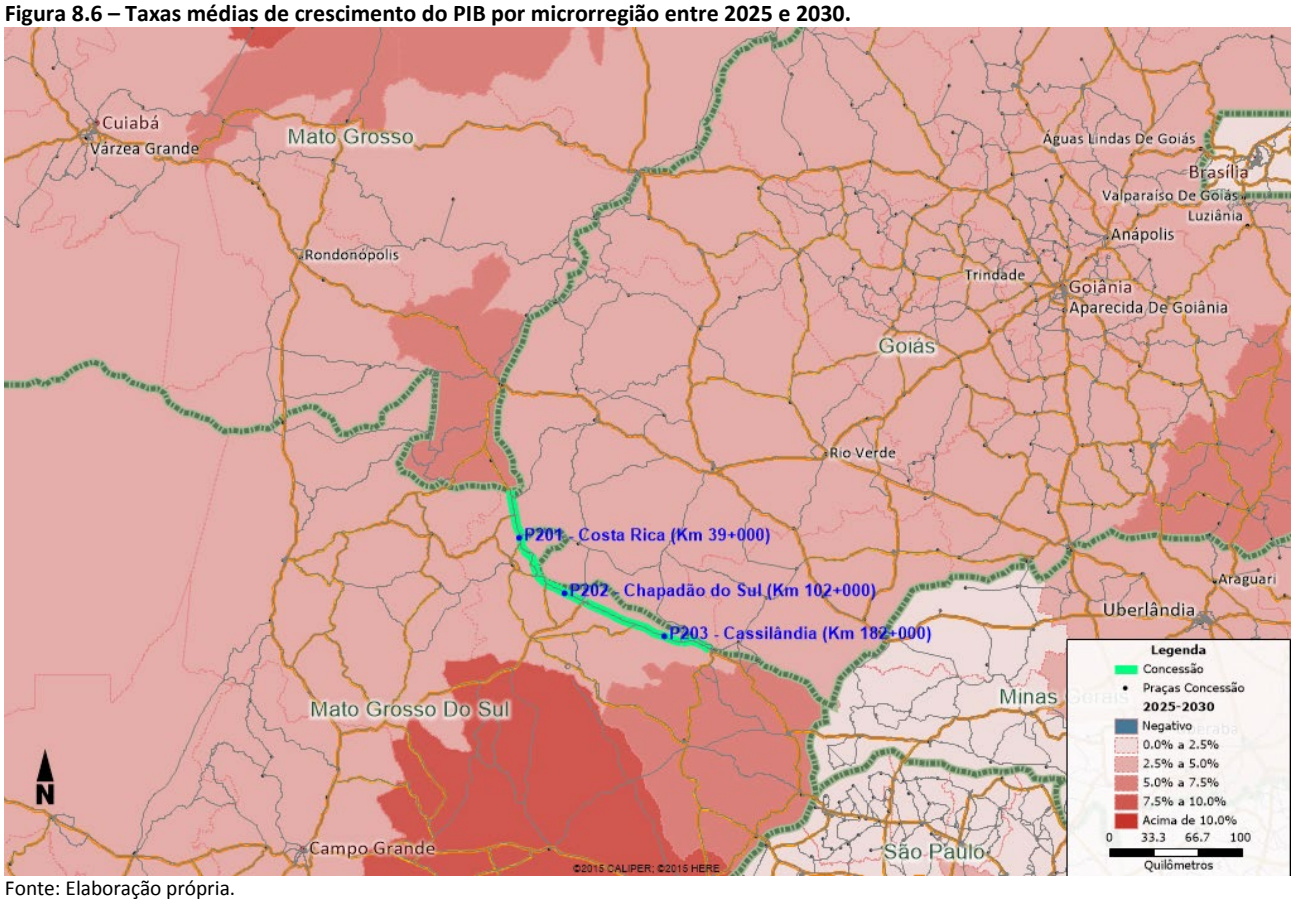
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.5 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2019 e 2025.



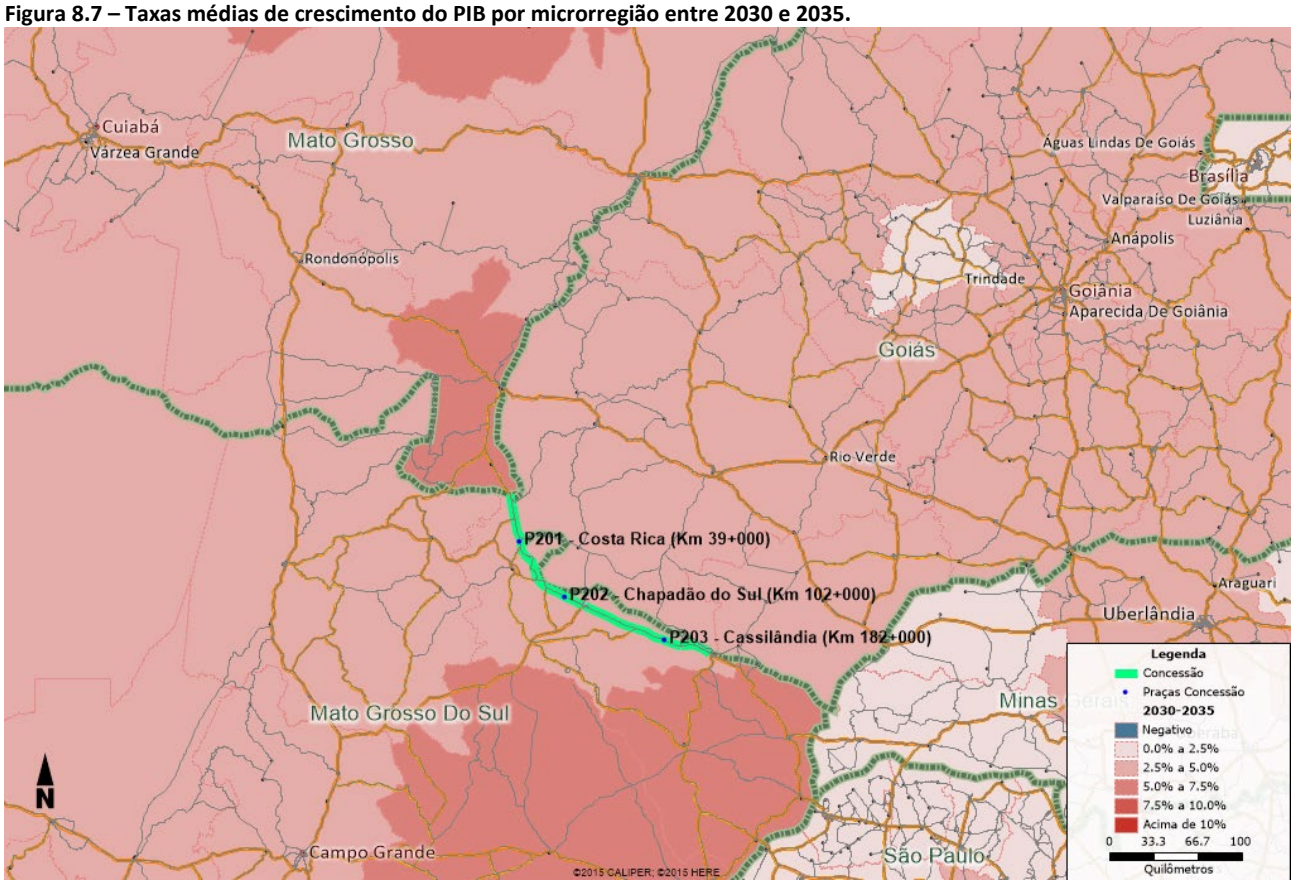
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.6 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2025 e 2030.



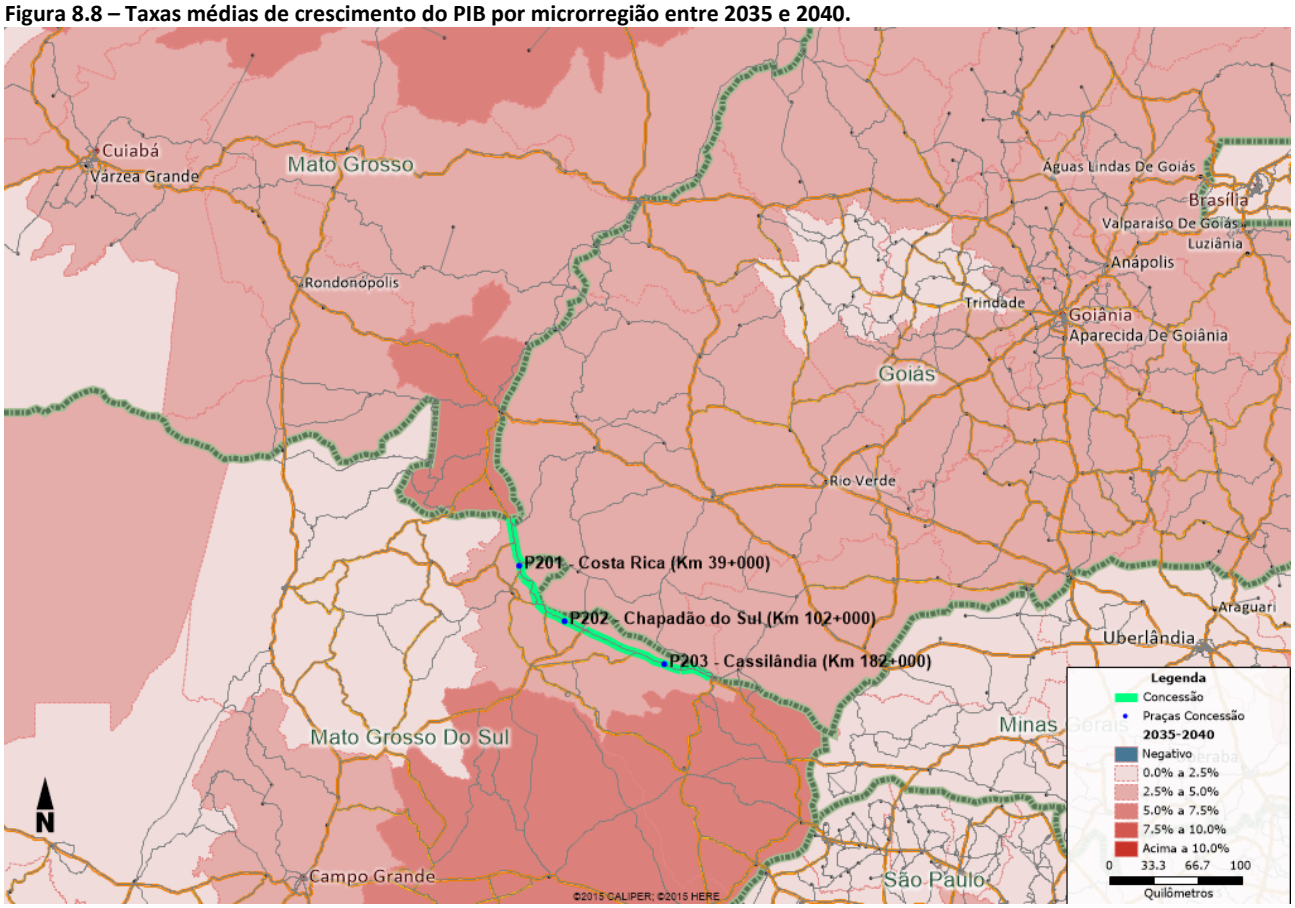
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.7 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2030 e 2035.



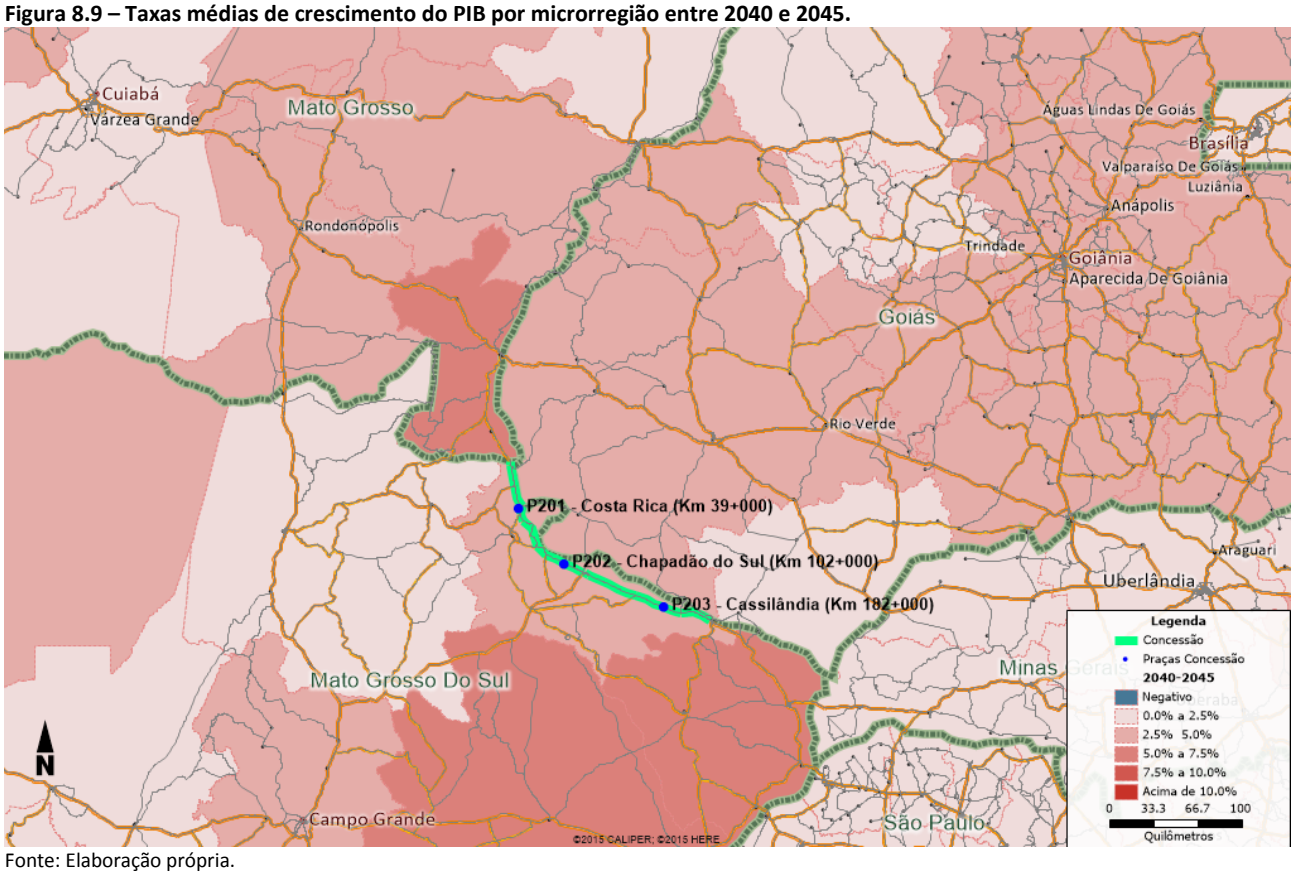
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.8 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2035 e 2040.



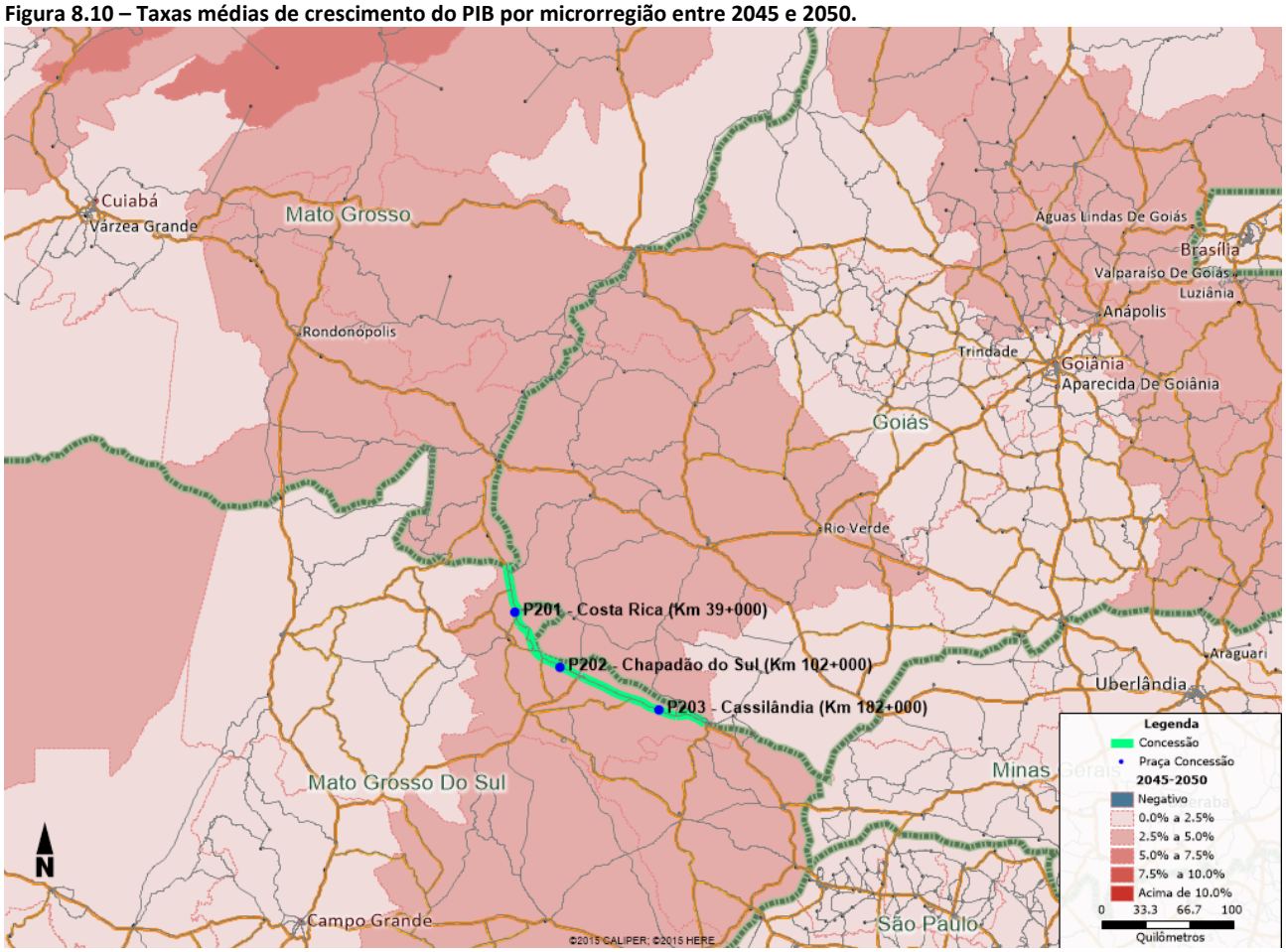
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.9 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2040 e 2045.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.10 – Taxas médias de crescimento do PIB por microrregião entre 2045 e 2050.



Fonte: Elaboração própria.

A etapa final da projeção das matrizes futuras foi aplicar as projeções de demanda do PIB e estimar o crescimento da demanda. Isso foi feito utilizando a metodologia descrita anteriormente neste capítulo. Para isso era necessário conhecer a elasticidade entre a variação do PIB e o crescimento do tráfego de veículos. Foi adotado como fonte das novas elasticidades o estudo de Transporte Rodoviário e Aéreo do Estado de São Paulo realizadas pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo – ARTESP.

A Tabela 8.8 apresenta os fatores de elasticidade Demanda PIB adotados e, a título de exemplo os crescimentos médios anuais na demanda dos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.
Com base nos parâmetros apresentados anteriormente foram estimadas as matrizes futura. Foram geradas matrizes para as 4 categorias de alocação:

- Automóveis (automóveis, vans, automóveis com semirreboque e reboque e motocicletas);
- Carga Leve (caminhões de 2 ou 3 eixos e ônibus);
- Carga Média (caminhões de 4 ou 5 eixos);
- Carga Pesada (caminhões de 6 eixos ou mais).

As matrizes foram geradas para 7 anos: 2020 (ano previsto para o início da concessão e para os anos futuros em intervalos de 5 anos (2025, 2030, 2035, 2040, 2045 e 2050). A Tabela 8.9 apresenta o total de viagens das matrizes futuras, os percentuais de crescimento médio nos períodos e os valores de crescimento relativos a 2019.

Os valores da tabela indicam apenas a evolução da demanda na região e não representam a evolução do tráfego futuro da rodovia. O tráfego futuro é função não só das matrizes, mas das mudanças operacionais e

da introdução dos pedágios na rodovia concedida e nas demais rodovias do entorno. Essas mudanças farão com que os veículos alterem as suas rotas. Da mesma forma, como a matriz foi projetada de forma desagregada. Os pares origem e destino tiveram crescimentos diferenciados. Por esse motivo, os incrementos de tráfego nos segmentos rodoviários e praças de pedágio da concessão não serão homogêneos e sua determinação é realizada pela alocação das matrizes futuras nas redes futuras.

Tabela 8.8 – Projeções do crescimento do tráfego.

Ano	Elasticidades Demanda/PIB			Taxas de crescimento do tráfego								
				GO			MS			MT		
	Auto	Carga Leve	Carga Média Pesada	Auto	Carga Leve	Carga Média Pesada	Auto	Carga Leve	Carga Média Pesada	Auto	Carga Leve	Carga Média Pesada
2019												
2020	1,1991	0,5959	1,4509	4,96%	2,46%	6,00%	5,37%	2,67%	6,50%	5,54%	2,75%	6,70%
2021	1,1891	0,6276	1,3968	4,74%	2,38%	5,57%	5,14%	2,57%	6,03%	5,29%	2,65%	6,22%
2022	1,1792	0,6593	1,3427	4,46%	2,26%	5,08%	4,84%	2,44%	5,51%	4,98%	2,52%	5,67%
2023	1,1692	0,6911	1,2886	4,38%	2,23%	4,82%	4,73%	2,41%	5,21%	4,86%	2,48%	5,36%
2024	1,1593	0,7228	1,2345	4,12%	2,12%	4,39%	4,45%	2,29%	4,74%	4,58%	2,35%	4,88%
2025	1,1493	0,7545	1,1805	3,87%	2,01%	3,98%	4,18%	2,17%	4,30%	4,31%	2,23%	4,42%
2026	1,1394	0,7862	1,1264	3,74%	1,96%	3,70%	4,04%	2,11%	3,99%	4,15%	2,17%	4,11%
2027	1,1294	0,8179	1,0723	3,62%	1,91%	3,44%	3,90%	2,06%	3,71%	4,01%	2,12%	3,81%
2028	1,1195	0,8497	1,0182	3,52%	1,87%	3,20%	3,79%	2,02%	3,44%	3,89%	2,07%	3,54%
2029	1,1095	0,8814	0,9641	3,41%	1,83%	2,96%	3,66%	1,96%	3,18%	3,75%	2,02%	3,26%
2030	1,0996	0,9131	0,9100	3,30%	1,79%	2,73%	3,53%	1,92%	2,92%	3,62%	1,96%	3,00%
2031	1,0896	0,9131	0,9100	3,19%	1,74%	2,66%	3,42%	1,87%	2,85%	3,50%	1,91%	2,92%
2032	1,0796	0,9131	0,9100	3,09%	1,70%	2,60%	3,30%	1,82%	2,78%	3,38%	1,87%	2,85%
2033	1,0697	0,9131	0,9100	2,99%	1,67%	2,54%	3,19%	1,78%	2,72%	3,27%	1,82%	2,78%
2034	1,0597	0,9131	0,9100	2,89%	1,63%	2,48%	3,08%	1,73%	2,65%	3,16%	1,77%	2,71%
2035	1,0498	0,9131	0,9100	2,80%	1,59%	2,43%	2,98%	1,69%	2,58%	3,05%	1,73%	2,64%
2036	1,0398	0,9131	0,9100	2,71%	1,55%	2,37%	2,88%	1,65%	2,52%	2,95%	1,69%	2,58%
2037	1,0299	0,9131	0,9100	2,62%	1,52%	2,32%	2,78%	1,61%	2,46%	2,84%	1,65%	2,51%
2038	1,0199	0,9131	0,9100	2,55%	1,49%	2,28%	2,69%	1,57%	2,40%	2,75%	1,61%	2,45%
2039	1,0100	0,9131	0,9100	2,52%	1,49%	2,28%	2,60%	1,53%	2,34%	2,65%	1,57%	2,39%
2040	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,51%	1,50%	2,29%	2,56%	1,53%	2,33%
2041	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2042	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2043	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2044	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2045	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2046	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2047	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2048	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2049	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2050	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%
2051	1,0000	0,9131	0,9100	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%	2,50%	1,49%	2,28%

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 8.9 – Evolução das matrizes de origem e destino por categoria de alocação (VDMa).

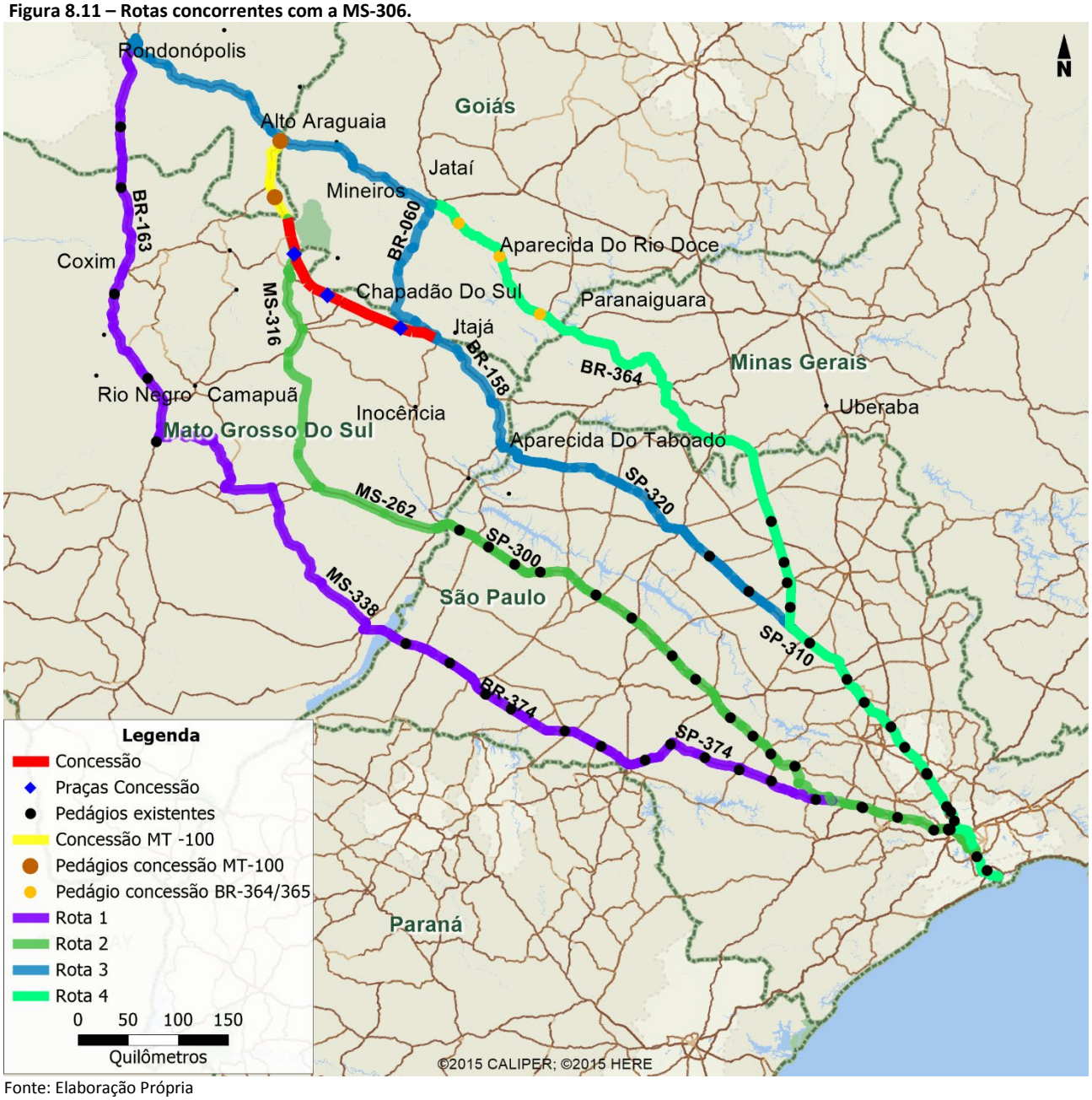
Ano	Total de viagens		Crescimento médio		Crescimento relativo a 2019	
	Auto	Carga	Auto	Carga	Auto	Carga
2019					1	1
2020	2.877	3.287	4,7%	4,6%	1,05	1,05
2025	3.623	4.121	3,8%	3,3%	1,26	1,25
2030	4.373	4.838	3,2%	2,6%	1,52	1,47
2035	5.123	5.488	2,7%	2,3%	1,78	1,67
2040	5.856	6.144	2,5%	2,2%	2,04	1,87
2045	6.634	6.867	2,5%	2,2%	2,31	2,09
2050	7.516	7.653				

8.4 Rotas rodoviárias concorrentes

Além das ligações locais entre os municípios lindeiros, a MS-306 funciona como uma ligação entre os estados de Mato Grosso, oeste de Goiás e norte do Mato Grosso do Sul com os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e sul do Brasil. A conexão com o estado de São Paulo ocorre principalmente em Aparecida do Taboado pela rodovia SP-320 e mais ao sul pela rodovia SP-300. Independente da rota de entrada no estado de São Paulo praticamente todas as rodovias que dão acesso à região metropolitana de São Paulo e ao porto de Santos são concedidas com a cobrança de pedágio.

Com a introdução de praças de pedágio ao longo da MS-306 o tráfego que hoje utiliza essa rodovia em deslocamentos de longo percurso, poderá utilizar algumas rotas alternativas para desviar de uma ou mais praças de pedágio. Foram identificadas 4 rotas principais. Essas rotas estão representadas na Figura 8.11 e na Tabela 8.10.

Figura 8.11 – Rotas concorrentes com a MS-306.



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 8.10 – Rotas alternativas à MS-306

Rotas	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Rodovias	BR-163 MS-245 MS-338 MS-374 SP-374 SP-300	BR-364 MS-100 MS-306 MS-316 MS-324 MS-262 SP-300	BR-364 BR-060 GO-184 BR-158 MS-316 SP-320	BR-364 SP-310
Extensão (km)	1.656	1.580	1.448	1.460
Tempo de deslocamento (horas)	21,6	24,5	18,5	19,0
Valor Pedágios (automóveis)	R$ 206,60	R$ 184,80	121,10	142,40

Fonte: Elaboração própria.

A Rota 1 é a que fica mais ao sul e passa principalmente pela BR-163, BR-338 e ingressa em São Paulo pela SP-374. Essa rota é composta predominantemente por vias concedidas com uma grande quantidade de pedágios. Os veículos que eventualmente adotarem essa rota desviarão completamente o seu percurso e não passarão por nenhum trecho da concessão.

A Rota 2 passa pela primeira praça da concessão em Costa Rica e desvia na MT-316, BR-060, MT-324 e BR-262, entrando em São Paulo pela SP-300. Atualmente essa rota possui uma atratividade muito baixa pois boa parte da MT-316 e da MT-324 não são pavimentadas. No entanto, caso as vias sejam pavimentadas no futuro, poderá haver desvio de tráfego pelas mesmas.

A Rota 3 é a principal concorrente da MS-306 para o tráfego oriundo de Mato Grosso e Goiás. Essa rota utiliza a BR-364 que corre paralela a MS-306, desviando na altura de Jataí para a BR-060 e seguindo pela GO-184 até voltar a MS-306 próximo a Cassilândia. Nessa rota todos os segmentos são asfaltados e ela será usada como alternativa para os usuários que quiserem evitar os pedágios uma vez que ela evita as 3 praças de MS-306. Dentre as rotas concorrentes essa é a rota mais rápida.

A Rota 4 é uma variante da Rota 3 que, no lugar de desviar para o sul, segue pela BR-364 até Minas Gerais e ingressa por são Paulo na SP-310 na altura de Araraquara. Da mesma forma que a Rota 3 ela também evita as 3 praças de pedágio da MS-306. No entanto, é menos atraente que a Rota 3 em função dos custos de pedágio que serão implantados nas rodovias BR-364/GO e BR-365/MG e tempos de deslocamento.

O efeito das rotas alternativas rodoviárias foi considerado no modelo de simulação de tráfego uma vez que elas fazem parte da rede de simulação.

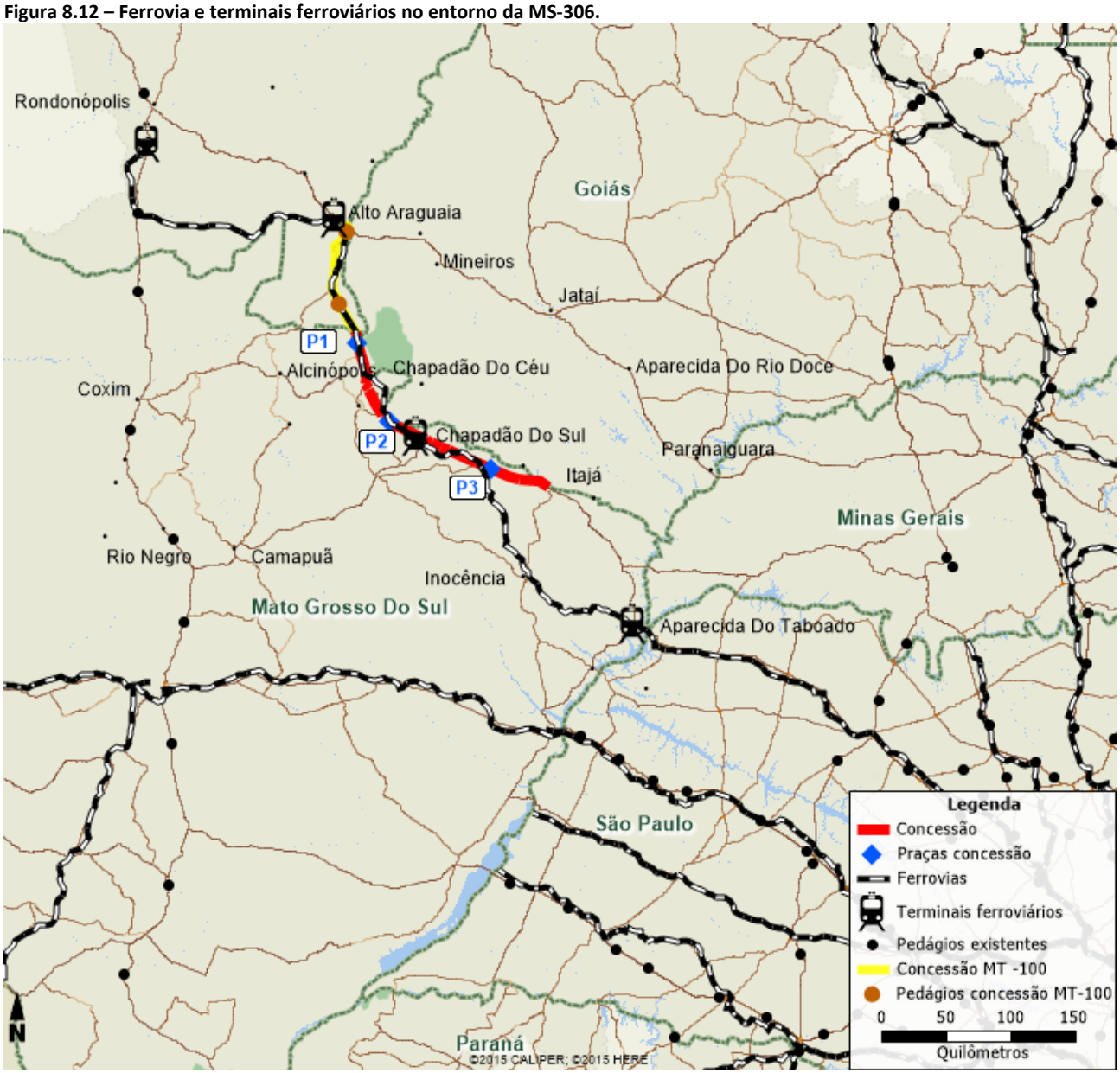
8.5 Concorrência da modalidade ferroviária

Além da concorrência com outras rodovias, a MS-306 poderá perder o tráfego de veículos de carga em função da concorrência com a modalidade ferroviária. Existe uma linha férrea em atividade que parte tem um traçado paralelo à MS-306 em boa parte do trecho da concessão, entre a divisa com o estado do Mato Grosso e o município de Cassilândia. A partir desse local o traçado da ferrovia se desvia para o sul e ingressa no estado de São Paulo no município de aparecida do Taboado, seguindo em direção à região Metropolitana de São Paulo e o Porto de Santos. A Figura 8.12 apresenta o traçado da ferrovia e os terminais ferroviários em atividade no entorno da MS-306.

Na região do entorno da MS-306 existem 4 terminais ferroviários ativos. Os terminais Rondonópolis e Alto Araguaia localizados no estado do Mato Grosso e os terminais Chapadão do Sul e Aparecida do Taboado localizado no estado do Mato Grosso do Sul. As estatísticas disponíveis na ANTT para os terminais de

Chapadão do Sul e Alto Araguaia abrangem o período de 2006 a 2018. As estatísticas disponíveis para os terminais de Rondonópolis e Aparecida do Taboado abrangem o período de 2013 a 2018.

Figura 8.12 – Ferrovia e terminais ferroviários no entorno da MS-306.



Fonte: ANTT.

A Tabela 8.11 apresenta o histórico de movimentação de cargas do terminal ferroviário de Rondonópolis. A Tabela 8.12, a Tabela 8.13 e a Tabela 8.14 apresentam a mesma informação para o terminal do Alto Araguaia, de Chapadão do Sul e de Aparecida do Taboado, respectivamente.

A Tabela 8.15 apresenta a matriz de origem e destino das cargas do terminal ferroviário de Rondonópolis. A Tabela 8.16, a Tabela 8.17 e a Tabela 8.18 apresentam a mesma informação para os terminais de Alto Araguaia, Chapadão do Sul e Aparecida do Taboado, respectivamente.

Através da análise do histórico do terminal ferroviário de Rondonópolis, é possível verificar que houve um crescimento significativo do volume de cargas embarcadas entre os anos de 2013 a 2015. No ano seguinte

houve uma redução de cerca de 20% nas cargas com origem nesse terminal, mas em 2017 e 2018 ocorreu um crescimento significativo. Os principais produtos embarcados foram grãos de soja e grão de milho.

No terminal de Alto Araguaia, o volume de carga embarcadas cresceu cerca de 3,5 vezes entre os anos de 2006 a 2012. Nos anos seguintes, entre 2012 a 2014, o terminal apresentou uma queda significativa no volume de carga embarcadas. Em 2015 ocorreu um pequeno crescimento, mantendo-se constante até 2018. As cargas com destino a Alto Araguaia são menos significativas. Entre 2006 a 2014, oscilaram entre crescimentos e decrescimento, e após o ano de 2014 não houve movimentação de cargas com destino à esse terminal.

O volume de cargas embarcadas no terminal de Chapadão do Sul diminuiu cerca de 70% do ano de 2006 para 2007. Entre o período de 2008 a 2016, apresentou pequenas oscilações, aumentando o volume de cargas embarcadas, principalmente nos anos de 2011 e 2012. Nos anos de 2017 e 2018 apresentou um crescimento significativo. Nesse terminal, o principal produto embarcado foi o álcool, seguido por soja e grãos de milho.

O único produto embarcado no terminal ferroviário de Aparecida do Taboado é a celulose, segundo os dados da ANTT. No ano de 2014 apresentou um crescimento significativo, dobrando o volume de celulose embarcado em relação ao ano de 2013. Entre os anos de 2015 e 2016 ocorreu uma queda significativa de 97% em relação ao ano de 2014. No entanto, nos anos de 2017 e 2018, principalmente, o volume embarcado cresceu significativamente.

A cargas embarcadas em todos os terminais tem como principal destino do porto de Santos e os municípios vizinhos, como Cubatão. Atualemnte, somente o terminal de Rondonópolis recebe carga de outros terminais. O principal produto com destino à Rondonópolis é o óleo Diesel, seguido pela gasolina, oriundos da Refinaria de Petróleo de Paulínia (REPLAN).

Tabela 8.11 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Rondonópolis (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Movimento	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Adubo Orgânico a Granel	Destino													229,4
Cloreto de Potássio	Destino													345,4
Contêiner Cheio de 20 Pés	Destino												0,2	2,2
Contêiner Cheio de 20 Pés	Origem								1,0	12,2	25,4	23,6	47,5	50,7
Contêiner Cheio de 40 Pés	Destino								0,9	5,5	0,9	8,2	18,4	103,3
Contêiner Cheio de 40 Pés	Origem								107,7	442,4	514,4	415,4	585,7	837,1
Contêiner Vazio de 20 Pés	Destino								0,5	0,7	2,8	3,0	5,0	5,1
Contêiner Vazio de 20 Pés	Origem								0,1				0,1	0,0
Contêiner Vazio de 40 Pés	Destino								15,5	57,2	67,2	54,6	73,1	95,7
Contêiner Vazio de 40 Pés	Origem									0,0	0,1	0,0	0,1	1,0
Farelo de Soja	Origem								1,2	819,0	1157,2	731,1	510,0	616,4
Gasolina	Destino										19,1	65,7	98,7	85,2
Grãos - Milho	Origem								2.792,2	5.038,1	7.141,1	4.420,1	8.199,5	8.353,1
Óleo Diesel	Destino										220,3	598,0	770,9	883,7
Óleo Diesel	Origem										49,6	108,3	112,4	131,6
Outros - adubos e Fertiliz - Perigoso	Destino													2,3
Soja	Origem									4.189,4	3.918,9	4.425,4	5.341,9	5.892,9
Ureia	Destino													121,0
Total	**Origem**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2.902**	**10.501**	**12.807**	**10.124**	**14.797**	**15.883**
Total	**Destino**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**17**	**63**	**310**	**729**	**966**	**1.873**

Fonte: ANTT

Tabela 8.12 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Alto Araguaia (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Movimento	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Açúcar	Destino						2,7							
Açúcar	Origem						16,6							
Adubo Orgânico a Granel	Destino	276,6	197,0	179,0	182,2	299,2	273,3	98,1	45,7	14,1				
Adubo Orgânico a Granel	Origem		2,0		0,8									
Adubo Orgânico acondicionado	Destino				1,3									
Cloreto de Potássio	Destino	89,9	258,2	189,4	114,3	27,2	83,9	237,4	107,3	26,8				
Farelo de Soja	Destino	43,3		8,7	31,1									
Farelo de Soja	Origem	1.346,2	1.459,2	1.481,8	1.290,6	1.349,8	1.725,0	1.544,7	1.557,2	1.718,7	1.828,0	2.298,0	3.315,3	3.360,7
Fosfato	Destino	22,7	67,4	15,7	40,5	13,0	10,1		58,5					
Fosfato - Perigoso	Destino	0,3												
Gesso	Destino	0,3												
Grãos - Milho	Destino		11,3		8,6									
Grãos - Milho	Origem		1.608,0	1.342,9	2.751,0	4.488,3	3.750,6	5.457,9	2.877,6	340,7	330,2	1063,9	219,3	445,4
Óleo Vegetal	Origem	62,5	75,0	84,6	63,3	18,4	13,1							
Outros - Produção agrícola	Origem		1,8				4,7							
Prd. Siderúrgicos - Outros	Destino						4,8	1,9						
Soja	Destino	4,6		7,0	32,5									
Soja	Origem	1.755,2	1.351,3	2.756,3	3.226,0	3.330,3	4.612,5	4.188,6	3.598,3	219,3	242,7	291,8	310,9	242,0
Ureia	Destino	10,8	7,0	13,6	2,7	6,8	13,2							
Total	**Origem**	**3.164**	**4.497**	**5.666**	**7.332**	**9.187**	**10.122**	**11.191**	**8.033**	**2.279**	**2.401**	**3.654**	**3.845**	**4.048**
Total	**Destino**	**449**	**541**	**413**	**413**	**346**	**388**	**337**	**212**	**41**	**0**	**0**	**0**	**0**

Fonte: ANTT

Tabela 8.13 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Chapadão do Sul (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Movimento	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Açúcar	Origem				8,1									
Álcool	Origem				23,4	75,7	242,6	272,3	396,4	403,6	433,4	465,9	501,5	489,6
Farelo de Soja	Destino				5,3									
Farelo de Soja	Origem				5,3									
Gasolina	Origem					0,7								
Grãos - Milho	Destino				11,2									
Grãos - Milho	Origem		7,2	55,6	53,6			72,6	6,9				373,0	333,5
Óleo Diesel	Destino								6,3	33,0	20,8	10,7		
Óleo Diesel	Origem					2,2								
Outros - Produção agrícola	Origem		37,9											
Soja	Origem	165,7	3,6	226,8	149,6	99,0	33,9	105,0	15,4				189,5	631,6
Total	**Origem**	**166**	**49**	**282**	**240**	**178**	**277**	**450**	**419**	**404**	**433**	**466**	**1.064**	**1.455**
Total	**Destino**	**0**	**0**	**0**	**16**	**0**	**0**	**0**	**6**	**33**	**21**	**11**	**0**	**0**

Fonte: ANTT

Tabela 8.14 – Histórico de carga no terminal ferroviário de Aparecida do Taboado (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Movimento	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Celulose	Origem								578,8	1.054,2	535,2	30,2	185,4	1.268,9

Fonte: ANTT.

Tabela 8.15 – Matriz do terminal ferroviário de Rondonópolis no ano de 2018 (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Origem	Boa Vista Velha	Conceiçãozinha	Cubatão	Replan	Rondonópolis	Santos	Total
Adubo Orgânico a Granel	Conceiçãozinha					217,9		**217,9**
Adubo Orgânico a Granel	Cubatão					10,1		**10,1**
Adubo Orgânico a Granel	Pereque					1,4		**1,4**
Cloreto de Potássio	Conceiçãozinha					345,4		**345,4**
Contêiner Cheio de 20 Pés	Cubatão					2,2		**2,2**
Contêiner Cheio de 20 Pés	Rondonópolis	1,9		48,9				**50,7**
Contêiner Cheio de 40 Pés	Boa Vista Velha					86,8		**86,8**
Contêiner Cheio de 40 Pés	Cubatão					16,5		**16,5**
Contêiner Cheio de 40 Pés	Rondonópolis	259,5		577,6				**837,1**
Contêiner Cheio de 40 Pés	Tutóia					0,0		**0,0**
Contêiner Vazio de 20 Pés	Boa Vista Velha					0,2		**0,2**

Mercadoria ANTT	Origem	Boa Vista Velha	Conceiçãozinha	Cubatão	Replan	Rondonópolis	Santos	Total
Contêiner Vazio de 20 Pés	Cubatão					4,9		**4,9**
Contêiner Vazio de 20 Pés	Rondonópolis			0,0				**0,0**
Contêiner Vazio de 40 Pés	Boa Vista Velha					23,1		**23,1**
Contêiner Vazio de 40 Pés	Cubatão					72,6		**72,6**
Contêiner Vazio de 40 Pés	Rondonópolis	0,9		0,1				**1,0**
Contêiner Vazio de 40 Pés	Tutóia					0,0		**0,0**
Farelo de Soja	Rondonópolis		112,7				503,7	**616,4**
Gasolina	Replan					85,2		**85,2**
Grãos - Milho	Rondonópolis	164,1	3626,1				4.562,8	**8.353,1**
Óleo Diesel	Replan					883,7		**883,7**
Óleo Diesel	Rondonópolis				131,6			**131,6**
Outros - adubos e Fertiliz - Perigoso	Conceiçãozinha					2,3		**2,3**
Soja	Rondonópolis	27,0	3038,3				2.827,7	**5.892,9**
Ureia	Conceiçãozinha					118,1		**118,1**
Ureia	Cubatão					2,8		**2,8**
Total		**453,3**	**6.777,1**	**626,6**	**131,6**	**1.873,2**	**7.894,2**	**17.756,0**

Fonte: ANTT.

Tabela 8.16 – Matriz do terminal ferroviário de Alto Araguaia no ano de 2018 (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Origem	Conceiçãozinha	Santos	Totais
Farelo de Soja	Alto Araguaia	1.221,4	2.139,3	3.360,7
Grãos - Milho	Alto Araguaia	290,9	154,5	445,4
Soja	Alto Araguaia	207,3	34,7	242,0
Total		**1.719,6**	**2.328,5**	**4.048,1**

Fonte: ANTT.

Tabela 8.17 – Matriz do terminal ferroviário de Chapadão do Sul no ano de 2018 (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Origem	Replan	Santos	Total
Álcool	Chapadão do Sul	489,6		**489,6**
Grãos - Milho	Chapadão do Sul		333,5	**333,5**
Soja	Chapadão do Sul		631,6	**631,6**
Total		**489,6**	**965,1**	**1.454,7**

Fonte: ANTT.

Tabela 8.18 – Matriz do terminal ferroviário de Aparecida do Taboado no ano de 2018 (volume em 1000 TU).

Mercadoria ANTT	Origem	Cubatão	Santos	Total
Celulose	Aparecida do Taboado	162,2	1.106,7	**1.268,9**

Fonte: ANTT.

Os volumes embarcados no terminal de Rondonópolis são bastante significativos. O terminal de Alto Araguaia também apresenta uma movimentação expressiva. O Terminal de Chapadão do Sul possui uma movimentação menor, mas que dobrou de tamanho em 2018. Todos esses terminais absorvem cargas que de poderiam ser transportadas pela rodovia.

O único terminal que atualmente não compete com carga com a rodovia é o terminal de Aparecida do Taboão que transporta apenas celulose. Uma eventual abertura desse terminal para o transporte de graneis agrícolas não representa um risco tão grande porque os veículos continuariam utilizando a rodovia para o deslocamento até esse terminal.

A ampliação do transporte de graneis agrícolas através dos terminais de Rondonópolis e Alto Araguaia representam um risco significativo ao tráfego futuro de veículos de carga pesado na MS-306. Se ocorrer, a redução deverá ser percebida nas 3 praças de pedágio da rodovia.

A ampliação do terminal ferroviário de Chapadão do Sul teria um efeito menor porque afetaria apenas o tráfego na praça 3, em Cassilândia. Além disso, conforme informações do operador do terminal da empresa RUMO, a maior parte da carga que chega no terminal tem origem nas regiões ao norte e oeste. Ou seja, como

a praça deverá ser implantada a oeste do acesso ao terminal, os veículos de carga com destino ao terminal ainda precisarão trafegar pelo pedágio de Chapadão do Sul.

O aumento da utilização da ferrovia depende de uma série de investimentos para eliminar gargalos nos terminais de embarque e ao longo da via. Em particular, como praticamente toda a carga se destina ao Porto de Santos, o maior problema consiste no compartilhamento dos trilhos entre a malha ferroviária de carga e os trens do sistema de transporte de passageiros em São Paulo. Esse problema impõe um limite no incremento no transporte ferroviário que somente será resolvido com a construção do contorno ferroviário de São Paulo.

A quantificação da perda de demanda pela mudança do transporte de cargas da modalidade rodoviária para a ferroviária, não foi quantificada uma vez que, como a ferrovia é concedida, depende de investimentos privados que não são de domínio público.

8.6 Alocação do tráfego para os cenários futuros

A alocação do tráfego para os cenários futuros foram realizadas para os anos base de projeto: 2019, 2020 (ano de abertura da concessão), 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 e 2050 (ano horizonte do projeto). Para determinar o volume de tráfego dos anos intermediários os valores foram interpolados.

A Tabela 8.19 apresenta um resumo do volume diário médio de tráfego total nos trechos homogêneos para os anos alocados. A Tabela 8.20 apresenta o volume diário médio separado por categoria de cobrança para cada ano base nos trechos homogêneos. Os valores apresentados nessa tabela não consideram a redução do trafego pela não cobrança dos eixos suspensos.

A Tabela 8.21 o volume diário médio do tráfego da Praça P1 durante o período da concessão. A Tabela 8.22 e a Tabela 8.23 apresentam a mesma informação as praças P2 e P3, respectivamente.

Tabela 8.19 – Volume de tráfego nos trechos homogêneos para os anos alocados.

TH	Código SRE	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	359BMS0030	1.649	1.722	2.177	2.562	2.921	3.268	3.646	4.062
2	306EMS0000	4.413	5.109	6.547	7.810	8.964	10.119	11.378	12.729
3	306EMS0026	5.268	6.006	7.654	9.100	10.425	11.740	13.180	14.732
4	306EMS0179	4.959	5.695	7.292	8.689	9.965	11.235	12.625	14.124
5	306EMS0340	4.966	5.701	7.300	8.699	9.977	11.248	12.640	14.142
6	306EMS0419	7.050	8.413	10.837	12.946	14.846	16.758	18.857	21.110
7	306EMS0471	7.050	8.413	10.837	12.946	14.846	16.758	18.857	21.110
8	306EMS0747	8.147	9.059	11.531	13.695	15.699	17.707	19.924	22.342
9	306EMS0853	8.138	9.051	11.521	13.683	15.686	17.692	19.908	22.324
10	306EMS0853	8.138	9.051	11.521	13.683	15.686	17.692	19.908	22.324
11	306EMS1153	10.892	11.935	15.078	17.826	20.372	22.930	25.736	28.814
12	306EMS1169	10.892	11.935	15.078	17.826	20.372	22.930	25.736	28.814
13	306EMS1213	7.426	8.283	10.550	12.512	14.311	16.131	18.157	20.364
14	306EMS1582	7.461	8.323	10.607	12.582	14.393	16.225	18.263	20.485
15	306EMS1943	15.221	16.151	20.629	24.432	27.950	31.475	35.234	39.437

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8.20 – Volume de tráfego por ano nos trechos homogêneos.

ANO	Trecho	Praça	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	M01
2019	1		76	1	0	96	13	1	3	72	78	0	27	3
2019	2		551	6	1	104	14	7	30	186	202	0	69	23
2019	3		603	7	1	194	26	7	28	219	238	0	81	26
2019	4		527	6	1	105	14	7	27	219	237	0	80	22

ANO	Trecho	Praça	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	M01
2019	5	P01	533	6	1	105	14	7	27	219	237	0	80	23
2019	6		271	3	0	77	10	13	55	342	371	0	126	12
2019	7		271	3	0	77	10	13	55	342	371	0	126	12
2019	8		1.319	15	1	290	39	14	59	313	339	0	115	56
2019	9	P02	1.316	15	1	289	39	14	59	313	339	0	115	56
2019	10		1.316	15	1	289	39	14	59	313	339	0	115	56
2019	11		1.681	19	2	566	77	21	87	396	430	0	146	71
2019	12		822	9	1	273	37	7	31	171	186	0	63	35
2019	13		818	9	1	227	31	10	41	316	343	0	116	35
2019	14	P03	814	9	1	217	29	10	43	319	346	0	117	35
2019	15		1.132	13	1	300	41	35	144	681	739	0	251	48
2020	1		79	1	0	99	13	1	4	75	82	0	28	3
2020	2		592	7	1	108	15	9	36	220	239	0	81	25
2020	3		646	7	1	200	27	8	34	254	276	0	94	27
2020	4		570	6	1	109	15	8	34	254	275	0	93	24
2020	5	P01	576	6	1	109	15	8	34	254	275	0	93	25
2020	6		311	3	0	82	11	16	67	410	445	0	151	13
2020	7		311	3	0	82	11	16	67	410	445	0	151	13
2020	8		1.406	16	1	300	41	16	67	354	384	0	130	60
2020	9	P02	1.403	16	1	299	41	16	67	354	384	0	130	60
2020	10		1.403	16	1	299	41	16	67	354	384	0	130	60
2020	11		1.776	20	2	593	80	23	96	441	479	0	162	76
2020	12		871	10	1	288	39	8	35	195	212	0	72	37
2020	13		867	10	1	245	33	12	48	356	386	0	131	37
2020	14	P03	863	10	1	234	32	12	50	359	389	0	132	37
2020	15		1.182	13	1	316	43	36	152	725	786	0	267	50
2025	1		100	1	0	111	15	1	5	97	105	0	36	4
2025	2		745	8	1	121	16	11	46	285	309	0	105	32
2025	3		814	9	1	225	31	10	43	329	357	0	121	35
2025	4		717	8	1	123	17	10	43	328	356	0	121	30
2025	5	P01	725	8	1	123	17	10	43	328	356	0	121	31
2025	6		393	4	0	93	13	21	87	530	575	0	195	17
2025	7		393	4	0	93	13	21	87	530	575	0	195	17
2025	8		1.769	20	2	337	46	21	86	457	496	0	168	75
2025	9	P02	1.765	20	2	337	46	21	86	457	496	0	168	75
2025	10		1.765	20	2	337	46	21	86	457	496	0	168	75
2025	11		2.235	25	2	665	90	30	124	569	617	0	209	95
2025	12		1.097	12	1	323	44	11	45	252	273	0	93	47
2025	13		1.094	12	1	273	37	15	62	459	498	0	169	46
2025	14	P03	1.089	12	1	261	35	16	65	463	502	0	170	46
2025	15		1.489	17	2	353	48	47	194	933	1.012	0	343	63
2030	1		121	1	0	123	17	2	6	115	125	0	42	5
2030	2		900	10	1	134	18	13	55	340	369	0	125	38
2030	3		982	11	1	249	34	12	52	392	426	0	144	42
2030	4		866	10	1	136	19	12	52	392	425	0	144	37
2030	5	P01	876	10	1	136	19	12	52	392	425	0	144	37
2030	6		478	5	0	103	14	25	103	634	688	0	233	20
2030	7		478	5	0	103	14	25	103	634	688	0	233	20
2030	8		2.134	24	2	373	51	25	102	545	591	0	200	91
2030	9	P02	2.129	24	2	372	50	25	102	545	591	0	200	91
2030	10		2.129	24	2	372	50	25	102	545	591	0	200	91
2030	11		2.695	30	3	732	99	35	147	676	734	0	249	115
2030	12		1.322	15	1	356	48	13	53	299	325	0	110	56
2030	13		1.320	15	1	300	41	18	73	546	592	0	201	56
2030	14	P03	1.315	15	1	287	39	18	77	551	598	0	203	56
2030	15		1.798	20	2	388	53	56	231	1.107	1.201	0	407	76

ANO	Trecho	Praça	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	M01
2035	1		141	2	0	134	18	2	7	132	143	0	49	6
2035	2		1.054	12	1	147	20	15	63	391	424	0	144	45
2035	3		1.151	13	1	273	37	14	59	450	488	0	166	49
2035	4		1.015	11	1	149	20	14	59	449	487	0	165	43
2035	5	P01	1.026	11	1	149	20	14	59	449	487	0	165	44
2035	6		561	6	1	112	15	28	118	727	789	0	268	24
2035	7		561	6	1	112	15	28	118	727	789	0	268	24
2035	8		2.499	28	3	407	55	28	117	624	677	0	230	106
2035	9	P02	2.494	28	3	406	55	28	117	624	677	0	230	106
2035	10		2.494	28	3	406	55	28	117	624	677	0	230	106
2035	11		3.157	35	3	798	108	40	167	774	839	0	285	134
2035	12		1.549	17	2	388	53	15	61	342	371	0	126	66
2035	13		1.547	17	2	326	44	20	84	625	678	0	230	66
2035	14	P03	1.541	17	2	312	42	21	87	630	684	0	232	65
2035	15		2.106	23	2	422	57	63	264	1.267	1.374	0	466	90
2040	1		162	2	0	145	20	2	8	148	161	0	54	7
2040	2		1.206	13	1	159	22	17	71	441	478	0	162	51
2040	3		1.315	15	1	294	40	16	67	507	550	0	187	56
2040	4		1.160	13	1	161	22	16	66	506	549	0	186	49
2040	5	P01	1.173	13	1	161	22	16	66	506	549	0	186	50
2040	6		643	7	1	121	16	32	133	821	891	0	302	27
2040	7		643	7	1	121	16	32	133	821	891	0	302	27
2040	8		2.856	32	3	441	60	32	132	705	764	0	259	121
2040	9	P02	2.850	32	3	439	60	32	131	704	764	0	259	121
2040	10		2.850	32	3	439	60	32	131	704	764	0	259	121
2040	11		3.608	40	4	862	117	45	189	873	946	0	321	153
2040	12		1.770	20	2	419	57	17	69	386	419	0	142	75
2040	13		1.770	20	2	351	48	23	94	705	765	0	259	75
2040	14	P03	1.762	20	2	336	46	24	98	711	772	0	262	75
2040	15		2.408	27	2	455	62	71	297	1.427	1.548	0	525	102
2045	1		183	2	0	156	21	2	9	166	180	0	61	8
2045	2		1.366	15	1	171	23	19	79	496	538	0	183	58
2045	3		1.490	17	2	317	43	18	75	570	619	0	210	63
2045	4		1.314	15	1	173	24	18	74	569	617	0	209	56
2045	5	P01	1.329	15	1	173	24	18	74	569	617	0	209	56
2045	6		731	8	1	131	18	36	149	925	1.003	0	340	31
2045	7		731	8	1	131	18	36	149	925	1.003	0	340	31
2045	8		3.235	36	3	474	64	36	147	795	862	0	292	138
2045	9	P02	3.228	36	3	473	64	35	147	795	862	0	292	137
2045	10		3.228	36	3	473	64	35	147	795	862	0	292	137
2045	11		4.086	45	4	929	126	51	211	983	1.066	0	361	174
2045	12		2.006	22	2	452	61	19	77	438	476	0	161	85
2045	13		2.007	22	2	378	51	25	106	795	863	0	293	85
2045	14	P03	1.998	22	2	362	49	27	110	802	870	0	295	85
2045	15		2.727	30	3	490	67	80	333	1.598	1.733	0	588	116
2050	1		208	2	0	168	23	2	10	185	201	0	68	9
2050	2		1.546	17	2	184	25	21	89	555	602	0	204	66
2050	3		1.686	19	2	342	46	20	84	638	692	0	235	72
2050	4		1.487	17	2	187	25	20	83	637	691	0	234	63
2050	5	P01	1.504	17	2	187	25	20	83	637	691	0	234	64
2050	6		828	9	1	141	19	40	167	1.035	1.123	0	381	35
2050	7		828	9	1	141	19	40	167	1.035	1.123	0	381	35
2050	8		3.664	41	4	511	69	40	165	892	968	0	328	156
2050	9	P02	3.656	41	4	510	69	40	165	892	967	0	328	155
2050	10		3.656	41	4	510	69	40	165	892	967	0	328	155
2050	11		4.627	52	5	1.000	136	57	237	1.102	1.196	0	406	197

ANO	Trecho	Praça	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	M01
2050	12		2.273	25	2	487	66	21	86	493	535	0	181	97
2050	13		2.275	25	2	407	55	28	118	893	969	0	329	97
2050	14	P03	2.265	25	2	390	53	30	123	901	977	0	331	96
2050	15		3.088	34	3	528	72	90	373	1.789	1.941	0	658	131

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8.21 – Volume de tráfego para a praça de pedágio P01 para os anos de horizonte.

ANO	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C09	M01	VDM	VDMeq
2020	**576**	**6**	**1**	**109**	**15**	**8**	**34**	**254**	**275**	**93**	**25**	**1.396**	**5.351**
2021	603	6	1	112	15	8	36	267	290	98	26	1.463	5.622
2022	632	7	1	114	16	9	37	281	305	103	27	1.532	5.908
2023	661	7	1	117	16	9	39	296	321	109	28	1.606	6.208
2024	692	8	1	120	17	10	41	312	338	115	30	1.682	6.523
2025	**725**	**8**	**1**	**123**	**17**	**10**	**43**	**328**	**356**	**121**	**31**	**1.763**	**6.856**
2026	753	8	1	125	17	10	45	340	369	125	32	1.826	7.100
2027	782	9	1	128	18	11	46	352	382	130	33	1.892	7.354
2028	812	9	1	131	18	11	48	365	396	134	34	1.960	7.617
2029	843	10	1	133	19	12	50	378	410	139	36	2.031	7.889
2030	**876**	**10**	**1**	**136**	**19**	**12**	**52**	**392**	**425**	**144**	**37**	**2.104**	**8.172**
2031	904	10	1	139	19	12	53	403	437	148	38	2.165	8.397
2032	933	10	1	141	19	13	55	414	449	152	40	2.227	8.629
2033	963	11	1	144	20	13	56	425	461	156	41	2.291	8.867
2034	994	11	1	146	20	14	58	437	474	161	43	2.357	9.112
2035	**1.026**	**11**	**1**	**149**	**20**	**14**	**59**	**449**	**487**	**165**	**44**	**2.425**	**9.364**
2036	1.054	11	1	151	20	14	60	460	499	169	45	2.485	9.590
2037	1.082	12	1	154	21	15	62	471	511	173	46	2.547	9.823
2038	1.112	12	1	156	21	15	63	482	523	177	48	2.611	10.061
2039	1.142	13	1	159	22	16	65	494	536	182	49	2.676	10.305
2040	**1.173**	**13**	**1**	**161**	**22**	**16**	**66**	**506**	**549**	**186**	**50**	**2.743**	**10.555**
2041	1.203	13	1	163	22	16	68	518	562	190	51	2.808	10.803
2042	1.233	14	1	166	23	17	69	530	575	195	52	2.875	11.057
2043	1.264	14	1	168	23	17	71	543	589	199	54	2.943	11.317
2044	1.296	15	1	171	24	18	72	556	603	204	55	3.013	11.583
2045	**1.329**	**15**	**1**	**173**	**24**	**18**	**74**	**569**	**617**	**209**	**56**	**3.085**	**11.856**
2046	1.362	15	1	176	24	18	76	582	631	214	58	3.157	12.126
2047	1.396	16	1	178	24	19	77	595	646	219	59	3.231	12.404
2048	1.431	16	2	181	25	19	79	609	660	224	61	3.307	12.687
2049	1.467	17	2	184	25	20	81	623	676	229	62	3.385	12.978
2050	**1.504**	**17**	**2**	**187**	**25**	**20**	**83**	**637**	**691**	**234**	**64**	**3.464**	**13.275**

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8.22 – Volume de tráfego para a praça de pedágio P02 para os anos de horizonte.

ANO	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C09	M01	VDM	VDMeq
2020	**1.403**	**16**	**1**	**299**	**41**	**16**	**67**	**354**	**384**	**130**	**60**	**2.771**	**8.561**
2021	1.469	17	1	306	42	17	70	373	404	137	63	2.899	8.982
2022	1.538	17	1	314	43	18	74	392	425	144	66	3.032	9.424
2023	1.610	18	2	321	44	19	78	413	448	152	69	3.172	9.888
2024	1.686	19	2	329	45	20	82	434	471	160	72	3.319	10.376
2025	**1.765**	**20**	**2**	**337**	**46**	**21**	**86**	**457**	**496**	**168**	**75**	**3.473**	**10.889**
2026	1.832	21	2	344	47	22	89	473	514	174	78	3.595	11.268
2027	1.902	22	2	351	48	23	92	490	532	180	81	3.722	11.661
2028	1.975	22	2	358	48	23	95	508	551	187	84	3.854	12.068
2029	2.051	23	2	365	49	24	99	526	571	193	88	3.990	12.489
2030	**2.129**	**24**	**2**	**372**	**50**	**25**	**102**	**545**	**591**	**200**	**91**	**4.131**	**12.926**
2031	2.197	25	2	379	51	26	105	560	607	206	94	4.251	13.284
2032	2.268	26	2	385	52	26	108	575	624	211	97	4.375	13.653
2033	2.341	26	3	392	53	27	111	591	641	217	100	4.502	14.032
2034	2.416	27	3	399	54	27	114	607	659	224	103	4.633	14.421

ANO	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C09	M01	VDM	VDMeq
2035	**2.494**	**28**	**3**	**406**	**55**	**28**	**117**	**624**	**677**	**230**	**106**	**4.768**	**14.822**
2036	2.561	29	3	412	56	29	120	639	694	236	109	4.887	15.181
2037	2.631	30	3	419	57	30	122	655	711	241	112	5.009	15.549
2038	2.702	30	3	425	58	30	125	671	728	247	115	5.135	15.926
2039	2.775	31	3	432	59	31	128	687	746	253	118	5.263	16.313
2040	**2.850**	**32**	**3**	**439**	**60**	**32**	**131**	**704**	**764**	**259**	**121**	**5.395**	**16.709**
2041	2.922	33	3	446	61	33	134	721	783	265	124	5.524	17.107
2042	2.996	34	3	452	62	33	137	739	802	272	127	5.656	17.516
2043	3.071	34	3	459	62	34	140	757	821	278	130	5.791	17.934
2044	3.149	35	3	466	63	34	144	776	841	285	134	5.930	18.363
2045	**3.228**	**36**	**3**	**473**	**64**	**35**	**147**	**795**	**862**	**292**	**137**	**6.072**	**18.802**
2046	3.309	37	3	480	65	36	150	814	882	299	140	6.216	19.238
2047	3.393	38	3	487	66	37	154	832	903	306	144	6.363	19.684
2048	3.478	39	4	495	67	38	158	852	924	313	148	6.514	20.142
2049	3.566	40	4	502	68	39	161	872	945	320	151	6.669	20.609
2050	**3.656**	**41**	**4**	**510**	**69**	**40**	**165**	**892**	**967**	**328**	**155**	**6.827**	**21.088**

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8.23 – Volume de tráfego para a praça de pedágio P03 para os anos de horizonte.

ANO	A01	A02	A03	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C09	M01	VDM	VDMeq
2020	**863**	**10**	**1**	**234**	**32**	**12**	**50**	**359**	**389**	**132**	**37**	**2.119**	**7.826**
2021	904	10	1	239	33	13	53	378	409	139	39	2.217	8.213
2022	947	11	1	244	33	13	56	397	431	146	40	2.320	8.620
2023	992	11	1	250	34	14	59	418	453	154	42	2.428	9.048
2024	1.039	12	1	255	34	15	62	440	477	162	44	2.541	9.498
2025	**1.089**	**12**	**1**	**261**	**35**	**16**	**65**	**463**	**502**	**170**	**46**	**2.660**	**9.970**
2026	1.131	13	1	266	36	16	67	479	520	176	48	2.753	10.317
2027	1.174	13	1	271	37	17	70	496	538	183	50	2.849	10.677
2028	1.219	14	1	276	37	17	72	514	558	189	52	2.949	11.050
2029	1.266	14	1	282	38	18	74	532	577	196	54	3.053	11.435
2030	**1.315**	**15**	**1**	**287**	**39**	**18**	**77**	**551**	**598**	**203**	**56**	**3.160**	**11.835**
2031	1.357	15	1	292	40	19	79	566	614	208	58	3.249	12.155
2032	1.401	16	1	297	40	19	81	581	631	214	59	3.341	12.484
2033	1.446	16	2	302	41	20	83	597	648	220	61	3.436	12.823
2034	1.493	17	2	307	41	20	85	613	666	226	63	3.533	13.171
2035	**1.541**	**17**	**2**	**312**	**42**	**21**	**87**	**630**	**684**	**232**	**65**	**3.633**	**13.528**
2036	1.583	18	2	317	43	22	89	645	701	238	67	3.723	13.857
2037	1.626	18	2	321	44	22	91	661	718	244	69	3.816	14.195
2038	1.670	19	2	326	44	23	93	677	736	250	71	3.911	14.540
2039	1.715	19	2	331	45	23	96	694	754	256	73	4.008	14.895
2040	**1.762**	**20**	**2**	**336**	**46**	**24**	**98**	**711**	**772**	**262**	**75**	**4.108**	**15.258**
2041	1.807	20	2	341	47	25	100	728	791	268	77	4.206	15.621
2042	1.853	21	2	346	47	25	103	746	810	275	79	4.306	15.993
2043	1.900	21	2	351	48	26	105	764	829	281	81	4.409	16.374
2044	1.948	22	2	357	48	26	107	783	849	288	83	4.514	16.764
2045	**1.998**	**22**	**2**	**362**	**49**	**27**	**110**	**802**	**870**	**295**	**85**	**4.622**	**17.164**
2046	2.049	23	2	367	50	28	112	821	890	302	87	4.731	17.562
2047	2.101	23	2	373	51	28	115	840	911	309	89	4.842	17.970
2048	2.154	24	2	379	51	29	118	860	933	316	91	4.956	18.388
2049	2.209	24	2	384	52	29	120	880	955	323	94	5.073	18.815
2050	**2.265**	**25**	**2**	**390**	**53**	**30**	**123**	**901**	**977**	**331**	**96**	**5.193**	**19.253**

Fonte: Elaboração própria.

9 Avaliação do nível de serviço

Os segmentos analisados possuem características físicas e operacionais diferentes entre si. Entretanto, todos os trechos são de pista de simples. Dessa forma, neste estudo foi utilizado somente o tipo de metodologia condizente com rodovias com estas características.

A metodologia adotada pertence ao método de cálculo do *Highway Capacity Manual* (HCM 2010), publicado pelo *Transportation Research Board.* O método para o cálculo do nível de serviço em rodovias de pista simples está apresentado no Capítulo 15 desta publicação.

Como pressuposto foi considerado que cada segmento da rede rodoviária pertence a um segmento homogêneo, com características de relevo, velocidade, faixas por sentido, e fluxo de veículos semelhantes e para cada um destes segmentos homogêneos foi calculado um nível de serviço.

9.1 Metodologia para avaliação do nível de serviço

O HCM define três classes de rodovias:

- Classe I: a prioridade nessas rodovias é uma eficiente mobilidade, nas quais os motoristas têm expectativa de viajar a velocidades relativamente altas. O nível de serviço é função da velocidade média de viagem e do percentual de tempo gasto seguindo em espera (*following-time*);

- Classe II: a mobilidade é menos crítica para esse tipo de rodovia e os motoristas não têm necessariamente a expectativa de trafegar em velocidades elevadas. O nível de serviço neste caso é função apenas do percentual do tempo gasto seguindo em espera (*following-time*);

- Classe III: são rodovias com a mobilidade e velocidade reduzidas e se localizam em áreas mais desenvolvidas, com um alto nível de atividades. Nestas rodovias muitas vezes o tráfego de mistura com o trânsito local, o que acaba diminuindo sua velocidade. O nível de serviço neste caso é função da velocidade que o veículo trafega em comparação com a velocidade máxima permitida na via.

Além dos pressupostos anteriores, foi considerado também para o cálculo do nível de serviço em rodovias de pista simples que:

- Todas as rodovias de Pista Simples avaliadas têm caráter de grande mobilidade, portanto se enquadram na Classe I;
- Os trechos com proibição de ultrapassagem variam de acordo com as características do terreno;
- A distribuição direcional do fluxo varia de acordo com as características do tráfego de cada segmento;
- A porcentagem de veículos pesados corresponde à soma de todas as categorias de veículos de carga e ônibus nos dois sentidos em relação ao total de veículos.

Na Classe I, o HCM considera que em rodovias de pista simples dois parâmetros refletem adequadamente a satisfação dos motoristas em relação a qualidade da operação: a velocidade (ATS) e a porcentagem de tempo em pelotão (PTSF). Por conseguinte, os níveis de serviço destas rodovias são determinados através destes parâmetros. A

Tabela 9.1 apresenta os critérios utilizados para a determinação do nível de serviço em rodovias de Classe I.

Tabela 9.1 – Definição do nível de serviço para rodovias de pista simples de Classe I para rodovias de pista simples.

Nível de Serviço	Tempo Gasto em Pelotão PTSF (%)	Velocidade Média de Operação ATS (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35 - 50	> 80 - 90
C	> 50 - 65	> 70 -80
D	> 65 - 80	> 60 - 70
E	> 80	< 60
F	Fluxo Total Bidirecional > 3.200 veículos/hora ou fluxo no sentido mais carregado> 1.700 veículos/hora	

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

No nível de serviço A, todos os motoristas podem andar em altas velocidades, tem pouca dificuldade de ultrapassagem e pelotões de três ou mais veículos são raros. No nível de serviço B, a necessidade e a dificuldade de ultrapassagem são equilibradas, passa a ser observada a formação de pelotões e alguma redução de velocidades é observada. No nível de serviço C, a maioria dos veículos viaja em pelotões as velocidades são visivelmente reduzidas. No nível de serviço D a ocorrência de pelotões e o tempo de permanência nos mesmos aumentam significativamente, o desejo de ultrapassagem dos veículos aumenta, mas as possibilidades de ultrapassagem são reduzidas. No nível de serviço E, a demanda está próxima à capacidade, o percentual de tempo gasto em pelotão é maior que 80% e as velocidades são seriamente reduzidas. No nível de serviço F, em um ou os ambos os sentidos a capacidade é excedida no segmento, as condições de funcionamento são instáveis e é observado um congestionamento pesado na rodovia. Os níveis de serviço estão ilustrados na Figura 9.1.

Figura 9.1 – Níveis de serviço segundo classificação HCM 2010.



Fonte: Elaboração própria.

Os valores da velocidade média de viagem e do percentual gasto em pelotão em cada segmento rodoviário é resultante dos procedimentos de cálculo, descritos a seguir.

9.1.1 Velocidade de fluxo livre

O primeiro parâmetro utilizado no cálculo é a velocidade básica de fluxo livre (BFFS). Essa velocidade corresponde a velocidade diretriz da rodovia ou, se esta não estiver disponível, a velocidade máxima permitida no trecho acrescida de 20 km/h. No presente estudo foi adotada a velocidade básica de fluxo livre de 110 km/h.

Uma vez determinada a velocidade base de fluxo livre (BFFS) são realizados ajustes para a largura das pistas, do acostamento da rodovia e do número de acessos e assim, determinada a velocidade de fluxo livre (FFS).

Os fatores de ajuste para largura das faixas e de acostamento estão apresentados na Tabela 9.2. Para esse estudo foram adotadas faixas de tráfego com 3,4 metros e o acostamento com largura igual a 2,5 metros. Os fatores de ajuste para o número de acessos estão indicados na Tabela 9.3. Como o número de acessos adotado para os trechos foi de 4 acessos por km, o fator de ajuste para o número de acessos por km utilizado para os cálculos do nível de serviço foi igual a zero.

$$FFS = BFFS - F_{ls} - F_a$$

- FFS = velocidade de fluxo livre;
- BFFS = velocidade base de fluxo livre (velocidade diretriz);
- F_{ls} = fator de ajuste em função da largura da faixa de tráfego e acostamento;
- F_a = fator de ajuste para o número de acessos por km.

Tabela 9.2 – Fatores de ajuste para a largura das faixas de tráfego e acostamento para rodovias de pista simples.

Largura da Faixa de Tráfego	Largura do Acostamento				
	0	2	4	6	>6
≥9	6,40	6,40	4,80	3,50	2,20
10	5,30	5,30	3,70	2,40	1,10
11	4,70	4,70	3,00	1,70	0,40
12	4,20	4,20	2,60	1,30	0,00
≥12	4,20	4,20	2,60	1,30	0,00

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.3 – Fatores de ajuste para o número de acessos por km para rodovias de pista simples.

Número de acessos por km	F_a
0	0
6	4
12	8
18	12
>= 24	16

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

9.1.2 Fluxo equivalente da velocidade média de operação

O cálculo do HCM para pista simples requer a estimativa do fluxo equivalente, que é um valor hipotético estimado para uma corrente de tráfego composta somente por veículos leves, para um período de pico de 15 minutos de análise.

Como os fatores de equivalência veicular adotados para transformar os veículos pesados em automóveis para o cálculo da velocidade média de operação e para a estimativa do tempo médio em pelotão são diferentes, para a definição dos níveis de serviço é necessário estimar dois valores de taxa de fluxo:

- $V_{p,\ ATS}$ – Fluxo equivalente determinado para estimar a velocidade média de operação;
- $V_{p,\ PTSF}$ – Fluxo equivalente determinado para estimar a porcentagem de tempo em pelotão.

Para a determinação do fluxo equivalente, utilizado para determinação da velocidade média de operação, são utilizadas as fórmulas descritas abaixo. Da Tabela 9.4 à Tabela 9.8 estão apresentados os parâmetros utilizados para a determinação dos fatores de ajuste do greide do terreno e para veículos pesados. No estudo o percentual adotado para veículos recreacionais foi de 5%.

$$V_{p,ATS} = V / (PHF \cdot F_{g,ATS} \cdot F_{HV,ATS})$$

Onde:

- $V_{p,\ ATS}$ = fluxo equivalente velocidade;
- V = fluxo de veículos na hora pico;
- PHF = fator hora pico (variação do volume nos 15 minutos mais carregados);
- $F_{g,ATS}$ = fator de ajuste em função do greide do terreno para velocidades;
- $F_{HV,ATS}$ = fator de ajuste para veículos pesados para velocidades.

$$F_{HV,ATS} = 1 / (1 + P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1))$$

Onde:

- P_T = percentual de veículos pesados;
- E_T = fator de equivalência para veículos pesados;
- P_R = percentual de veículos recreacionais;
- E_R = fator de equivalência para veículos recreacionais.

Tabela 9.4 – Fatores de ajuste do greide para velocidades em terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.

Fluxo Direcional	Plano	Ondulado
≤100	1	0,67
200	1	0,75
300	1	0,83
400	1	0,90
500	1	0,95
600	1	0,97
700	1	0,98
800	1	0,99
≥900	1	1,00

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.5 – Fatores de ajuste do greide para velocidades em terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.

Greide (%)	Comprimento do Segmento (km)	Fluxo Direcional (veh/h)								
		≤100	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**≥900**
≥3<3,5	0,4	0,78	0,84	0,87	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,8	0,75	0,83	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1,2	0,73	0,81	0,85	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1,6	0,73	0,79	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2,4	0,73	0,79	0,83	0,87	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
	3,2	0,73	0,79	0,82	0,86	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00
	4,8	0,73	0,78	0,82	0,85	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98
	≥6	0,73	0,78	0,81	0,85	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96
≥3,5<4,5	0,4	0,75	0,83	0,86	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,8	0,72	0,80	0,84	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1,2	0,67	0,77	0,81	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	1,6	0,65	0,73	0,77	0,81	0,94	0,95	0,97	1,00	1,00
	2,4	0,63	0,72	0,76	0,80	0,93	0,95	0,96	1,00	1,00
	3,2	0,62	0,70	0,74	0,79	0,93	0,94	0,96	1,00	1,00
	4,8	0,61	0,69	0,74	0,78	0,92	0,93	0,94	0,98	1,00
	≥6	0,61	0,69	0,73	0,78	0,91	0,91	0,92	0,96	1,00
≥4,5<5,5	0,4	0,71	0,79	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,8	0,60	0,70	0,74	0,79	0,94	0,95	0,97	1,00	1,00
	1,2	0,55	0,65	0,70	0,75	0,91	0,93	0,95	1,00	1,00
	1,6	0,54	0,64	0,69	0,74	0,91	0,93	0,95	1,00	1,00
	2,4	0,52	0,62	0,67	0,72	0,88	0,90	0,93	1,00	1,00
	3,2	0,51	0,61	0,66	0,71	0,87	0,89	0,92	0,99	1,00
	4,8	0,51	0,61	0,65	0,70	0,86	0,88	0,91	0,98	0,99
	≥6	0,51	0,60	0,65	0,69	0,84	0,86	0,88	0,95	0,97
≥5,5<6,5	0,4	0,57	0,68	0,72	0,77	0,93	0,94	0,96	1,00	1,00
	0,8	0,52	0,62	0,66	0,71	0,87	0,90	0,92	1,00	1,00
	1,2	0,49	0,57	0,62	0,68	0,85	0,88	0,90	1,00	1,00
	1,6	0,46	0,56	0,60	0,65	0,82	0,85	0,88	1,00	1,00
	2,4	0,44	0,54	0,59	0,64	0,81	0,84	0,87	0,98	1,00
	3,2	0,43	0,53	0,58	0,63	0,81	0,83	0,86	0,97	0,99
	4,8	0,41	0,51	0,56	0,61	0,79	0,82	0,85	0,97	0,99
	≥6	0,40	0,50	0,55	0,61	0,79	0,82	0,85	0,97	0,99
≥6,5	0,4	0,54	0,64	0,68	0,73	0,88	0,90	0,92	1,00	1,00

Greide (%)	Comprimento do Segmento (km)	Fluxo Direcional (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
	0,8	0,43	0,53	0,57	0,62	0,79	0,82	0,85	0,98	1,00
	1,2	0,39	0,49	0,54	0,59	0,77	0,80	0,83	0,96	1,00
	1,6	0,37	0,45	0,50	0,54	0,74	0,77	0,81	0,96	1,00
	2,4	0,35	0,45	0,49	0,54	0,71	0,75	0,79	0,96	1,00
	3,2	0,34	0,44	0,48	0,53	0,71	0,74	0,78	0,94	0,99
	4,8	0,34	0,44	0,48	0,53	0,70	0,73	0,77	0,93	0,98
	≥6	0,33	0,43	0,47	0,52	0,70	0,73	0,77	0,91	0,95

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.6 – Fatores de equivalência para veículos pesados e recreacionais para terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.

Veículo	Fluxo Direcional	Plano	Ondulado
Pesado	≤100	1,9	2,7
	200	1,5	2,3
	300	1,4	2,1
	400	1,3	2,0
	500	1,2	1,8
	600	1,1	1,7
	700	1,1	1,6
	800	1,1	1,4
	≥900	1,0	1,3
Recreacional	Todos	1,0	1,1

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.7 – Fatores de equivalência para veículos pesados para terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.

Greide (%)	Comprimento do Segmento (km)	Fluxo Direcional								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3<3,5	0	2,6	2,4	2,3	2,2	1,8	1,8	1,7	1,3	1,1
	1	3,7	3,4	3,3	3,2	2,7	2,6	2,6	2,3	2
	1	4,6	4,4	4,3	4,2	3,7	3,6	3,4	2,4	1,9
	2	5,2	5	4,9	4,9	4,4	4,2	4,1	3	1,6
	2	6,2	6	5,9	5,8	5,3	5	4,8	3,6	2,9
	3	7,3	6,9	6,7	6,5	5,7	5,5	5,3	4,1	3,5
	5	8,4	8	7,7	7,5	6,5	6,2	6	4,6	3,9
	≥6	9,4	8,8	8,6	8,3	7,2	6,9	6,6	4,8	3,7
≥3,5<4,5	0	3,8	3,4	3,2	3	2,3	2,2	2,2	1,7	1,5
	1	5,5	5,3	5,1	5	4,4	4,2	4	2,8	2,2
	1	6,5	6,4	6,5	6,5	6,3	5,9	5,6	3,6	2,6
	2	7,9	7,6	7,4	7,3	6,7	6,6	6,4	5,3	4,7
	2	9,6	9,2	9	8,9	8,1	7,9	7,7	6,5	5,9
	3	10,3	10,1	10	9,9	9,4	9,1	8,9	7,4	6,7
	5	11,4	11,3	11,2	11,2	10,7	10,3	10	8	7
	≥6	12,4	12,2	12,2	12,1	11,5	11,2	10,8	8,6	7,5
≥4,5<5,5	0	4,4	4	3,7	3,5	2,7	2,7	2,7	2,6	2,5
	1	6	6	6	6	5,9	5,7	5,6	4,6	4,2
	1	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	2	9,2	9,2	9,1	9,1	9	9	9	8,9	8,8
	2	10,6	10,6	10,6	10,6	10,5	10,4	10,4	10,2	10,1
	3	11,8	11,8	11,8	11,8	11,6	11,6	11,5	11,1	10,9
	5	13,7	13,7	13,6	13,6	13,3	13,1	13	11,9	11,3
	≥6	15,3	15,3	15,2	15,2	14,6	14,2	13,8	11,3	10
≥5,5<6,5	0	4,8	4,6	4,5	4,4	4	3,9	3,8	3,2	2,9
	1	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
	1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
	2	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,2	10,1
	2	11,9	11,9	11,9	11,9	11,8	11,8	11,8	11,7	11,6
	3	12,8	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	12,7	12,6	12,5
	5	14,4	14,4	14,4	14,4	14,3	14,3	14,3	14,2	14,1

Greide (%)	Comprimento do Segmento (km)	Fluxo Direcional								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
	≥6	15,4	15,4	15,3	15,3	15,2	15,1	15,1	14,9	14,8
≥6,5	0	5,1	5,1	5	5	4,8	4,7	4,7	4,5	4,4
	1	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
	1	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
	2	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,3	10,2
	2	12	12	12	12	11,9	11,9	11,9	11,8	11,7
	3	12,9	12,9	12,9	12,9	12,8	12,8	12,8	12,7	12,6
	5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,4	14,4	14,4	14,3	14,2
	≥6	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,3	15,3	15,2	15,1

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.8 – Fatores de equivalência para veículos recreacionais para terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.

Greide (%)	Comprimento do Segmento (km)	Fluxo Direcional								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3,5	≤0,40	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>0,40 ≤1,20	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>1,20 ≤2,00	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>2,00 ≤3,60	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>3,60	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
≥3,5 <4,5	≤1,20	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>1,20 ≤5,65	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>5,65	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
≥4,5 <5,5	≤4,00	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>4,00	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
≥5,5 <6,5	≤1,20	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>1,20 ≤4,00	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>4,00 ≤5,65	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
	>5,65	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
≥6,5	≤4,00	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	>4,00 ≤5,65	1,6	1,5	1,4	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	>5,65	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Os fatores de equivalência veicular são definidos para diferentes situações:

- Segmentos típicos em terrenos planos ou ondulados;
- Subidas com declividades elevadas;
- Descidas com declividades elevadas;

As subidas e descidas com uma declividade igual ou superior a 3% e com uma extensão igual ou maior de 700 metros devem ser tratados como um segmento específico.

A maioria das descidas são consideradas como terreno plano para fins de análise. Algumas declividades, no entanto, são grandes o suficiente para forçar alguns caminhões a andar em velocidades mais lentas que normalmente. Nesses casos, os motoristas são forçados a operar em uma velocidade baixa para aplicar o freio motor, uma vez que o sistema de freio normal não seria suficiente para retardar ou parar um veículo pesado de ganhar impulso à medida que viaja para baixo em uma declividade acentuada.

Quando esta situação ocorre, o fator de ajuste para veículos pesados (FHV,ATS) é obtido através fórmula transcrita abaixo e os fatores de equivalência para veículos pesados operando com a velocidade reduzida são obtidos através da Tabela 9.9.

$$F_{HV,ATS} = 1 / 1 + P_{TC} \times P_T (E_{TC} - 1) + (1 - P_{TC}) \times P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)$$

Onde:

- PTC = percentual de veículos pesados operando com a velocidade reduzida (crawl speed);
- ETC = fator de equivalência para veículos pesados operando com a velocidade reduzida;
- PT = percentual de veículos pesados;
- ET = fator de equivalência para veículos pesados;
- PR = percentual de veículos recreacionais;
- ER = fator de equivalência para veículos recreacionais.

Tabela 9.9 – Fatores de equivalência para veículos pesados em terrenos montanhosos com velocidade reduzida para rodovias de pista simples.

Diferença entre FFS e Crawl Speed (km/h)	Fluxo Direcional								
	≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≤24	4,7	4,1	3,6	3,1	2,6	2,1	1,6	1	1
32	9,9	8,7	7,8	6,7	5,8	4,9	4	2,7	1
40	15,1	13,5	12	10,4	9	7,7	6,4	5,1	3,8
48	22	19,8	17,5	15,6	13,1	11,6	9,2	6,1	4,1
56	29	26	23,1	20,1	17,3	14,6	11,9	9,2	6,5
≥64	35,9	32,3	28,6	24,9	21,4	18,1	14,7	11,3	7,9

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

9.1.3 Velocidade média de operação

A velocidade média de operação é calculada a partir da velocidade de fluxo livre, o fluxo equivalente, o fluxo oposto e a porcentagem de zonas com proibição de ultrapassagem na direção de análise. Os fatores de ajuste para percentual de trechos com ultrapassagem proibida são obtidos através da Tabela 9.10 e a velocidade média de operação é calculada através da fórmula:

$$ATS_d = FFS - 0{,}00776(V_{d,\,ATS} + V_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

Onde:

- ATS_d = velocidade média operacional;
- FFS = velocidade de fluxo livre;
- $V_{d,ATS}$ = fluxo na direção de análise;
- $V_{o,ATS}$ = fluxo na direção oposto;
- $f_{np,ATS}$ = fator de ajuste para percentual de trechos com ultrapassagem proibida.

Tabela 9.10 – Fator de ajuste em função da porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida para rodovias de pista simples.

Fluxo Oposto, vo (pc/h)	Percentual de trechos com ultrapassagem proibida				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS ≥ 105 km/h					
≤100	1,1	2,2	2,8	3	3,1
200	2,2	3,3	3,9	4	4,2
400	1,6	2,3	2,7	2,8	2,9
600	1,4	1,5	1,7	1,9	2
800	0,7	1	1,2	1,4	1,5
1000	0,6	0,8	1,1	1,1	1,2
1200	0,6	0,8	0,9	1	1,1
1400	0,6	0,7	0,9	0,9	0,9
≥1600	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
FFS = 100 km/h					
≤100	0,7	1,7	2,5	2,8	2,9
200	1,9	2,9	3,7	4	4,2
400	1,4	2	2,5	2,7	3,9
600	1,1	1,3	1,6	1,9	2
800	0,6	0,9	1,1	1,3	1,4
1000	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2
1200	0,5	0,7	0,9	0,9	1,1

Fluxo Oposto, vo (pc/h)	Percentual de trechos com ultrapassagem proibida				
	≤ 20	40	60	80	100
1400	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9
≥1600	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7
FFS = 90 km/h					
≤100	0,5	1,2	2,2	2,6	2,7
200	1,5	2,4	3,5	3,9	4,1
400	1,3	1,9	2,4	2,7	2,8
600	0,9	1,1	1,6	1,8	1,9
800	0,5	0,7	1,1	1,2	1,4
1000	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1
1200	0,5	0,6	0,7	0,9	1
1400	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9
≥1600	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
FFS = 80 km/h					
≤100	0,2	0,7	1,9	2,4	2,5
200	1,2	2	3,3	3,9	4
400	1,1	1,6	2,2	2,6	2,7
600	0,6	0,9	1,4	1,7	1,9
800	0,4	0,6	0,9	1,2	1,3
1000	0,4	0,4	0,7	0,9	1,1
1200	0,4	0,4	0,7	0,8	1
1400	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8
≥1600	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
FFS ≤ 70 km/h					
≤100	0,1	0,4	1,7	2,2	2,4
200	0,9	1,6	3,1	3,8	4
400	0,9	0,5	2	2,5	2,7
600	0,4	0,3	1,3	1,7	1,8
800	0,3	0,3	0,8	1,1	1,2
1000	0,3	0,3	0,6	0,8	1,1
1200	0,3	0,3	0,6	0,7	1
1400	0,3	0,3	0,6	0,6	0,7
≥1600	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

9.1.4 Fluxo equivalente do percentual gasto em pelotão

O processo de ajuste do fluxo equivalente para estimar o percentual do tempo gasto em pelotão é semelhante ao realizado para estimar o fluxo equivalente utilizado no cálculo da velocidade média de operação. A abordagem geral é a mesma, porém os fatores de ajuste são diferentes, e os fluxos ajustados serão diferentes, por consequência. As fórmulas a seguir descritas são utilizadas para determinar o fluxo equivalente para pelotão e o fator de ajuste para veículos pesados em pelotão. A Tabela 9.11 apresenta os fatores de ajuste do greide para terrenos planos e ondulados. A Tabela 9.12 apresenta a mesma informação para terrenos montanhosos. A Tabela 9.13 e Tabela 9.14 apresentam os fatores de equivalência para veículos pesados e recreacionais em terrenos planos e ondulados e em terrenos montanhosos, respectivamente.

$$V_{p,\,PTSF} = V / (PHF \cdot f_{g,PTSF} \cdot f_{HV,\,PTSF})$$

Onde:

- $V_{p,\,ATS}$ = fluxo equivalente para pelotão;
- V = fluxo de veículos na hora pico;
- PHF = fator hora pico (variação do volume nos 15 minutos mais carregados);
- $F_{g,\,PTSF}$ = fator de ajuste em função do greide do terreno para pelotão;
- $F_{HV,PTSF}$ = fator de ajuste para veículos pesados para pelotão.

$$F_{HV,PTSF} = 1 / (1 + P_t (E_{Tp} - 1) + P_R (E_{Rp} - 1))$$

Onde:

- P_T = percentual de veículos pesados;
- E_{Tp} = fator de equivalência para veículos pesados para pelotão;
- P_R= percentual de veículos recreacionais;
- E_{Rp} = fator de equivalência para veículos recreacionais para pelotão.

Tabela 9.11 – Fatores de ajuste do greide para pelotão em terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.

Fluxo	Plano	Ondulado
≤100	1	0,73
200	1	0,8
300	1	0,85
400	1	0,9
500	1	0,96
600	1	0,97
700	1	0,99
800	1	1,00
≥900	1	1,00

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.12 – Fatores de ajuste do greide para pelotão em terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.

Greide (%)	Comprimento do Segmento (km)	Fluxo Direcional (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3,5	0,4	1,00	0,99	0,97	0,96	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	0,8	1,00	0,99	0,98	0,97	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	1,2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	1,6	1,00	0,99	0,98	0,97	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	2,4	1,00	0,99	0,98	0,97	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
	3,2	1,00	0,99	0,98	0,98	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
	4,8	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96
	≥6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	0,97
≥3,5 <4,5	0,4	1,00	0,99	0,98	0,97	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92
	0,8	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	0,97	0,97	0,96	0,95
	1,2	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96
	1,6	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
	2,4	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
	3,2	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
	4,8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	≥6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
≥4,5 <5,5	0,4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	0,97
	≥,8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
≥5,5	Todos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.13 – Fatores de equivalência para veículos pesados e recreacionais para terrenos planos e ondulados para rodovias de pista simples.

Veículo	Fluxo Direcional (veh/h)	Plano	Ondulado
Pesado	≤100	1,10	1,90
	200	1,10	1,80
	300	1,10	1,70
	400	1,10	1,60
	500	1,00	1,40
	600	1,00	1,20
	700	1,00	1,00
	800	1,00	1,00
	≥900	1,00	1,00
Recreacional	Todos	1,00	1,00

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.14 – Fatores de equivalência para veículos pesados e recreacionais em terrenos montanhosos para rodovias de pista simples.

Greide (%)	Comprimento do Segmento (km)	Fluxo Direcional (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
					E_T					
≥3 <3,5	≤3,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	4,8	1,5	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	≥6,4	1,6	1,4	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
≥3,5 <4,5	≤1,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	2,5	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	3,2	1,6	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	4,8	1,8	1,4	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	≥6,4	2,1	1,9	1,8	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
≥4,5 <5,5	≤1,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	2,4	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	3,2	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3
	4,8	2,4	2,2	2,2	2,1	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7
	≥6,4	3,5	3,1	2,9	2,7	2,1	2,0	2,0	1,8	1,8
≥5,5 <6,5	≤1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,6	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	2,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	3,2	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8
	4,8	3,4	3,2	3,0	2,9	2,4	2,3	2,3	1,9	1,9
	≥6,4	4,5	4,1	3,9	3,7	2,9	2,7	2,6	2,0	2,0
≥6,5	≤0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
	1,6	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4
	2,4	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	3,2	2,9	2,8	2,7	2,7	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3
	4,8	4,2	3,9	3,7	3,6	3,0	2,8	2,7	2,2	2,2
	≥6,4	5,0	4,6	4,4	4,2	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5
					E_R					
Todos	Todos	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

9.1.5 Percentual do tempo gasto em pelotão

A porcentagem do tempo em pelotão é definida com base na fórmula abaixo e no fator de ajuste em função do efeito combinado da distribuição direcional do tráfego, da porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida e na porcentagem de tempo trafegando em pelotão. A Tabela 9.15 apresenta o fator de ajuste da distribuição do tráfego pela porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida.

$$PTSF_d = BPTSF_d + F_{np,PTSF}(V_{d,PTSF} / V_{d,PTSF} + V_{o,PTSF})$$

Onde:

- $PTSF_d$ = percentual do tempo de espera gasto na direção analisada;
- $BPTSF_d$ = base percentual do tempo de espera gasto na direção analisada;
- $F_{np,PTSF}$ = fator de ajuste do PTSF para percentual de trechos com ultrapassagem proibida;
- $V_{d,PTSF}$ = fluxo na direção de análise;
- $V_{o,PTSF}$ = fluxo na direção oposto.

Onde a determinação da base percentual do tempo de espera gasto para a ultrapassagem é feita através da equação apresentada abaixo. Os valores para a e b são apresentados no Tabela 9.16.

$$BPTSF_d = 100\,[1- exp(a \,.\, Vd^b)]$$

Com a velocidade média de operação e o percentual do tempo gasto em pelotão conhecidos, é possível determinar o nível de serviço através da Tabela 9.1, apresentada no início deste capítulo.

Tabela 9.15 – Fator de ajuste da distribuição do tráfego pela porcentagem de trechos com ultrapassagem proibida para rodovias de pista simples.

Divisão dos Fluxos	Fluxo	Percentual de trechos com ultrapassagem proibida					
		0%	20%	40%	60%	80%	100%
50%	≤200	9	29,2	43,4	49,4	51	52,6
	400	16,2	41	54,2	61,6	63,8	65,8
	600	15,8	38,2	47,8	53,2	55,2	56,8
	800	15,8	33,8	40,4	44	44,8	46,6
	1400	12,8	20	23,8	26,2	27,4	28,6
	2000	10,000	13,6	15,8	17,4	18,2	18,8
	2600	5,5	7,7	8,7	9,5	10,1	10,3
	3200	3,3	4,7	5,1	5,5	5,7	6,1
60%	≤200	11	30,6	41	51,2	52,3	53,5
	400	14,6	36,1	44,8	53,4	55	56,3
	600	14,8	36,9	44	51,1	52,8	54,6
	800	13,6	28,2	33,4	38,6	39,9	41,3
	1400	11,8	18,9	22,1	25,4	26,4	27,3
	2000	9,1	13,5	15,6	16	16,8	17,3
	2600	5,9	7,7	8,6	9,6	10	10,2
70%	≤200	9,9	28,1	38	47,8	48,5	49
	400	10,6	30,3	38,6	46,7	47,7	48,8
	600	10,9	30,9	37,5	43,9	45,4	47
	800	10,3	23,6	28,4	33,3	34,5	35,5
	1400	8	14,6	17,7	20,8	21,6	22,3
	2000	7,3	9,7	11,7	13,3	14	14,5
80%	≤200	8,9	27,1	37,1	47	47,4	47,9
	400	6,6	26,1	34,5	42,7	43,5	44,1
	600	4	24,5	31,3	38,1	39,1	40
	800	3,8	18,5	23,5	28,4	29,1	29,9
	1400	3,5	10,3	13,3	16,3	16,9	32,2
	2000	3,5	7	8,5	10,1	10,4	10,7
90%	≤200	4,6	24,1	33,6	43,1	43,4	43,6
	400	0	20,2	28,3	36,3	36,7	37
	600	-3,1	16,8	23,5	30,1	30,6	31,1
	800	-2,8	10,5	15,2	19,9	20,3	20,8
	1400	-1,2	5,5	8,3	11	11,5	11,9

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010.

Tabela 9.16 – Coeficientes utilizados no cálculo da base percentual do tempo de espera gasto para a ultrapassagem para rodovias de pista simples.

Vo (pc/h)	a	b
0	-0,0014	0,973
200	-0,0014	0,973
400	-0,0022	0,923
600	-0,0033	0,87
800	-0,0045	0,833
1.000	-0,0049	0,829
1.200	-0,0054	0,825
1.400	-0,0058	0,821
1.600	-0,0062	0,817

Fonte: Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010

9.2 Parâmetros adotados para o cálculo do nível de serviço

Para a avaliação dos níveis de serviço da concessão foram analisados os 15 trechos homogêneos que compõe a concessão, considerando as melhorias necessárias na rodovia para a operação da mesma. As características físicas dos trechos analisados estão apresentada na Tabela 9.17. Todos os trechos deverão operar com a largura da faixa de rolamento com 3,5 metros, o acostamento com 2,5 metros e velocidade máxima permitida de 100 km/h nos trechos planos e 80 km/h nos trechos ondulados.

Na Tabela 9.18 estão apresentadas as intervenções consideradas no cálculo do nível de serviço. Com exceção do trecho da área urbana de Chapadão do Sul (306EMS1169) todos os demais trechos deverão sofrer intervenções de implantação de 3º faixa e acostamento.

Tabela 9.17 – Características dos trechos homogêneos adotados.

TH	Código SRE	Extensão	3aFaixa	Acostamento	Faixa
1	359BMS0030	1,4	0	2,5	3,5
2	306EMS0000	2,6	0	2,5	3,5
3	306EMS0026	15,3	0	2,5	3,5
4	306EMS0179	16,1	0	2,5	3,5
5	306EMS0340	7,9	0	2,5	3,5
6	306EMS0419	5,2	0	2,5	3,5
7	306EMS0471	27,6	0	2,5	3,5
8	306EMS0747	10,6	0	2,5	3,5
9	306EMS0853A	22,6	0	2,5	3,5
10	306EMS0853B	7,4	0	2,5	3,5
11	306EMS1153	1,6	0	2,5	3,5
12	306EMS1169	4,5	0	2,5	3,5
13	306EMS1213	36,8	0	2,5	3,5
14	306EMS1582	36,1	0	2,5	3,5
15	306EMS1943	23,8	0	2,5	3,5

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9.18 – Intervenções previstas ao longo do período de concessão.

TH	Código SER	Descrição	Localização		Intervenção
			LD	LE	
8	306EMS0747	km 75,3887 ao km 76,5587	0	1	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 125,19 ao km 126,545	1	0	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 126,545 ao km 128,255	0	1	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 135,52 ao km 135,94	1	0	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 135,94 ao km 136,535	1	0	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 136,535 ao km 136,96	1	0	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 144,475 ao km 145,085	1	0	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 146,315 ao km 146,665	1	0	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 155,61 ao km 156,42	1	0	Implantação de faixa adicional
13	306EMS1213	km 157,56 ao km 158,41	1	0	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 158,41 ao km 159,17	0	1	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 166,9 ao km 167,56	1	0	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 168,51 ao km 169,32	0	1	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 170,545 ao km 171,63	0	1	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 172,55 ao km 173,985	1	0	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 175,005 ao km 175,985	0	1	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 178,435 ao km 179,155	0	1	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 185,06 ao km 185,835	1	0	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 188,46 ao km 189,48	0	1	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 191,1851 ao km 192,2351	1	0	Implantação de faixa adicional
14	306EMS1582	km 193,3501 ao km 194,53	0	1	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 195,595 ao km 196,565	1	0	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 199,015 ao km 201,1419	1	0	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 201,6769 ao km 202,8919	1	0	Implantação de faixa adicional

TH	Código SER	Descrição	Localização		Intervenção
			LD	LE	
15	306EMS1943	km 203,2419 ao km 203,9019	1	0	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 207,6819 ao km 208,68	0	1	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 210,31 ao km 210,895	1	0	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 211,85 ao km 212,345	1	0	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 213,055 ao km 213,815	0	1	Implantação de faixa adicional
15	306EMS1943	km 216,1 ao km 216,64	1	0	Implantação de faixa adicional

Fonte: Elaboração própria.

9.3 Estimativa do nível de serviço ao longo do período de concessão

Com base nas taxas de crescimentos adotadas para o cenário esperado, foram projetados os volumes de tráfego para os segmentos de estudo. Com estes volumes, foi possível determinar os níveis de serviço para cada trecho durante o período da concessão. As análises foram realizadas para intervalos de 5 anos.

A Tabela 9.19 apresenta os níveis de serviço esperados para os 15 trechos homogêneos que compõe a concessão, considerando as suas características físicas e operacionais apresentadas anteriormente. Até 2050 nenhum dos trechos deverá atingir nível de serviço insatisfatório, ou seja, nível de serviço “E”. Todos os trechos deverão operar dentro dos limites de suas capacidades até o horizonte de projeto e as intervenções propostas para a melhoria da rodovia deverão ser suficientes para garantir um nível de serviço satisfatório até o fim da concessão.

Tabela 9.19 – Níveis de serviço estimados por trecho ao longo do período de concessão.

TH	Código SRE	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	359BMS0030	B	B	B	B	B	B	B	B
2	306EMS0000	B	B	B	B	B	B	C	C
3	306EMS0026	B	B	B	B	B	C	B	C
4	306EMS0179	B	B	B	B	B	C	C	B
5	306EMS0340	B	B	B	B	B	C	B	B
6	306EMS0419	B	B	B	B	B	C	B	C
7	306EMS0471	B	B	B	B	C	C	C	B
8	306EMS0747	B	B	B	B	C	C	C	C
9	306EMS0853A	B	B	B	B	C	D	C	C
10	306EMS0853B	B	B	B	B	C	C	C	D
11	306EMS1153	B	B	C	C	C	D	D	C
12	306EMS1169	B	B	B	B	C	C	C	C
13	306EMS1213	B	B	B	B	C	C	C	C
14	306EMS1582	B	B	B	B	C	C	C	C
15	306EMS1943	B	B	B	C	D	D	D	C

Fonte: Elaboração própria.

10 Estimativa do número “n”

A estimativa do número “N” tem por objetivo fornecer informações referentes à solicitação do tráfego para cada um dos trechos homogêneos durante sua vida útil de serviço. O tráfego previsto para um pavimento é definido em função do número equivalente de operações do eixo padrão durante o período de projeto. Esta quantidade de passagens do eixo padrão é conhecido como número “N”. Os danos causados pela passagem dos veículos usualmente são de pequena magnitude. No entanto, considera-se o efeito cumulativo desse dano para o desenvolvimento dos projetos de pavimentação.

O índice traduz as diferentes solicitações dos diversos modelos de veículos pesados (ônibus e caminhões) em um valor padrão. A estimativa do número “N” foi realizada para o tráfego atual e para o tráfego futuro cuja metodologia está apresentada nos itens que seguem.

10.1 Metodologia para estimativa do número “n”

Para se determinar o Número “N” através dos métodos, primeiramente é preciso converter o tráfego misto em um número equivalente de operações de um eixo considerado padrão. Essa conversão é efetuada aplicando-se os chamados *Fatores de Equivalência de Cargas* (FC). Estes fatores permitem converter uma aplicação de um eixo solicitado por uma determinada carga em um número de aplicações do eixo-padrão que deverá produzir um efeito equivalente.

Os fatores de equivalência da AASHTO baseiam-se na perda de serventia (PSI) e variam com o tipo do pavimento (flexível e rígido), índice de serventia terminal e resistência do pavimento (número estrutural – SN). Diferentemente do método USACE, que avalia os efeitos do carregamento na deformação permanente (afundamento nas trilhas de roda). As expressões para cálculo dos fatores de equivalência de carga dos dois métodos são apresentadas na Tabela 10.1 e na Tabela 10.2 respectivamente.

Tabela 10.1 – Fatores de equivalência de carga da AASHTO.

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simples de rodagem simples	$FC = (P / 7{,}77)^{4{,}32}$
Simples de rodagem dupla	$FC = (P / 8{,}17)^{4{,}32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15{,}08)^{4{,}14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22{,}95)^{4{,}22}$

Manual de Tráfego, IPR-723, DNIT.

Tabela 10.2 – Fatores de equivalência de carga do USACE.

Tipos de eixo	Faixas de carga (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 - 8	$FC = 2{,}0782 \times 10^{-4} \times P^{4{,}0175}$
	≥ 8	$FC = 1{,}8320 \times 10^{-6} \times P^{6{,}2542}$
Tandem duplo	0 - 11	$FC = 1{,}5920 \times 10^{-4} \times P^{3{,}472}$
	≥ 11	$FC = 1{,}5280 \times 10^{-6} \times P^{5{,}484}$
Tandem triplo	0 - 18	$FC = 8{,}0359 \times 10^{-5} \times P^{3{,}3549}$
	≥ 18	$FC = 1{,}3229 \times 10^{-7} \times P^{5{,}5789}$

Manual de Tráfego, IPR-723, DNIT.

10.2 Parâmetros adotados para o cálculo do número "n"

Para calcular o Número "N" é necessária uma estimativa do tráfego futuro da rodovia (ano horizonte de projeto). Como o tráfego de uma rodovia é composto por veículos de diferentes dimensões, número de eixos e pesos, esse fluxo deve ser convertido para uma carga por eixo equivalente.

Uma estimativa típica do tráfego futuro segue as seguintes etapas:

- Contagem de tráfego: estimativa do fluxo atual;
- Estimativa de taxa de crescimento de tráfego: é necessária para calcular o tráfego esperado durante todo o período horizonte do projeto.

Para o cálculo dos fatores de veículo, este estudo considerou que 20% dos veículos de carga operam vazios e 80% trafegam com a carga total permitida por lei com um acréscimo de 5% como tolerância.

Os fatores dos veículos de carga vazios e cheios (acrescidos da tolerância) pelo método da USACE estão apresentados na Tabela 10.3 e pelo método do AASHTO estão apresentados na Tabela 10.4.
A partir destes fatores foi possível calcular através de uma média ponderada os fatores de veículos adotados para o cálculo do número "N". A Tabela 10.5Tabela 10.3 apresenta estes valores para os dois métodos estudados e por categoria veicular.

Tabela 10.3 – Fatores de veículos por categoria de veículo conforme carregamento pelo método USACE.

Classe	Tipo Veículo	Carregado	Vazio	+toler. 7,5%	c/ excesso
2C	Caminhão	3,57	0,15	5,54	12,36
3C	Caminhão Trucado	8,83	0,10	13,08	26,70
2S1	Caminhão Trator + Semi Reboque	6,86	0,28	10,71	24,10
4C	Caminhão Simples	9,58	0,03	14,29	29,55
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	9,10	0,11	13,45	27,33
2S2	Caminhão Trator + Semi Reboque	12,12	0,23	18,25	38,44
2I2	Caminhão Trator + Semi Reboque	10,15	0,42	15,88	35,83
3S1	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	12,12	0,23	18,25	38,44
2C2	Caminhã + Reboque	10,15	0,42	15,88	35,83
2S3	Caminhão Trator + Semi Reboque	12,87	0,16	19,46	41,28
3S2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	17,38	0,18	25,79	52,78
2I3	Caminhão Trator + Semi Reboque	13,44	0,55	21,05	47,57
2J3	Caminhão Trator + Semi Reboque	15,41	0,36	23,42	50,17
3I2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	15,41	0,36	23,42	50,17
2C3	Caminhão + Reboque	15,41	0,36	23,42	50,17
3C2	Caminhão Trucado + Reboque	15,41	0,36	23,42	50,17
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	18,13	0,11	27,00	55,62
4S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	18,40	0,13	27,38	56,25
3I3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	18,70	0,50	28,59	61,91
3J3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	20,66	0,31	30,96	64,51
3C3	Caminhão Trucado + Reboque	20,66	0,31	30,96	64,51
3D3	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)	20,66	0,31	30,96	64,51
3D4	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque) ou Bi Trem Articulado (caminhão trator trucado + dois semi reboques)	25,92	0,26	38,50	78,85
3D6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	30,53	0,71	46,48	99,71
3Q4	Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)	21,98	0,63	33,77	73,64
3P5	Caminhão Trator Trucado + 2 Semi-Reboques	26,68	0,19	39,71	81,70
3T4	Bi trem articulado (caminhão trator trucado + 2 semi reboques)	25,92	0,26	38,50	78,85
3T6	Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques) ou Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)	34,47	0,34	51,21	104,93
3M6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	27,43	0,12	40,93	84,54
2CB	Ônibus	3,57	0,15	5,54	12,36
3CB	Ônibus Trucado	2,69	0,06	3,96	7,99

Classe	Tipo Veículo	Carregado	Vazio	+toler. 7,5%	c/ excesso
4CB	Ônibus Duplo Direcional Trucado	2,97	0,08	4,33	8,62
2SB1	Ônibus Urbano Articulado	6,86	0,28	10,71	24,10
2IB2	Ônibus Urbano Bi-Articulado	10,15	0,42	15,88	35,83

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10.4 – Fatores de veículos por categoria de veículo com carregamento máximo pelo método AASHTO.

Classe	Tipo Veículo	Carregado	Vazio	+toler. 7,5%	c/ excesso
2C	Caminhão	2,72	0,14	3,72	6,55
3C	Caminhão Trucado	1,97	0,04	2,66	4,60
2S1	Caminhão Trator + Semi Reboque	5,12	0,26	6,99	12,32
4C	Caminhão Simples	1,89	0,04	2,56	4,47
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	2,30	0,05	3,11	5,39
2S2	Caminhão Trator + Semi Reboque	4,36	0,16	5,94	10,36
2I2	Caminhão Trator + Semi Reboque	7,51	0,38	10,27	18,08
3S1	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	4,36	0,16	5,94	10,36
2C2	Caminhã + Reboque	7,51	0,38	10,27	18,08
2S3	Caminhão Trator + Semi Reboque	4,28	0,16	5,84	10,23
3S2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	3,61	0,06	4,88	8,41
2I3	Caminhão Trator + Semi Reboque	9,91	0,50	13,54	23,84
2J3	Caminhão Trator + Semi Reboque	6,76	0,28	9,21	16,13
3I2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	6,76	0,28	9,21	16,13
2C3	Caminhão + Reboque	6,76	0,28	9,21	16,13
3C2	Caminhão Trucado + Reboque	6,76	0,28	9,21	16,13
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	3,53	0,06	4,78	8,28
4S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	3,86	0,07	5,23	9,07
3I3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	9,15	0,40	12,48	21,89
3J3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	6,01	0,18	8,15	14,17
3C3	Caminhão Trucado + Reboque	6,01	0,18	8,15	14,17
3D3	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)	6,01	0,18	8,15	14,17
3D4	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque) ou Bi Trem Articulado (caminhão trator trucado + dois semi reboques)	5,25	0,08	7,09	12,22
3D6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	13,19	0,54	17,97	31,47
3Q4	Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)	11,55	0,52	15,75	27,65
3P5	Caminhão Trator Trucado + 2 Semi-Reboques	5,17	0,08	7,00	12,09
3T4	Bi trem articulado (caminhão trator trucado + 2 semi reboques)	5,25	0,08	7,09	12,22
3T6	Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques) ou Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)	6,90	0,10	9,31	16,03
3M6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	5,09	0,08	6,90	11,96
2CB	Ônibus	2,72	0,14	3,72	6,55
3CB	Ônibus Trucado	0,96	0,03	1,30	2,26
4CB	Ônibus Duplo Direcional Trucado	1,29	0,04	1,75	3,04
2SB1	Ônibus Urbano Articulado	5,12	0,26	6,99	12,32
2IB2	Ônibus Urbano Bi-Articulado	7,51	0,38	10,27	18,08

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10.5 – Fatores de veículos ponderados por categoria de veículo e por método.

Classe	Tipo Veículo	USACE	AASHTO
2C	Caminhão	3,764	2,588
3C	Caminhão Trucado	8,869	1,846
2S1	Caminhão Trator + Semi Reboque	7,266	4,864
4C	Caminhão Simples	9,665	1,775
4CD	Caminhão Duplo Direcional Trucado	9,129	2,158
2S2	Caminhão Trator + Semi Reboque	12,371	4,123
2I2	Caminhão Trator + Semi Reboque	10,769	7,141
3S1	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	12,371	4,123
2C2	Caminhã + Reboque	10,769	7,141
2S3	Caminhão Trator + Semi Reboque	13,168	4,051
3S2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	17,476	3,382

Classe	Tipo Veículo	USACE	AASHTO
2I3	Caminhão Trator + Semi Reboque	14,272	9,417
2J3	Caminhão Trator + Semi Reboque	15,874	6,399
3I2	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	15,874	6,399
2C3	Caminhão + Reboque	15,874	6,399
3C2	Caminhão Trucado + Reboque	15,874	6,399
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	18,273	3,310
4S3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	18,534	3,621
3I3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	19,377	8,676
3J3	Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque	20,979	5,658
3C3	Caminhão Trucado + Reboque	20,979	5,658
3D3	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)	20,979	5,658
3D4	Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque) ou Bi Trem Articulado (caminhão trator trucado + dois semi reboques)	26,084	4,917
3D6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	31,487	12,488
3Q4	Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)	22,880	10,952
3P5	Caminhão Trator Trucado + 2 Semi-Reboques	26,880	4,845
3T4	Bi trem articulado (caminhão trator trucado + 2 semi reboques)	26,084	4,917
3T6	Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques) ou Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)	34,691	6,452
3M6	Caminhão Trator Trucado + Dois Semi Reboques	27,677	4,774
2CB	Ônibus	3,226	2,463
3CB	Ônibus Trucado	2,429	0,866
4CB	Ônibus Duplo Direcional Trucado	2,681	1,163
2SB1	Ônibus Urbano Articulado	6,200	4,630
2IB2	Ônibus Urbano Bi-Articulado	9,173	6,797

Fonte: Elaboração Própria.

10.3 Estimativa do número "n" ao longo do período de concessão

A determinação do Número "N" do projeto foi feita através das seguintes equações:

$N_a = \sum V_{ia} \cdot Fv_i \cdot 365 \cdot c$

Onde:

- V_{ia} = volume de veículos da categoria i, durante o ano a do período de projeto;
- Fv_i = fator de veículo da categoria i;
- c = percentual de veículos comerciais na faixa de projeto;
- N_a = número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o ano a.

O percentual de veículos comerciais na faixa de projeto possui valores diferentes em rodovias de pista simples, pista dupla e com mais 3 faixas de tráfego por sentido. Esse fator busca distribuir o tráfego de caminhões entre as faixas, uma vez que o número de caminhões trafegando na faixa da direita não é igual à quantidade de veículos pesados que utilizam as faixas da esquerda das rodovias, devido a suas velocidades reduzidas. Para rodovias com 1 faixa por sentido o percentual adotado é de 50% e para rodovias com 2 faixas este valor varia entre 35% a 45%. Neste estudo foi adotado o valor de 45% para pista dupla.

Considerando os fatores de equivalência apresentados anteriormente, o número de operações do eixo-padrão (N) foi calculado através da seguinte fórmula:

$N = \sum N_a$

Onde:

- N = número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o período de projeto;
- a = ano no período de projeto;
- Na = número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o ano a.

Os resultados do Número “N” calculado através do método USACE nos anos de estudo estão apresentados por trecho na homogêneo na Tabela 10.6 e a Tabela 10.7 apresenta as mesmas informações para o método AASHTO. Os resultados acumulados ao longo do horizonte de projeto estão apresentados na Tabela 10.8 e na Tabela 10.9 para os métodos USACE e AASHTO, respectivamente.

Tabela 10.6 – Estimativa do número “n” por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método USACE.

TH	Código SRE	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	359BMS0030	9,73E+05	1,02E+06	1,29E+06	1,51E+06	1,73E+06	1,93E+06	2,15E+06	2,40E+06
2	306EMS0000	2,39E+06	2,79E+06	3,59E+06	4,28E+06	4,90E+06	5,52E+06	6,20E+06	6,93E+06
3	306EMS0026	2,88E+06	3,31E+06	4,23E+06	5,02E+06	5,74E+06	6,46E+06	7,24E+06	8,08E+06
4	306EMS0179	2,75E+06	3,18E+06	4,08E+06	4,86E+06	5,56E+06	6,26E+06	7,03E+06	7,86E+06
5	306EMS0340	2,75E+06	3,18E+06	4,08E+06	4,86E+06	5,56E+06	6,26E+06	7,03E+06	7,86E+06
6	306EMS0419	4,22E+06	5,05E+06	6,51E+06	7,77E+06	8,91E+06	1,00E+07	1,13E+07	1,26E+07
7	306EMS0471	4,22E+06	5,05E+06	6,51E+06	7,77E+06	8,91E+06	1,00E+07	1,13E+07	1,26E+07
8	306EMS0747	4,18E+06	4,69E+06	6,00E+06	7,10E+06	8,11E+06	9,13E+06	1,03E+07	1,15E+07
9	306EMS0853A	4,18E+06	4,69E+06	5,99E+06	7,10E+06	8,11E+06	9,12E+06	1,03E+07	1,15E+07
10	306EMS0853B	4,18E+06	4,69E+06	5,99E+06	7,10E+06	8,11E+06	9,12E+06	1,03E+07	1,15E+07
11	306EMS1153	5,60E+06	6,19E+06	7,84E+06	9,24E+06	1,05E+07	1,18E+07	1,32E+07	1,48E+07
12	306EMS1169	5,60E+06	6,19E+06	7,84E+06	9,24E+06	1,05E+07	1,18E+07	1,32E+07	1,48E+07
13	306EMS1213	4,09E+06	4,59E+06	5,86E+06	6,93E+06	7,91E+06	8,90E+06	1,00E+07	1,12E+07
14	306EMS1582	4,11E+06	4,61E+06	5,89E+06	6,98E+06	7,96E+06	8,97E+06	1,01E+07	1,13E+07
15	306EMS1943	8,71E+06	9,25E+06	1,18E+07	1,40E+07	1,60E+07	1,80E+07	2,01E+07	2,25E+07

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10.7 – Estimativa do número “n” por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método ASSHTO.

TH	Código SRE	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	359BMS0030	2,22E+05	2,32E+05	2,91E+05	3,41E+05	3,88E+05	4,33E+05	4,82E+05	5,36E+05
2	306EMS0000	5,27E+05	6,15E+05	7,88E+05	9,37E+05	1,07E+06	1,21E+06	1,36E+06	1,51E+06
3	306EMS0026	6,45E+05	7,39E+05	9,39E+05	1,11E+06	1,27E+06	1,43E+06	1,60E+06	1,78E+06
4	306EMS0179	6,04E+05	6,97E+05	8,92E+05	1,06E+06	1,21E+06	1,36E+06	1,53E+06	1,71E+06
5	306EMS0340	6,04E+05	6,97E+05	8,92E+05	1,06E+06	1,21E+06	1,36E+06	1,53E+06	1,71E+06
6	306EMS0419	9,16E+05	1,09E+06	1,41E+06	1,68E+06	1,93E+06	2,17E+06	2,44E+06	2,73E+06
7	306EMS0471	9,16E+05	1,09E+06	1,41E+06	1,68E+06	1,93E+06	2,17E+06	2,44E+06	2,73E+06
8	306EMS0747	9,42E+05	1,05E+06	1,34E+06	1,58E+06	1,80E+06	2,03E+06	2,28E+06	2,54E+06
9	306EMS0853A	9,41E+05	1,05E+06	1,34E+06	1,58E+06	1,80E+06	2,03E+06	2,27E+06	2,54E+06
10	306EMS0853B	9,41E+05	1,05E+06	1,34E+06	1,58E+06	1,80E+06	2,03E+06	2,27E+06	2,54E+06
11	306EMS1153	1,29E+06	1,42E+06	1,79E+06	2,10E+06	2,38E+06	2,67E+06	2,99E+06	3,33E+06
12	306EMS1169	1,29E+06	1,42E+06	1,79E+06	2,10E+06	2,38E+06	2,67E+06	2,99E+06	3,33E+06
13	306EMS1213	9,08E+05	1,02E+06	1,29E+06	1,53E+06	1,74E+06	1,96E+06	2,20E+06	2,46E+06
14	306EMS1582	9,12E+05	1,02E+06	1,30E+06	1,54E+06	1,75E+06	1,97E+06	2,21E+06	2,48E+06
15	306EMS1943	1,92E+06	2,04E+06	2,60E+06	3,07E+06	3,50E+06	3,94E+06	4,40E+06	4,92E+06

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10.8 – Estimativa do número “n” acumulado por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método USACE.

TH	Código SRE	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	359BMS0030	9,73E+05	1,02E+06	6,90E+06	1,40E+07	2,22E+07	3,14E+07	4,17E+07	5,32E+07
2	306EMS0000	2,39E+06	2,79E+06	1,91E+07	3,90E+07	6,23E+07	8,86E+07	1,18E+08	1,51E+08
3	306EMS0026	2,88E+06	3,31E+06	2,25E+07	4,60E+07	7,32E+07	1,04E+08	1,39E+08	1,77E+08
4	306EMS0179	2,75E+06	3,18E+06	2,17E+07	4,44E+07	7,07E+07	1,01E+08	1,34E+08	1,72E+08
5	306EMS0340	2,75E+06	3,18E+06	2,17E+07	4,44E+07	7,07E+07	1,01E+08	1,34E+08	1,72E+08
6	306EMS0419	4,22E+06	5,05E+06	3,45E+07	7,08E+07	1,13E+08	1,61E+08	2,15E+08	2,75E+08
7	306EMS0471	4,22E+06	5,05E+06	3,45E+07	7,08E+07	1,13E+08	1,61E+08	2,15E+08	2,75E+08
8	306EMS0747	4,18E+06	4,69E+06	3,19E+07	6,52E+07	1,04E+08	1,47E+08	1,96E+08	2,51E+08
9	306EMS0853A	4,18E+06	4,69E+06	3,19E+07	6,51E+07	1,04E+08	1,47E+08	1,96E+08	2,51E+08
10	306EMS0853B	4,18E+06	4,69E+06	3,19E+07	6,51E+07	1,04E+08	1,47E+08	1,96E+08	2,51E+08
11	306EMS1153	5,60E+06	6,19E+06	4,19E+07	8,52E+07	1,35E+08	1,91E+08	2,55E+08	3,25E+08
12	306EMS1169	5,60E+06	6,19E+06	4,19E+07	8,52E+07	1,35E+08	1,91E+08	2,55E+08	3,25E+08

TH	Código SRE	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
13	306EMS1213	4,09E+06	4,59E+06	3,12E+07	6,37E+07	1,01E+08	1,44E+08	1,91E+08	2,45E+08
14	306EMS1582	4,11E+06	4,61E+06	3,14E+07	6,40E+07	1,02E+08	1,45E+08	1,93E+08	2,47E+08
15	306EMS1943	8,71E+06	9,25E+06	6,29E+07	1,28E+08	2,04E+08	2,90E+08	3,86E+08	4,94E+08

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 10.9 – Estimativa do número "n" acumulado por ano de 2019 a 2050, para todos os trechos homogêneos pelo método AASHTO.

TH	Código SRE	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	359BMS0030	2,22E+05	2,32E+05	1,56E+06	3,17E+06	5,01E+06	7,08E+06	9,39E+06	1,20E+07
2	306EMS0000	5,27E+05	6,15E+05	4,19E+06	8,57E+06	1,36E+07	1,94E+07	2,59E+07	3,31E+07
3	306EMS0026	6,45E+05	7,39E+05	5,01E+06	1,02E+07	1,62E+07	2,31E+07	3,07E+07	3,92E+07
4	306EMS0179	6,04E+05	6,97E+05	4,75E+06	9,70E+06	1,54E+07	2,19E+07	2,92E+07	3,74E+07
5	306EMS0340	6,04E+05	6,97E+05	4,75E+06	9,70E+06	1,54E+07	2,19E+07	2,92E+07	3,74E+07
6	306EMS0419	9,16E+05	1,09E+06	7,47E+06	1,53E+07	2,44E+07	3,48E+07	4,65E+07	5,95E+07
7	306EMS0471	9,16E+05	1,09E+06	7,47E+06	1,53E+07	2,44E+07	3,48E+07	4,65E+07	5,95E+07
8	306EMS0747	9,42E+05	1,05E+06	7,14E+06	1,45E+07	2,31E+07	3,28E+07	4,37E+07	5,58E+07
9	306EMS0853A	9,41E+05	1,05E+06	7,14E+06	1,45E+07	2,31E+07	3,28E+07	4,36E+07	5,58E+07
10	306EMS0853B	9,41E+05	1,05E+06	7,14E+06	1,45E+07	2,31E+07	3,28E+07	4,36E+07	5,58E+07
11	306EMS1153	1,29E+06	1,42E+06	9,60E+06	1,95E+07	3,08E+07	4,35E+07	5,78E+07	7,38E+07
12	306EMS1169	1,29E+06	1,42E+06	9,60E+06	1,95E+07	3,08E+07	4,35E+07	5,78E+07	7,38E+07
13	306EMS1213	9,08E+05	1,02E+06	6,90E+06	1,41E+07	2,23E+07	3,17E+07	4,22E+07	5,40E+07
14	306EMS1582	9,12E+05	1,02E+06	6,93E+06	1,41E+07	2,25E+07	3,19E+07	4,24E+07	5,43E+07
15	306EMS1943	1,92E+06	2,04E+06	1,39E+07	2,82E+07	4,49E+07	6,37E+07	8,47E+07	1,08E+08

Fonte: Elaboração Própria.

11 Dimensionamento das praças de pedágio

O dimensionamento das praças de pedágio foi realizado visando atender os usuários com tempos de espera confortáveis em condição de operação normal das praças de pedágio. No dimensionamento foi considerada a existência de 2 tipos de cobrança:

- **Pagamento Automático** - Mediante a utilização de uma etiqueta eletrônica, contendo informações sobre as características do veículo, que serão lidas pelos equipamentos de controle, quando o veículo se aproximar da praça.
- **Pagamento Manual -** Nessa modalidade, usa-se o atual sistema de arrecadação manual com um operador recebendo o dinheiro correspondente a tarifa.

Com base nessas formas de pagamento, foram definidos 3 tipos de canais de escoamento do tráfego:
- **Cabine Comum –** atende ao método de pagamento Manual;
- **AVI** (*Automatic Vehicle Identification* - Identificação Automática de Veículos) - atende aos veículos que utilizam método de pagamento automático;
- **Misto** – pode funcionar tanto como cabine comum quanto como AVI.

O dimensionamento da quantidade de canais de escoamento de tráfego foi realizado visando atender as condições de qualidade de serviço definidas a seguir.

11.1 Parâmetros de desempenho para operação de cobrança das praças de pedágio

Em relação ao sistema de cobrança de pedágio, os recursos materiais e humanos deverão ser dimensionados em função do tráfego previsto, de modo a atender um padrão mínimo de serviço, expresso pelos seguintes indicadores, nas condições normais de operação:

1. **Tempo de cobrança da tarifa**, definido como o tempo necessário à operação manual de cobrança pelo arrecadador, contado entre o instante que o condutor entrega o dinheiro ao arrecadador e a sua liberação através do semáforo. A aferição deste parâmetro consiste na medição durante 15 minutos (mínimo 30 veículos); a meta será cumprida se 95% das medições derem um tempo de cobrança máximo de 15 segundos; nos 5% restantes, o tempo não deverá exceder a 1 minuto;

2. **Tempo de espera na fila**, definido como o intervalo de tempo contado a partir do momento em que o veículo passa a fazer parte da fila, até o seu posicionamento junto à cabine de cobrança. A aferição deste parâmetro consiste na medição durante 15 minutos (mínimo 30 veículos); a meta será cumprida se 90 % das medições derem um tempo de espera máximo de 5 minutos; nos 10 % restantes o tempo não deverá exceder 10 minutos; e

3. **Filas máximas nas praças de pedágio**, limitadas a 200 metros de extensão, limite que deverá ser visualizado por meio de faixa sinalizada no pavimento. Para aferição deste parâmetro será analisado, durante 15 minutos, se as filas ficam permanentemente maiores do que o patamar estipulado de 200 m, caracterizando, desta maneira, infração.

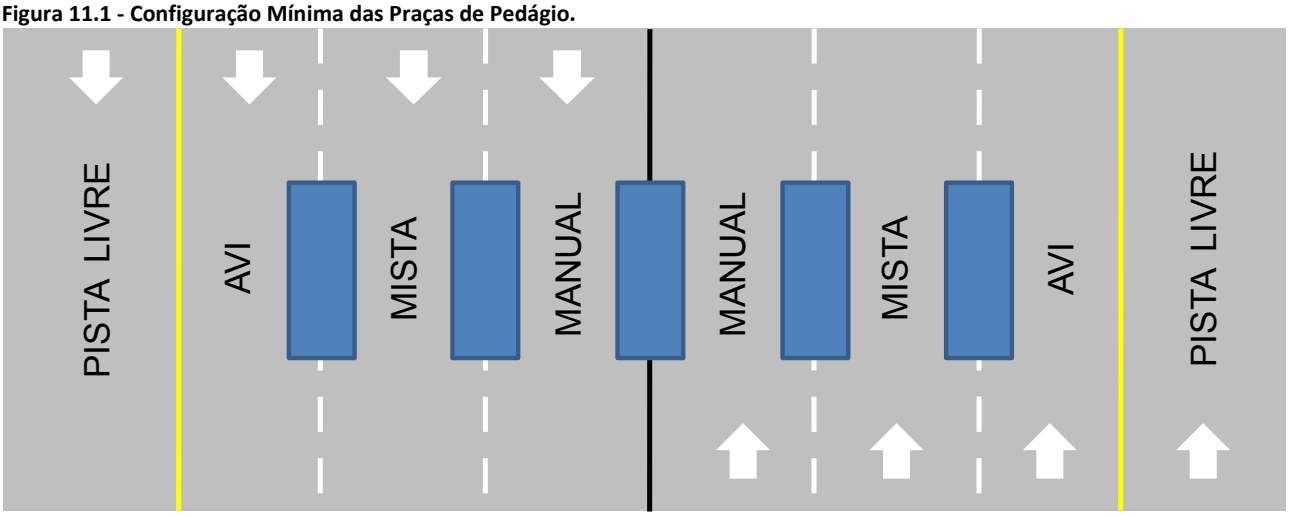
Nos horários de pico, o tempo máximo de espera na fila passa a ser de 10 minutos em 90 % das medições, e de 20 minutos nos 10 % restantes; e as filas máximas passam para 400 metros, sendo esta extensão também demarcada na rodovia. Mantém-se a forma de aferição de ambos os parâmetros. Os horários de pico serão definidos de acordo com as particularidades de cada trecho concedido. Caso a CONCESSIONÁRIA observar que qualquer desses limites foi atingido, deverá liberar a passagem de veículos sem cobrança de pedágio, sem que isto possa gerar qualquer pedido de ressarcimento.

11.2 Pressupostos adotados para o dimensionamento das praças

O dimensionamento das cabines de pedágio foi realizado considerando os seguintes pressupostos:

1. Em cada ponto de cobrança haverá pelo menos 3 cabines por sentido (Figura 11.1):
    a. Uma faixa exclusiva para sistema AVI;
    b. Uma cabine mista que pode operar tanto de forma manual quanto com AVI;
    c. Uma cabine com cobrança manual reversível.
2. O dimensionamento das praças foi realizado considerando o fluxo horário no sentido com maior tráfego, correspondente a 50ª hora de maior movimento da praça (V_{50}).
3. Os veículos foram divididos em 2 categorias para o cálculo dos tempos de atendimento:
    a. Veículos de Passeio (automóveis e camionetas)
    b. Veículos Comerciais (veículos pedados de todos os tamanhos)
4. Não foram considerados no cálculo veículos que farão uso da pista livre, tais como: veículos com dimensões especiais ou isentos.
5. Os tempos de passagem nas cabines de pedágio incluem o tempo de parada, processo de cobrança, abertura e fechamento da cancela (no caso do pagamento manual).
6. Os tempos de passagem nas cabines de pedágio são diferentes de acordo com a categoria veicular e o tipo de cobrança e estão indicados na Tabela 11.1.
7. A quantidade de veículos de passeio e comerciais que usarão as pistas com AVI foi estimada com base em percentuais de adesão ao pagamento automático.
8. O percentual de veículos que usará as faixas com AVI crescerá ao longo do tempo. Esse crescimento é esperado em função do incremento na quantidade de rodovias pedagiadas na região e da evolução da tecnologia e da gradual substituição dos pagamentos em espécie por meios de pagamento eletrônico. Essa mudança é observada em todos os setores da sociedade independente da condição econômica das pessoas.
9. Os percentuais de adesão ao AVI irão evoluir conforme indica o gráfico da Figura 11.2 .Os valores finais foram obtidos considerando o padrão de uso em rodovias com tráfego maduro. Esses valores estão indicados na Tabela 11.1.

Figura 11.1 - Configuração Mínima das Praças de Pedágio.



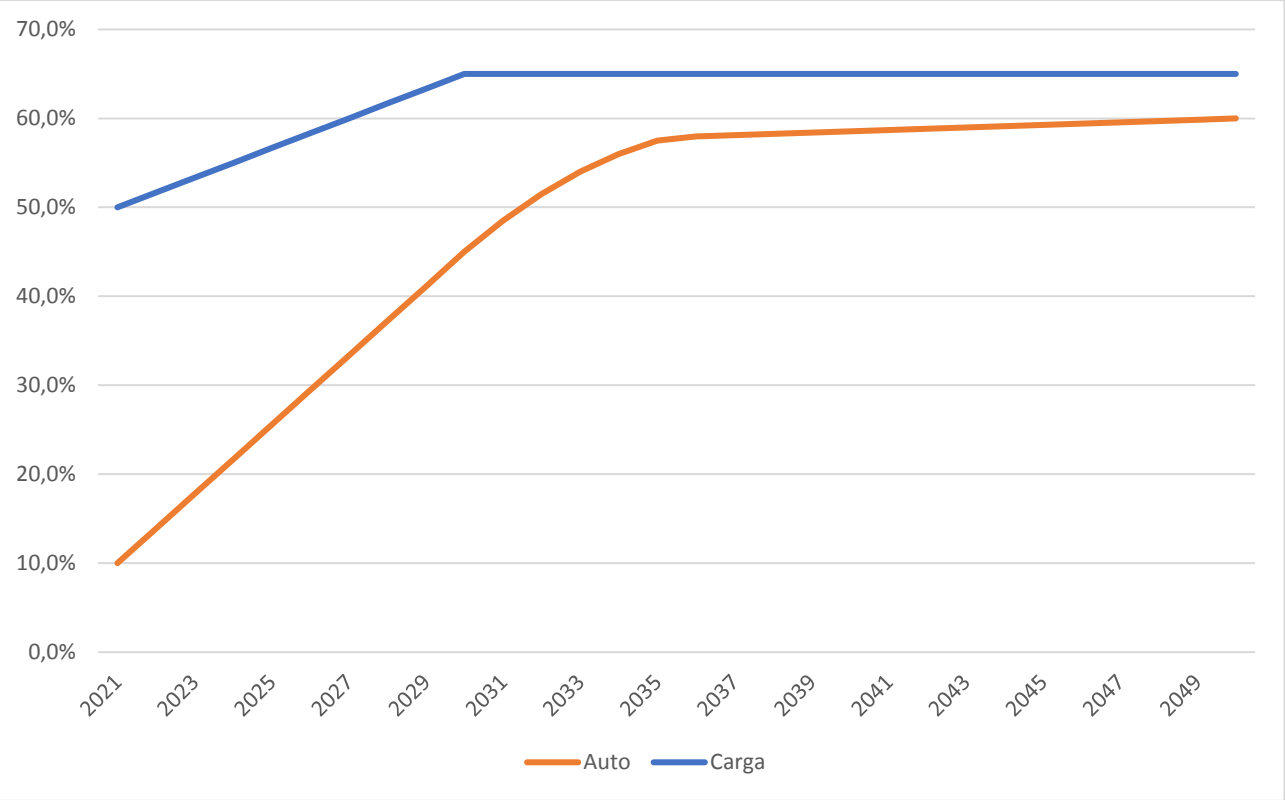
Fonte :Elaboração própria.

Tabela 11.1 – Tempos médios de passagem nas cabines de pedágio.

Categoria	Cobrança Manual (s)	AVI (s)	Utilização AVI Inicial	Utilização AVI Final
Automóveis	15	4	10%	60%
Caminhões Leves (2 ou 3 eixos)	21	5	50%	65%
Caminhões Médios (4 ou 5 eixos)	21	5	50%	65%
Caminhões Pesados (+ de 5 eixos)	31	5	50%	65%

Fonte :Elaboração própria.

Figura 11.2 - Evolução na utilização de AVIs.



Fonte: Elaboração própria.

Para dimensionar as cabines foram usados os volumes de tráfego por categoria veicular previstos para cada ano da concessão.

A quantidade de cabines necessárias foi estimada através de métodos analíticos de teoria de filas para operação utilizando 90% da capacidade máxima de escoamento de veículos de forma a garantir os indicadores de qualidade indicados no edital.

Assim, a estimativa da fila média para um caso geral de um ou mais canais de atendimento com tempos médios de atendimento iguais é obtida através da seguinte equação:

$$L_q = \frac{\rho^{k+1}}{(k-1)!(k-\rho)^2}.p_0$$

Onde:

L_q é o número médio de clientes na fila (aguardando serviço)

ρ é a taxa de serviço expressa por

$\frac{\lambda}{\mu}$

k é a quantidade de servidores

p_0 é a probabilidade de fila zero expressa pela seguinte equação:

$$p_0 = \left[\sum_{i=0}^{k-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^k}{k!\left(1-\frac{\rho}{k}\right)} \right]^{-1}$$

A probabilidade de a fila ser igual a *n* veículos é expressa pela seguinte equação:

$$p_n = \begin{cases} p_0 \cdot \left(\frac{\rho^n}{n!}\right) \rightarrow 0 < n \leq k \\ p_0 \cdot \left(\frac{\rho^n}{k^{n-k}.k!}\right) \rightarrow n > k \end{cases}$$

Os resultados obtidos através dos cálculos analíticos foram verificados e usando um programa especificamente desenvolvido para esse fim. O programa usa como entrada de dados os seguintes parâmetros:

1. Duração da simulação (horas);
2. Tempo de descarte (tempo para "aquecimento" do sistema, descartado das estatísticas, em horas);
3. Número de cabines manuais;
4. Distribuição para o tempo de atendimento a veículos leves (segundos);
5. Distribuição para o tempo de atendimento a veículos pesados (segundos);
6. Fluxo de veículos leves (veículos/hora);
7. Fluxo de veículos pesados (veículos/hora);
8. Número de cabines automáticas;
9. Distribuição para o tempo de atendimento a veículos leves (segundos);
10. Distribuição para o tempo de atendimento a veículos pesados (segundos);
11. Fluxo de veículos leves (veículos/hora);
12. Fluxo de veículos pesados (veículos/hora);

E apresenta como resultados os seguintes indicadores:

1. Animação da operação da praça
2. Distribuição estatística dos tempos de atendimento e espera e do comprimento das filas por cabine;
3. Distribuição estatística dos tempos de atendimento e espera e do comprimento das filas por praça.

Com base no resultado das simulações foi obtido o dimensionamento da quantidade de cabines por tipo para cada praça adotando os parâmetros apresentados na Tabela 11.2, resultando no dimensionamento apresentado na Tabela 11.3.

Tabela 11.2 – Parâmetros adotados para o dimensionamento das cabines de pedágio.

Parâmetro	Valor
Tempo Auto Manual	15
Tempo Carga Manual	21
Tempo Auto AVI	4
Tempo Carga AVI	5
GC	0,90
Pico	0,1
Prop	0,50
FPH	0,92

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11.3 – Dimensionamento do número de cabines de pedágios para cada ano da concessão.

Ano	Praça 1			Praça 2			Praça 3		
	Manual Reversível	Mista	AVI	Manual Reversível	Mista	AVI	Manual Reversível	Mista	AVI
2020	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2021	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2022	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2023	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2024	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2025	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2026	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2027	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2028	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2029	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2030	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2031	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2032	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2033	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2034	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2035	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2036	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2037	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2038	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2039	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2040	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2041	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2042	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2043	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2044	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2045	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2046	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2047	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2048	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2049	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2050	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaboração própria.

Anexo I – Zonas de tráfego

ID	CodMun	Nome do Município	UF
1476915	1200401	Rio Branco	AC
1477132	2700300	Arapiraca	AL
1477131	2927408	Salvador	BA
1477134	2304400	Fortaleza	CE
1476991	5204300	Caçu	GO
1476989	5220405	São Simão	GO
1476972	5201504	Aporé	GO
1477126	5204953	Campos Verdes	GO
1476966	5205471	Chapadão do Céu	GO
1476990	5211305	Itarumã	GO
1476968	5219407	Santa Rita do Araguaia	GO
1476988	5216304	Paranaiguara	GO
1477108	5200209	Água Limpa	GO
1476974	5212253	Lagoa Santa	GO
1477125	5208707	Goiânia	GO
1476975	5210802	Itajá	GO
1477107	5209101	Goiatuba	GO
1477124	5208905	Goiás	GO
1476969	5213103	Mineiros	GO
1477130	2111300	São Luís	MA
1477092	3110509	Camanducaia	MG
1477127	3170404	Unaí	MG
1477117	3155900	Rio Preto	MG
1477100	3134400	Iturama	MG
1477106	3170206	Uberlândia	MG
1477112	3170107	Uberaba	MG
1477101	3161304	São Francisco de Sales	MG
1477116	3152501	Pouso Alegre	MG
1477122	3106200	Belo Horizonte	MG
1477120	3126109	Formiga	MG
1477123	3121605	Diamantina	MG
1477121	3118007	Congonhas	MG
1477113	3103504	Araguari	MG
1477119	3136702	Juiz de Fora	MG
1476930	5006002	Nova Alvorada do Sul	MS
1476920	5003702	Dourados	MS
1476971	5004403	Inocência	MS
1476928	5004601	Itaquiraí	MS
1476963	5003256	Costa Rica	MS
1476921	5005400	Maracaju	MS
1476923	5002704	Campo Grande	MS
1476958	5006275	Paraíso das Águas	MS
1476987	5006309	Paranaíba	MS
1476919	5005004	Jardim	MS
1476922	5003207	Corumbá	MS
1476973	5002902	Cassilândia	MS
1476957	5002605	Camapuã	MS
1476942	5002308	Brasilândia	MS
1476940	5001904	Bataguassu	MS
1476956	5001508	Bandeirantes	MS
1476981	5001003	Aparecida do Taboado	MS
1476960	5000252	Alcinópolis	MS
1476959	5003900	Figueirão	MS
1476955	5007109	Ribas do Rio Pardo	MS
1476965	5002951	Chapadão do Sul	MS

ID	CodMun	Nome do Município	UF
1477118	3304557	Rio de Janeiro	RJ
1477139	2408102	Natal	RN
1477133	2408607	Paraná	RN
1477136	2408003	Mossoró	RN
1476994	1100205	Porto Velho	RO
1477001	1100288	Rolim de Moura	RO
1477003	1100098	Espigão D'Oeste	RO
1476993	1100023	Ariquemes	RO
1477000	1100122	Ji-Paraná	RO
1476992	1100106	Guajará-Mirim	RO
1476997	1100304	Vilhena	RO
1477002	1100189	Pimenta Bueno	RO
1476917	4306106	Cruz Alta	RS
1476916	4314902	Porto Alegre	RS
1477042	4216206	São Francisco do Sul	SC
1477037	4218707	Tubarão	SC
1477039	4210100	Mafra	SC
1477040	4202909	Brusque	SC
1476918	4219309	Videira	SC
1477033	4210407	Maracajá	SC
1477035	4209300	Lages	SC
1477041	4208203	Itajaí	SC
1477036	4204194	Chapadão do Lageado	SC
1477038	4207304	Imbituba	SC
1477044	4208450	Itapoá	SC
1477034	4204608	Criciúma	SC
1477067	3513504	Cubatão	SP
1476953	3506508	Birigui	SP
1477091	3507605	Bragança Paulista	SP
1477063	3508405	Cabreúva	SP
1477086	3509502	Campinas	SP
1477068	3513801	Diadema	SP
1477057	3511102	Catanduva	SP
1477054	3506003	Bauru	SP
1477062	3502754	Araçariguama	SP
1476944	3514403	Dracena	SP
1476986	3515202	Estrela d'Oeste	SP
1477115	3510500	Caraguatatuba	SP
1476950	3505807	Bastos	SP
1477105	3505500	Barretos	SP
1477075	3504107	Atibaia	SP
1477088	3503802	Artur Nogueira	SP
1476954	3502804	Araçatuba	SP
1476976	3502101	Andradina	SP
1477089	3501905	Amparo	SP
1477078	3501608	Americana	SP
1476938	3501301	Álvares Machado	SP
1477104	3500907	Altair	SP
1477061	3550605	São Roque	SP
1477095	3515509	Fernandópolis	SP
1477083	3503208	Araraquara	SP
1477084	3548906	São Carlos	SP
1477114	3549904	São José dos Campos	SP
1477048	3540002	Pompéia	SP
1477059	3540606	Porto Feliz	SP

ID	CodMun	Nome do Município	UF
1476925	5007695	São Gabriel do Oeste	MS
1476927	5007935	Sonora	MS
1476970	5008305	Três Lagoas	MS
1476926	5003306	Coxim	MS
1476924	5007406	Rio Verde de Mato Grosso	MS
1477017	5106240	Nova Ubiratã	MT
1477022	5107925	Sorriso	MT
1477019	5106802	Porto dos Gaúchos	MT
1477018	5105101	Juara	MT
1477004	5105150	Juína	MT
1477016	5105259	Lucas do Rio Verde	MT
1477030	5105580	Marcelândia	MT
1477026	5105606	Matupá	MT
1477007	5105622	Mirassol d'Oeste	MT
1476995	5106752	Pontes e Lacerda	MT
1477015	5106224	Nova Mutum	MT
1477020	5107941	Tabaporã	MT
1477028	5106372	Pedra Preta	MT
1476999	5107875	Sapezal	MT
1477011	5107602	Rondonópolis	MT
1477029	5107040	Primavera do Leste	MT
1477021	5106158	Nova Bandeirantes	MT
1477140	5101407	Aripuanã	MT
1477025	5100250	Alta Floresta	MT
1476967	5100300	Alto Araguaia	MT
1476962	5100409	Alto Garças	MT
1476964	5100607	Alto Taquari	MT
1477023	5107909	Sinop	MT
1477006	5101258	Araputanga	MT
1477012	5104807	Jaciara	MT
1477005	5102504	Cáceres	MT
1477014	5103502	Diamantino	MT
1477013	5102678	Campo Verde	MT
1476998	5102686	Campos de Júlio	MT
1477024	5103205	Colíder	MT
1476996	5103304	Comodoro	MT
1477010	5103403	Cuiabá	MT
1477008	5102637	Campo Novo do Parecis	MT
1477009	5107958	Tangará da Serra	MT
1476961	5104609	Itiquira	MT
1477027	5104104	Guarantã do Norte	MT
1477031	1503606	Itaituba	PA
1477032	1506807	Santarém	PA
1477135	2509370	Mato Grosso	PB
1477138	2507507	João Pessoa	PB
1477137	2611606	Recife	PE
1477129	2211001	Teresina	PI
1476931	4115200	Maringá	PR
1476929	4128104	Umuarama	PR
1476937	4120333	Prado Ferreira	PR
1477046	4119905	Ponta Grossa	PR
1476946	4126504	Sertanópolis	PR
1477045	4118204	Paranaguá	PR
1476932	4114203	Mandaguari	PR
1476935	4113700	Londrina	PR
1477043	4106902	Curitiba	PR
1476933	4101408	Apucarana	PR
1476934	4101507	Arapongas	PR

ID	CodMun	Nome do Município	UF
1476941	3541307	Presidente Epitácio	SP
1476939	3541406	Presidente Prudente	SP
1476943	3541505	Presidente Venceslau	SP
1477050	3541604	Promissão	SP
1477085	3543402	Ribeirão Preto	SP
1476951	3543808	Rinópolis	SP
1477081	3543907	Rio Claro	SP
1476979	3546603	Santa Fé do Sul	SP
1477080	3546702	Santa Gertrudes	SP
1476977	3537404	Pereira Barreto	SP
1477069	3548807	São Caetano do Sul	SP
1477087	3536505	Paulínia	SP
1477109	3549409	São Joaquim da Barra	SP
1477099	3549805	São José do Rio Preto	SP
1477073	3550308	São Paulo	SP
1477094	3551306	Sebastianópolis do Sul	SP
1477058	3552205	Sorocaba	SP
1477077	3552403	Sumaré	SP
1477103	3552601	Tabapuã	SP
1476936	3554300	Teodoro Sampaio	SP
1476980	3554904	Três Fronteiras	SP
1476945	3555109	Tupi Paulista	SP
1476984	3555802	Urânia	SP
1477053	3556008	Urupês	SP
1477096	3557105	Votuporanga	SP
1477071	3548500	Santos	SP
1477082	3526704	Leme	SP
1477066	3516309	Francisco Morato	SP
1476982	3516903	General Salgado	SP
1477102	3517505	Guapiaçu	SP
1476952	3518206	Guararapes	SP
1477072	3518701	Guarujá	SP
1477074	3518800	Guarulhos	SP
1476978	3520442	Ilha Solteira	SP
1477056	3521903	Itajobi	SP
1477060	3522208	Itapecerica da Serra	SP
1477064	3524006	Itupeva	SP
1477110	3524105	Ituverava	SP
1476985	3524808	Jales	SP
1477076	3538709	Piracicaba	SP
1477065	3525904	Jundiaí	SP
1477098	3530300	Mirassol	SP
1477047	3535804	Paranapanema	SP
1476947	3535507	Paraguaçu Paulista	SP
1476983	3535200	Palmeira d'Oeste	SP
1476948	3534609	Osvaldo Cruz	SP
1477055	3533502	Novo Horizonte	SP
1477097	3531407	Monte Aprazível	SP
1477052	3525706	José Bonifácio	SP
1477093	3530508	Mococa	SP
1477111	3516200	Franca	SP
1477070	3529401	Mauá	SP
1477049	3529005	Marília	SP
1476949	3527405	Lucélia	SP
1477051	3527108	Lins	SP
1477079	3526902	Limeira	SP
1477090	3530706	Mogi Guaçu	SP
1477128	1721000	Palmas	TO

Anexo II – Fatores de expansão das entrevistas do PNCT

UF	Município	Rodovia	Posto de Contagem	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus
AC	Senador Guiomard	BR-364	1	0,53	1,1	0,85	0,85	1,13	5,08
AL	Delmiro Gouveia	BR-110	221	0,51	0,74	0,65	0,64	0,53	0,86
AL	Palmeira dos Índios	BR-316	5	1,41	2,8	1,85	1,46	1,38	3,86
AL	Porto Real do Colégio	BR-101	4	1,56	6,69	8,06	10,55	1,14	1,88
AL	Rio Largo	BR-101	3	2,51	11,08	10,22	14,24	3,38	9,54
AL	São Miguel dos Campos	BR-101	123	2,6	3,21	4,07	4,23	1,52	5,23
BA	Alagoinhas	BR-101	6	1,05	7,05	11,68	13,56	0,58	1,6
BA	Amélia Rodrigues	BR-324	128	5,23	20,68	63,53	43,72	2,11	21,15
BA	Barreiras	BR-020	292	1,15	1,77	1,74	1,49	1,71	1,54
BA	Caetité	BR-030	131	0,54	1,71	1,19	1,91	0,52	2,54
BA	Canudos	BR-116	133	0,32	0,69	0,95	0,81	0,44	1,16
BA	Cícero Dantas	BR-110	277	0,34	0,63	1,08	1,09	0,29	0,6
BA	Feira de Santana	BR-116	8	2,03	3,54	3,24	4,08	3,15	8,06
BA	Gavião	BR-324	129	0,77	2,31	3,66	3,74	0,96	4,86
BA	Itabuna	BR-101	7	2,61	19,85	20,16	21,92	1,3	4,3
BA	Itatim	BR-116	127	0,58	4,95	8,89	10,53	0,98	1,51
BA	Jacobina	BR-324	132	1,1	1,11	1,5	1,16	1,65	7,27
BA	Laje	BR-101	126	0,89	1,2	1,79	1,7	0,98	2,08
BA	Planalto	BR-116	9	2,28	9	24,78	35,3	1,44	17,15
BA	Seabra	BR-122	10	0,79	1,19	0,9	1,58	0,71	5,79
BA	Senhor do Bonfim	BR-407	11	0,76	1,46	1,49	1,38	0,57	5
BA	Teixeira de Freitas	BR-101	143	2,03	3,35	4,78	2,78	1,11	1,57
CE	Aracati	BR-304	254	0,71	1,29	1,45	1,82	0,79	6,85
CE	Campos Sales	BR-230	134	0,47	0,53	0,56	0,45	0,63	0,78
CE	Canindé	BR-020	138	0,64	0,88	0,94	0,92	0,79	1,06
CE	Chorozinho	BR-116	13	1,94	5,45	7,13	8,03	1,32	7,67
CE	Crateús	BR-403	135	0,65	0,95	1,08	0,64	0,73	3,36
CE	Crato	BR-122	223	0,27	0,35	0,48	0,45	0,3	0,37
CE	Ibaretama	BR-122	137	0,6	0,97	1,23	1,01	0,7	2,95
CE	Icó	BR-116	14	0,9	1,21	1,13	1,52	2,5	4,12
CE	Pedra Branca	BR-226	136	0,42	0,49	0,58	0,71	0,52	1,99
CE	Russas	BR-116	140	1,08	1,85	2,21	1,78	1,24	1,28
CE	São Luís do Curu	BR-222	139	1,11	2,64	3,64	4,28	1,19	5,27
CE	Sobral	BR-222	228	1,73	5,62	13,94	31,38	2,28	8,23
CE	Tauá	BR-020	12	0,5	1,34	0,96	1,26	0,51	4,99
ES	Cachoeiro de Itapemirim	BR-482	144	1,15	2,87	3,44	3,64	2,02	5,19
ES	Colatina	BR-259	18	0,93	1,87	5,17	5,67	1,3	65,93
ES	Guaçuí	BR-484	249	0,48	0,43	0,53	0,86	0,57	0,61
ES	Ibatiba	BR-262	176	0,92	1,34	1,45	1,38	1,69	10,11
ES	Iconha	BR-101	16	1,43	2,96	5,42	4,94	3,15	106,38
ES	Linhares	BR-101	15	1,36	3,87	3,63	2,93	1,07	10,29
ES	Nova Venécia	BR-381	142	0,67	0,96	1,14	0,7	0,84	2,12
ES	São Mateus	BR-101	141	1,05	3,78	4,27	10,61	1,25	9,17

UF	Município	Rodovia	Posto de Contagem	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus
ES	Viana	BR-262	17	1,35	2,33	2,9	2,77	1,49	5,13
GO	Anápolis	BR-060	21	1,73	8,36	8,68	7,12	1,97	5,9
GO	Cachoeira Alta	BR-364	156	0,34	0,7	1,18	1,52	0,25	2,09
GO	Catalão	BR-050	169	1,15	3,48	5,49	4,29	1,61	35,11
GO	Cristalina	BR-040	149	0,73	1,4	2,48	2,23	1,2	2,85
GO	Cristalina	BR-251	148	0,55	0,78	0,77	1,56	1	4,01
GO	Flores de Goiás	BR-020	147	0,95	0,93	1,15	0,89	2,18	60,24
GO	Formosa	BR-020	19	1,19	1,8	2,41	2,19	1,1	4,31
GO	Indiara	BR-060	294	0,85	4,99	12,3	17,39	1,54	4,63
GO	Ipameri	BR-050	20	0,44	0,55	0,59	0,57	0,62	1,88
GO	Ipameri	BR-352	150	0,73	1,26	1,11	0,99	2,85	4,43
GO	Itaberaí	BR-070	111	1,6	3,1	3,39	3,3	1,91	5,62
GO	Itumbiara	BR-153	153	0,57	0,95	1,4	1,37	1,14	48,43
GO	Itumbiara	BR-154	154	1,24	2,52	2,75	3,76	1,63	10,72
GO	Jaraguá	BR-153	151	0,63	1,07	2,18	2,24	0,54	3,42
GO	Jataí	BR-060	24	0,57	2,16	3,97	5,25	0,63	3,2
GO	Porangatu	BR-153	22	0,67	1,14	1,14	1,39	0,67	2,66
GO	Santa Rita do Araguaia	BR-364	155	0,38	0,73	1,04	1,12	0,62	1,45
GO	São João D'Aliança	BR-010	146	0,55	0,87	1,08	1,04	1,06	6,07
GO	Uruaçu	BR-153	152	0,94	1,35	1,51	1,85	0,94	3,19
MA	Açailândia	BR-222	27	1,63	2,44	4,02	3,76	1,26	9,29
MA	Bacabeira	BR-135	25	3,26	9,95	12,55	8,2	2,41	5,99
MA	Codó	BR-316	29	1,08	2,81	3,56	4,36	1,2	2,55
MA	Colinas	BR-135	163	0,73	2,02	18,14	3,8	3,96	2,18
MA	Governador Newton Bello	BR-316	157	0,45	1,18	1,37	1,79	0,46	1,71
MA	Peritoró	BR-135	26	1,41	5,08	9,08	6,07	4,09	2,29
MA	Pio Xii	BR-316	159	0,52	1,47	4,14	2,78	0,59	1,88
MA	Porto Franco	BR-010	289	0,57	0,74	0,97	1,25	0,57	2,01
MA	Presidente Dutra	BR-226	158	0,85	3,39	2,58	2,22	0,99	11,61
MA	São João dos Patos	BR-135	229	0,46	0,55	0,66	0,71	0,71	0,69
MA	São Raimundo das Mangabeiras	BR-230	290	0,54	0,85	1,07	1,3	0,73	1,52
MG	Aguanil	BR-369	187	0,53	1,3	1,3	2,7	0,5	0,7
MG	Araxá	BR-262	40	0,59	0,81	1,03	0,81	0,52	1,37
MG	Araxá	BR-262	185	1,04	1,55	1,6	2,08	1,04	1,96
MG	Araxá	BR-452	184	0,98	1,28	1,56	1,83	0,8	2,63
MG	Argirita	BR-267	178	1,01	2,01	1,86	2	1,69	6,49
MG	Barroso	BR-265	188	1,04	1,57	2,13	2,81	1,17	3,51
MG	Bocaiúva	BR-135	161	1,07	1,89	2,28	1,79	1,18	5,08
MG	Botelhos	BR-146	205	0,34	0,36	0,41	0,29	0,38	0,47
MG	Caeté	BR-381	165	1,74	5,59	3,52	4,15	2,21	4,22
MG	Campos Gerais	BR-369	186	0,4	0,5	0,84	0,67	0,4	0,69
MG	Carandaí	BR-040	166	1,93	1,97	2,58	2,2	1,79	3,33
MG	Caratinga	BR-116	36	1,48	8,39	46,25	20,72	3,04	107,7
MG	Carlos Chagas	BR-418	173	0,39	0,64	0,83	1,02	0,72	0,97
MG	Carmo do Paranaíba	BR-352	42	0,76	1,07	1,25	1,08	0,9	2,62

UF	Município	Rodovia	Posto de Contagem	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus
MG	Conceição do Rio Verde	BR-267	203	0,48	0,89	1,53	0,94	0,49	3,07
MG	Congonhal	BR-459	204	0,34	0,58	0,93	0,79	0,63	1,8
MG	Congonhas	BR-383	164	0,72	2,83	3,51	4	0,73	5,42
MG	Córrego Danta	BR-262	192	1,62	27,76	22,59	36,43	2,52	3,47
MG	Curvelo	BR-135	38	1,21	2,46	4,21	4,53	1,21	2,01
MG	Divisa Alegre	BR-116	130	1,41	3,02	3,04	3,65	1,39	6,46
MG	Engenheiro Caldas	BR-116	177	1,17	7,38	19,65	90,61	1,22	5,23
MG	Esmeraldas	BR-040	31	2,33	7,7	8,92	10,73	2,46	70,42
MG	Estrela do Sul	BR-365	168	1,01	1,03	1,24	1,17	1,04	1,71
MG	Formiga	BR-354	190	1,15	2,84	2,59	3,47	0,94	9,64
MG	Francisco Sá	BR-122	28	1,03	2,07	2,59	2,81	0,72	1,43
MG	Fronteira	BR-153	183	1,21	3,01	2,49	2,03	1,97	7,49
MG	Frutal	BR-153	39	0,83	1,14	1,04	1,07	0,71	1,59
MG	Gouveia	BR-259	182	0,49	0,83	0,72	0,58	0,53	16,29
MG	Governador Valadares	BR-381	200	1,28	2,84	10,16	16,89	1,74	2,64
MG	Itamonte	BR-354	243	0,64	0,89	0,84	0,59	0,68	0,83
MG	Ituiutaba	BR-365	44	0,84	1,01	1,25	1,28	0,76	3
MG	Ituiutaba	BR-365	196	0,56	0,99	1,09	1,16	0,62	4,55
MG	Itumirim	BR-265	41	0,87	3,07	3,14	2,71	1,25	4,9
MG	Jaguaraçu	BR-381	45	1,93	6,74	12,15	14,06	1,68	11,2
MG	João Pinheiro	BR-040	30	0,4	0,57	0,83	0,78	0,61	1,46
MG	João Pinheiro	BR-365	195	0,43	0,72	0,82	1,14	0,47	4,51
MG	Juiz de Fora	BR-040	33	1,5	3,17	3,7	3,43	1,72	17,09
MG	Juiz de Fora	BR-267	167	0,72	2,53	2,56	2,99	0,89	7,35
MG	Lagamar	BR-354	194	0,33	0,42	0,65	0,77	0,39	0,55
MG	Leopoldina	BR-116	37	1,14	1,54	1,45	2,27	1,27	3,59
MG	Martinho Campos	BR-352	180	0,6	1,09	1,07	1,95	0,71	2,05
MG	Mateus Leme	BR-262	201	3,12	9,33	15,66	20,74	3,17	110,36
MG	Muriaé	BR-116	179	1,24	2,68	3,2	2,74	2,61	6,49
MG	Nova Lima	BR-040	32	8,1	7,07	6,25	6,71	3,88	6,61
MG	Oliveira	BR-381	191	1,46	2,48	3,06	3,12	1,07	3,63
MG	Patos de Minas	BR-354	43	1,04	3,89	4,7	10,02	1,65	5,17
MG	Patrocínio	BR-365	193	0,73	3,12	7,12	16,96	0,97	3,01
MG	Patrocínio do Muriaé	BR-356	250	1,12	3,33	4,49	6,51	1,31	6,33
MG	Prata	BR-153	197	1,22	1,92	2,06	2,04	1,08	6,13
MG	Resplendor	BR-259	145	0,4	1,1	1,33	1,3	0,5	1,03
MG	Rio Manso	BR-381	46	2,08	5,59	8,2	9,7	1,57	18,9
MG	Salinas	BR-251	162	0,54	0,85	0,92	0,95	0,35	2,32
MG	Santa Juliana	BR-452	172	0,81	1,67	2,68	3,63	0,67	1,75
MG	São Domingos do Prata	BR-262	199	0,8	1,89	2,04	2,69	0,71	4,16
MG	São João do Manhuaçu	BR-116	175	0,59	0,73	0,92	1,08	0,53	1,62
MG	São Pedro do Suaçuí	BR-120	174	0,41	0,49	1,03	0,99	0,48	1,95
MG	São Sebastião da Bela Vista	BR-381	47	3,19	4,86	7,34	6,58	2,36	7,34
MG	São Sebastião do Oeste	BR-494	202	0,76	0,82	0,85	0,85	0,73	2,11
MG	Senhora do Porto	BR-120	198	0,35	0,61	0,7	0,65	0,39	0,95

UF	Município	Rodovia	Posto de Contagem	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus
MG	Seritinga	BR-267	246	0,31	0,54	0,72	0,63	0,41	3,34
MG	Teófilo Otoni	BR-116	35	1,46	15,71	23,31	24,69	2,62	85,86
MG	Três Corações	BR-381	189	3,27	3,8	4,73	4,53	2,48	11,31
MG	Três Marias	BR-040	181	0,39	0,63	0,77	0,88	0,38	1,82
MG	Tupaciguara	BR-452	23	0,44	0,44	0,39	0,4	0,45	2,09
MG	Uberaba	BR-050	120	1,28	6,35	8,07	7,38	2,96	2,31
MG	Uberlândia	BR-050	34	1,1	2,64	3,41	2,56	1,72	7,42
MG	Uberlândia	BR-365	171	3,24	5,01	5,67	6,78	7,58	89,91
MG	Uberlândia	BR-497	170	0,7	1	1,16	0,99	0,68	1,91
MS	Bandeirantes	BR-060	49	0,93	0,98	1,02	1,4	0,85	2,11
MS	Bataguassu	BR-267	51	0,86	2,53	4,83	4,66	1,46	3,9
MS	Campo Grande	BR-163	296	0,95	3,59	6,41	9,3	1,01	8,46
MS	Coxim	BR-359	210	0,88	2,05	1,96	1,11	0,98	2,54
MS	Dourados	BR-163	48	1,94	3,61	6,45	7,17	3,06	14,95
MS	Guia Lopes da Laguna	BR-060	207	0,73	0,85	0,67	1,06	0,85	0,86
MS	Itaquiraí	BR-163	206	1,1	2,96	3,31	5,08	1,1	3,69
MS	Ivinhema	BR-376	208	0,6	1,37	1,3	1,88	0,63	1,62
MS	Miranda	BR-262	209	0,52	1,61	2,15	3,14	0,77	3,08
MS	Nova Alvorada do Sul	BR-267	114	0,83	4,43	6,29	12,89	0,88	6,94
MS	Paraíso das Águas	BR-060	211	0,75	1,83	1,89	1,38	1,04	3,96
MS	Paranaíba	BR-158	115	0,82	1,95	1,95	2,27	1,25	3,86
MS	Paranaíba	BR-158	297	0,65	2,06	2,63	2,12	0,53	1,22
MS	Três Lagoas	BR-262	50	0,63	2,5	3,42	3,33	0,97	5,39
MT	Barra do Garças	BR-158	293	0,94	1,39	1,08	1,58	1,45	1,02
MT	Cáceres	BR-174	52	0,65	2,38	4,29	4,55	0,66	3,56
MT	Cláudia	BR-163	121	2,15	10,93	9,34	20,22	6,51	34,01
MT	Comodoro	BR-174	262	0,64	0,83	0,73	0,7	1,1	1,49
MT	Jangada	BR-163	54	0,69	2	2,45	3,42	0,96	3,48
MT	Matupá	BR-163	122	0,5	0,9	0,9	1,24	0,96	0,96
MT	Primavera do Leste	BR-070	214	2,22	1,64	1,24	1,74	2,72	4,32
MT	Rondonópolis	BR-163	53	1,41	3,96	4,89	4,2	1,77	6
MT	Santo Antônio do Leverger	BR-070	215	1,3	1,93	1,61	3,73	1,06	1,64
MT	Sorriso	BR-163	2	0,89	19,49	11,39	10	1	3,31
PA	Bom Jesus do Tocantins	BR-222	160	0,43	0,71	1,06	1,35	0,47	2,43
PA	Marabá	BR-153	288	1,02	1,22	1,28	1,13	1,34	2,53
PA	Santa Maria do Pará	BR-308	216	1,99	1,66	2,07	1,72	4,49	14,26
PA	Ulianópolis	BR-010	55	0,45	0,82	1,24	1,14	0,57	1,62
PB	Alhandra	BR-101	56	1,71	3,85	5,37	5,02	1,2	2,55
PB	Barra de Santana	BR-104	218	0,47	1,42	1,4	1,64	1,06	2
PB	Campina Grande	BR-230	57	1,59	7,33	6,66	7,01	4,31	16,43
PB	Juazeirinho	BR-230	217	1,03	3,1	3,41	3,64	1,51	5,89
PB	Patos	BR-110	255	0,69	2,05	3,25	5,69	2,25	23,61
PE	Brejão	BR-424	125	0,65	1,24	0,97	0,94	0,64	2,63
PE	Cabrobó	BR-116	59	1,12	1,98	1,94	2,25	1,17	14,02
PE	Caruaru	BR-232	60	3,91	16,64	35,93	25,63	3,36	10,17

UF	Município	Rodovia	Posto de Contagem	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus
PE	Custódia	BR-232	224	0,79	2,74	5,46	4,81	0,65	4,41
PE	Itapissuma	BR-101	220	6,05	131	149,71	190,12	5,66	226,23
PE	Ouricuri	BR-316	222	0,55	0,9	1,14	1,03	0,56	2,12
PE	Petrolina	BR-122	62	0,68	0,76	0,85	1,09	0,53	2,06
PE	Petrolina	BR-407	225	0,44	0,64	1,1	1	0,43	3,72
PE	Ribeirão	BR-101	58	2,6	4,95	7,08	9,22	2,24	51,99
PE	Salgueiro	BR-232	61	0,64	0,79	0,88	0,86	1,13	7,15
PE	São José do Egito	BR-110	219	0,93	5,65	2,1	3,52	0,97	1,06
PE	Sertânia	BR-232	124	0,52	3,45	6,08	6,09	0,54	1,53
PI	Amarante	BR-343	230	0,29	0,37	0,37	0,51	0,3	0,72
PI	Buriti dos Lopes	BR-343	227	0,7	0,96	0,94	1,17	0,97	6,07
PI	Corrente	BR-135	110	0,34	0,68	0,83	1,53	0,43	0,82
PI	Eliseu Martins	BR-324	226	0,58	0,58	0,67	0,56	1,23	1,76
PI	Lagoa do Piauí	BR-316	65	1,11	2	2,46	1,97	1,17	4,11
PI	Picos	BR-230	63	0,81	1,88	2,97	3,64	0,75	12,16
PI	Piripiri	BR-343	64	1,18	2,22	2,7	2,74	1,02	6,17
PR	Apucarana	BR-369	240	2,62	5,11	4,68	6,68	4,03	37,44
PR	Balsa Nova	BR-277	113	2,69	12,07	14,67	15,59	5,56	15,93
PR	Cambará	BR-369	70	0,58	0,81	0,72	0,83	0,71	1,78
PR	Campina Grande do Sul	BR-116	66	4,25	11,89	14,99	9,52	3,28	19,54
PR	Campo Mourão	BR-487	232	1,75	2,88	4,06	5,07	2,1	27,07
PR	Cascavel	BR-277	69	2,07	4,62	5,98	7,38	2,8	9,01
PR	Chopinzinho	BR-373	235	0,69	1,75	1,31	1,66	0,91	4,1
PR	Goioerê	BR-272	236	0,74	1,14	1,36	1,73	1,32	1,03
PR	Guarapuava	BR-277	68	1,94	5,53	4,32	13,57	2,73	19,61
PR	Guaratuba	BR-376	71	6,02	12,57	15,73	15,41	5,77	7,36
PR	Ipiranga	BR-376	295	1,3	4,03	4,66	7,08	1,02	4,34
PR	Jacarezinho	BR-153	237	3,57	9,97	24,34	64,43	4,26	15,82
PR	Lapa	BR-476	72	1,45	1,34	1,63	1,1	1,61	9,65
PR	Laranjeiras do Sul	BR-277	234	0,88	3,03	3,2	4,4	0,71	5,81
PR	Manoel Ribas	BR-466	233	1,26	2,04	2,32	2,45	1,47	6,82
PR	Paranaguá	BR-277	112	2,2	4,75	6,77	11,53	7,23	6,68
PR	Paranavaí	BR-376	212	2,13	2,55	2,27	4,55	3,13	15,35
PR	Porto Vitória	BR-153	119	0,72	1,72	2,41	2,63	1,54	3,81
PR	Rio Negro	BR-116	67	2,05	5,54	6,3	7,31	2,14	40,95
PR	Vitorino	BR-158	276	1,7	3,15	3,27	4	1,9	4
RJ	Angra dos Reis	BR-101	244	3,2	7,46	7,9	10,93	2,87	10,98
RJ	Barra do Piraí	BR-393	245	2,35	5,3	6,29	6	2,22	62,3
RJ	Carapebus	BR-101	242	1,1	4,8	5,27	3,78	0,67	2,14
RJ	Casimiro de Abreu	BR-101	74	3,32	5,45	6,04	4,76	4,97	4,74
RJ	Duque de Caxias	BR-040	298	9,51	9,05	7,84	8,63	7,46	20,27
RJ	Italva	BR-356	248	0,84	1,55	1,01	0,93	1,95	2,9
RJ	Itaperuna	BR-356	76	1,25	2,23	1,73	1,92	1,7	1,53
RJ	Magé	BR-116	117	14,05	7,49	9,94	8,64	11,34	53,1
RJ	Paraíba do Sul	BR-393	241	1,09	1,81	2,62	2,67	0,84	5,88

UF	Município	Rodovia	Posto de Contagem	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus
RJ	Resende	BR-116	75	29,66	20,08	21,84	11,94	23	67,37
RJ	São José de Ubá	BR-393	247	0,76	0,74	0,74	0,76	1,76	16,5
RJ	Teresópolis	BR-116	251	1,95	2,9	3,45	2,79	1,26	9,17
RJ	Três Rios	BR-040	73	1,92	10,07	14,39	18,69	1,93	8,24
RJ	Três Rios	BR-393	77	1,16	4,02	5,44	3,73	0,67	3,47
RN	Bom Jesus	BR-226	79	0,84	1	0,89	0,68	1,86	1,54
RN	Ceará-Mirim	BR-406	253	1,47	0,97	1,03	0,87	3,08	5,47
RN	Extremoz	BR-101	252	1,58	5,08	2,71	10,71	2,58	8,13
RN	Itaú	BR-405	81	0,69	4,05	1,97	2,14	0,9	1,65
RN	Lajes	BR-304	80	0,84	0,98	1,02	0,97	0,7	1,5
RN	São José de Mipibu	BR-101	78	3,03	4,6	4,92	5,31	2,58	13,03
RO	Ariquemes	BR-364	258	0,69	1,53	1,58	1,38	0,98	2,29
RO	Cacoal	BR-364	260	0,53	1,51	1,6	3,13	0,79	2,53
RO	Candeias do Jamari	BR-364	256	0,83	2,43	8,3	35,25	1,19	12,98
RO	Ji-Paraná	BR-364	82	1,83	4,95	3,99	6,86	1,57	3,07
RO	Pimenta Bueno	BR-364	261	1,89	5,14	3,92	4,46	1,93	9,29
RO	Porto Velho	BR-364	257	0,34	0,49	0,49	0,52	0,5	1,08
RO	Presidente Médici	BR-429	259	0,33	0,91	0,49	5,24	0,41	1,15
RS	Bagé	BR-293	89	0,97	2,2	3,71	3,1	1,11	3,61
RS	Caçapava do Sul	BR-153	87	2,84	5,94	16,53	10,67	4,73	126,86
RS	Carazinho	BR-285	265	5,9	7,47	8,3	8,34	6,13	14,33
RS	Guaíba	BR-116	83	1,92	2,93	3,12	4,42	1,51	5,79
RS	Hulha Negra	BR-153	268	0,63	0,85	0,73	0,74	3,04	17,31
RS	Itaara	BR-158	85	2,44	10,6	29,96	64,49	3,33	4,51
RS	Itaqui	BR-472	91	0,58	0,92	0,76	0,93	0,51	1,56
RS	Montenegro	BR-386	264	3,61	6,85	12,96	14,27	5,25	50,35
RS	Osório	BR-101	263	2,5	2,77	4,36	4,78	2,68	5,17
RS	Pantano Grande	BR-290	86	1,21	2,03	2,85	5,69	1,73	2,18
RS	Porto Xavier	BR-392	266	0,44	0,45	0,82	0,67	0,56	0,72
RS	Rio Grande	BR-392	90	1,33	2,36	4,86	4,36	1,7	2,63
RS	Rio Grande	BR-471	270	0,51	1,22	1,29	1,21	0,97	3,67
RS	Rosário do Sul	BR-158	269	1	1,64	2,07	3,21	1,76	23,61
RS	Santiago	BR-377	267	0,71	0,91	0,99	1,28	0,8	1,33
RS	São Francisco de Paula	BR-453	271	1,1	0,98	1,28	0,96	1,17	2,63
RS	Seberi	BR-158	84	3,46	81,75	30,49	85,86	10,17	48,11
RS	Uruguaiana	BR-290	88	0,58	0,77	0,55	1,11	0,69	2,37
RS	Vacaria	BR-116	273	1,59	4,09	3,76	3,3	2,55	7,66
SC	Araranguá	BR-101	95	4,35	10,78	20,44	17,16	5,94	58,11
SC	Bom Retiro	BR-282	274	1,17	1,32	0,94	1,29	1,01	1,76
SC	Campos Novos	BR-283	272	2,14	3,55	4,04	5,26	1,48	1,98
SC	Concórdia	BR-153	97	0,92	1,7	1,93	2,03	1,41	4,29
SC	Garuva	BR-101	92	2,73	17,29	37,4	25,26	4,61	124,38
SC	Guaraciaba	BR-163	275	1,45	1,69	1,76	1,79	2,18	4,03
SC	Guaramirim	BR-280	118	1,9	2,34	1,97	1,71	3,97	13,3
SC	Indaial	BR-470	299	4,14	13,78	8,31	10,92	11,63	3

UF	Município	Rodovia	Posto de Contagem	Auto	Carga Leve	Carga Média	Carga Pesada	Moto	Ônibus
SC	Itapema	BR-101	93	17,05	34,78	44,59	52,03	26,05	105,24
SC	Lages	BR-282	98	1,61	3,17	3,91	4,01	1,31	2,72
SC	Mafra	BR-280	300	1,82	5,12	5,11	6,16	2,05	6,2
SC	Maravilha	BR-282	99	1,01	1,4	1,38	1,3	1,57	3,33
SC	Paulo Lopes	BR-101	94	2,3	5,64	6,71	7,77	2,64	11,34
SC	Ponte Alta do Norte	BR-116	96	0,71	1,75	2,56	2,14	0,79	2,36
SC	São Cristovão do Sul	BR-470	100	0,53	0,85	1,29	1,19	0,44	1,64
SE	Itabaiana	BR-235	102	1,64	2,35	2,56	2,12	1,22	2,82
SE	São Cristóvão	BR-101	101	1,76	3,44	8,57	6,13	1,13	4,37
SP	Águas de Santa Bárbara	BR-374	239	1,27	2,64	3,2	3,04	1,21	7,92
SP	Araraquara	BR-267	285	2,79	6,49	7,7	8,22	0,94	11,07
SP	Atibaia	BR-381	287	17,59	4,82	5,23	4,72	12,03	5,06
SP	Caçapava	BR-116	103	9,59	11,54	19,86	12,16	12,22	7,52
SP	Campos Novos Paulista	BR-153	238	1,13	1,68	1,76	2,11	1	4,64
SP	Capão Bonito	BR-373	231	0,94	1,34	1,98	3,05	0,87	29,88
SP	Guaiçara	BR-153	105	1,19	3,88	5,46	4,16	1,12	4,18
SP	Guaimbê	BR-153	283	1,98	4,91	5,33	8,94	1,25	29,64
SP	Guararema	BR-116	280	5,25	62,44	146,93	290,86	5,23	275,68
SP	Itapetininga	BR-272	282	1,36	1,68	2,45	2,45	1,58	11,84
SP	José Bonifácio	BR-153	284	1,71	5,06	4,21	5,01	1,83	1,39
SP	Lorena	BR-459	278	1,65	2,17	1,82	1,75	2,06	17,73
SP	Miracatu	BR-116	104	2,22	38,91	30,78	33,6	1,66	2,8
SP	Presidente Prudente	BR-374	213	3,58	5,15	8,31	8,61	4,75	52,43
SP	Registro	BR-116	281	1,93	10,3	12,85	11,31	2,22	60,1
SP	Rinópolis	BR-267	286	0,99	2,33	4,52	4,55	1,05	8,19
SP	Roseira	BR-116	279	12,12	14,81	49,33	58,14	12,08	93,61
SP	São Bernardo do Campo	BR-050	116	2,67	6,89	10,11	13,2	2,68	14,64
SP	Vargem	BR-381	106	2,94	4,97	4,67	3,83	2,4	8,69
TO	Barrolândia	BR-153	108	0,47	1,4	1,44	1,66	0,47	1,75
TO	Figueirópolis	BR-153	109	0,89	1,65	2	1,99	0,86	2,73
TO	Gurupi	BR-153	291	1,22	2,05	2,64	2,18	0,88	2,55
TO	Wanderlândia	BR-153	107	0,89	2,68	7,3	7,95	0,78	1,54

12 Termo de Encerramento

Este Termo encerra o Caderno 2 – Produto 01 – Estudos de Tráfego para os Estudos para a Concessão da Rodovia MS-306, referente ao Procedimento de Manifestação de Interesse PMI Nº 02/2017.

Este Produto 01 possui 168 páginas, numeradas sequencialmente de 1 a 168.