



# 3ª ETAPA DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS - FASE 1

## Sistema Rodoviário Federal Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal



*Produto 4B*  
ESTUDOS DE TRÁFEGO FINAL - Parte 1  
MODELO DE DEMANDA, REDE DE SIMULAÇÕES

Revisão 2  
Out/2008



Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. CONCEITUAÇÃO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Modelo de Simulação .....	3
2.2. Zoneamento.....	5
2.3. Rede de simulação .....	6
2.4. Demanda e Fatores Socioeconômicos .....	7
2.5. Processamentos .....	8
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>10</b>
3.1. Construção da rede .....	10
3.1.1. Zoneamento .....	10
3.1.2. Demanda .....	10
3.1.3. Rede.....	11
3.2. Calibração.....	15
3.3. Procedimento de simulação .....	18
3.3.1. Processamento Preliminar .....	18
3.3.2. Identificação de Rotas de Fuga .....	18
3.3.3. Matrizes de Tempo e Distância.....	18
3.3.4. Estimativa dos Percentuais de Fuga a Partir dos Resultados da Pesquisa de Preferência Declarada.....	19
3.3.5. Alocação Final de Matrizes Cativas do Serviço Concessionado .....	19
3.3.6. Matrizes Finais de Viagens por Praça de Pedágio .....	20
3.3.7. Estimativas das Taxas de Crescimento por Praça de Pedágio ...	20
3.3.8. Estimativas finais dos volumes por praça de pedágio .....	21
3.4. Mecanismos de controle .....	21
<b>4. FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>22</b>
4.1. Políticas de Infraestrutura.....	22
4.2. Políticas de Preço .....	22
<b>5. RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS</b> .....	<b>24</b>
5.1. Resultados da Alternativa (12 praças de pedágio) .....	25



## **1. APRESENTAÇÃO**

Este documento tem por objetivo apresentar o Produto 4B – Estudos de Tráfego Final – Parte 1, Revisão 1 – Modelo de Demanda, Rede de Simulações, integrante do trabalho relativo às pesquisas e estudos técnicos (“Estudos”) visando ao desenvolvimento do transporte rodoviário no eixo centro-leste do Estado de Minas Gerais, Goiás e do Distrito Federal por meio de uma concessão pública de aproximadamente 940 km de trechos rodoviários federais, da Rodovia BR 040, em execução pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia – FDTTE para o Banco de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, conforme Contrato OCS n.º 265/2006, firmado em 30 de novembro de 2006. Os estudos contidos no presente relatório são integrantes da 3ª Etapa da Concessão Rodoviária Federal – Fase 1.

O produto 4B Parte 1, Revisão 2 compreende a conceituação de simulação, e da simulação realizada, a metodologia utilizada, o fluxo de dados e informações para análise das fugas do sistema de pedagiamento para a BR 040.

Os estudos para definição do sistema de pedagiamento para a BR 040 abordam os seguintes tópicos:

- APRESENTAÇÃO
- CONCEITUAÇÃO
- METODOLOGIA
- FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS
- RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS

## 2. CONCEITUAÇÃO

### 2.1. Modelo de Simulação

O modelo de simulação é utilizado para a estimativa de demanda em sistemas de transportes e é uma tentativa de representar o comportamento do usuário em sistemas de oferta representados no mesmo.

Existem diversos modelos de simulação atualmente adotados nos vários estudos de transportes, e a maioria trabalha com o mesmo conceito: processo de escolha dos usuários baseados no custo generalizado que cada alternativa apresenta. O que difere em cada caso é, não só a formulação analítica adotada para composição do custo generalizado, mas também o modelo de escolha entre as alternativas disponíveis.

Para atender à metodologia selecionada e proposta foram empregados softwares especializados para a representação da rede rodoviária e da alocação dos fluxos de tráfego, com os respectivos modelos de simulação de rede de transportes, constantes do programa VISUM da empresa alemã PTV System Software and Consulting GmbH, com o intuito de agregar recursos técnicos e metodológicos ao processo de modelagem.

O VISUM é um *software* de modelagem de redes de transporte. Trabalha no nível macroscópico, integrando redes de transporte. Pode ser subdividido em duas partes: o modelador da rede propriamente dita e os vários modeladores dos impactos da alocação sobre a rede. Na modelagem da rede se introduzem os dados referentes ao zoneamento, malha viária (e respectiva capacidade) para cada modo de transporte, linhas de transporte e respectivos horários e pontos de embarque/desembarque.



A análise do desempenho se faz possível empregando o programa como ferramenta de otimização. A análise do impacto que uma dada alteração poderia ter sobre a rede fica extremamente facilitada pelo recurso de apresentação gráfica diferencial. O modelo registra o resultado das alocações antes e depois da alteração proposta e exhibe, de maneira gráfica, o efeito da alteração proposta (por exemplo: exibir em verde aqueles trechos aonde houve aumento da rentabilidade por quilômetro e em vermelho aqueles aonde houve diminuição).

O programa oferece uma ampla gama de recursos: A análise isolada de elementos específicos da rede (nós, links, regiões da malha viária, etc.), a listagem de matrizes de indicadores (níveis de serviço, tempo médio de viagem, custo operacional, etc.). É possível ainda incorporar e modelar a elasticidade de cada classe de usuário às variações de tarifa, tempo de percurso, etc. recurso que foi empregado sobre as hipóteses de localização de praças de pedágios e de tarifação de pedagiamento da rodovia.

Os algoritmos que foram empregados em termos de custos generalizados dos usuários, subdivididos em individual e de carga, expressam o comportamento dos usuários na escolha das rotas, considerando as hipóteses de tarifação, bloqueios e restrição para utilização de rotas de alternativas, que poderão se configurar como fuga e elasticidade a valor a ser aplicado.

No caso do VISUM, modelo adotado neste estudo, o software dispõe de várias alternativas para a composição do custo generalizado e também para o processo de escolha. Por outro lado, a análise dos resultados da pesquisa de preferência declarada apontou para a correlação entre diversas características das viagens e a possível escolha na hipótese de concessão da rodovia.

Assim, o modelo de simulação foi configurado de modo a refletir o comportamento identificado pela pesquisa de preferência declarada e calibrado de modo a reproduzir os resultados da pesquisa de opinião, a qual forneceu, conforme apresenta-

do em relatório anterior, o percentual da demanda que “fugiria” dos pedágios eventualmente instalados na rodovia.

## **2.2. Zoneamento**

Toda a representação de sistemas de transportes em softwares de planejamento é baseada em um zoneamento pré-definido com base nos objetivos do estudo que se pretende desenvolver. A escolha pelos limites das chamadas zonas de tráfego deve refletir uma segmentação da área de estudo segundo a homogeneidade das viagens. Os atributos para a caracterização dessa homogeneidade podem ser diversos e dependem da expectativa do estudo em relação às simulações. A disponibilidade de informações no nível de detalhamento do zoneamento selecionado deve ser também um critério importante na hora dessa definição.

No caso deste estudo, foi adotado como zoneamento principal para a simulação os limites dos municípios dos estados de Minas Gerais e Goiás, além do Distrito Federal, uma vez serem esses os estados brasileiros que acomodam o leito da rodovia em estudo. Por outro lado, as pesquisas origem-destino evidenciaram uma predominância de viagens internas a esses estados e um comportamento heterogêneo ao longo do trecho estudado, o que não justifica nenhum tipo de agregação desses municípios ao longo da rodovia, dentro desses estados.

As demais regiões do Brasil foram conectadas à rede de simulação por meio de entradas representativas das principais rodovias de acesso aos estados de Minas Gerais e Goiás, além do Distrito Federal, havendo uma entrada para cada mesorregião dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, e uma entrada para cada um dos demais estados.

Note-se que esse zoneamento caracteriza um detalhamento do zoneamento de análise, apresentado no relatório de projeções e foi assim considerado para se melhor analisar os resultados das simulações.

### **2.3. Rede de simulação**

Em modelos de planejamento de transportes a oferta é representada segundo dois aspectos: infra-estrutura e os serviços propriamente ditos (oferta). A infra-estrutura é caracterizada pela rede viária e de trilhos ou vias exclusivas por tecnologia, além de pontos notáveis de articulação dessas redes como estações, terminais de transferência, etc. O serviço refere-se aos dados operacionais relativos ao uso da infra-estrutura definida.

As redes são representadas pelos chamados “links” e nós, classificados segundo uma tipologia que caracteriza seu padrão operacional (velocidade, capacidade, desempenho, etc), o qual pode ser diferenciado por serviço que o utiliza.

Os serviços são definidos com base no padrão operacional por elemento da rede, como velocidade, capacidade, funções de desempenho em função do nível de serviço, capacidade de veículos, média de ocupação de autos, etc.

A política tarifária que complementa a caracterização dos serviços é representada por meio de tarifas fixas ou unitárias, exclusivas de cada serviço ou equivalentes a sistemas integrados, e podem ser definidas através de atributos específicos de tarifação (como pedágio, por exemplo) ou ainda criando-se artifícios que simulam os valores cobrados (custo adicional por quilometro, por exemplo).

No caso deste estudo, a rede foi representada pelos “links” exclusivamente rodoviários, conectados à área de estudo por meio de “links” fictícios designados como acessos dos centróides das zonas à rede.

A política tarifária se referiu à representação dos valores dos pedágios e foi feita de forma distinta para a rodovia em estudo e demais rodovias pedagiadas.

Na rodovia em estudo, as tarifas foram diretamente aplicadas a cada parcela da demanda, por meio do modelo determinado a partir dos resultados da pesquisa de preferência declarada, identificando-se o potencial de fuga apontado por essa pesquisa na hipótese de pedagiamento da rodovia BR040.

No caso das demais rodovias pedagiadas, que deveriam ser corretamente consideradas como rotas de fuga, mas que também acarretariam em pagamento de pedágio, as tarifas foram representadas por meio de artifícios, com penalidade de tempo associada aos valores de tempo dos usuários, representando assim as tarifas nas rotas alternativas.

## **2.4. Demanda e Fatores Socioeconômicos**

A demanda em modelos de transporte é sempre representada por meio das matrizes de origem e destino de viagens, normalmente quantificadas em uma hora típica (hora pico, entre picos, etc), para a simulação do desempenho dos sistemas de transportes, face a sua capacidade horária. Os dados para essa informação são normalmente provenientes de pesquisas de origem e destino realizadas em pontos estratégicos da área de estudo, selecionados de forma a abranger predominantemente a demanda de interesse ao estudo.

A análise da demanda identificada permite o desenvolvimento de modelos analíticos de projeção, a partir da correlação identificada entre o número de viagens por tipo de usuário e dados socioeconômicos que expliquem a necessidade de deslocamento de pessoas ou transporte de cargas. População, PIB e frota são atributos que, embora muitas vezes correlacionados entre si, têm sido os melhores indica-

dores de demanda por transportes. Os preços de combustível, nem sempre correlacionados a esses três atributos, também influenciam a demanda.

Os modelos de projeção podem ou não estar embutidos nos softwares de planejamento. Tradicionalmente, e também no caso deste estudo, a projeção da demanda foi feita externamente ao VISUM, conforme metodologia apresentada no Relatório 4A – Estudos de Projeções de Tráfego revisão 2, mas se baseou em resultados das simulações para a determinação dos fatores finais de projeção por praça de pedágio.

Assim, neste estudo as simulações da demanda no VISUM foram feitas com vistas a se estimar o percentual de fuga por praça de pedágio, para se identificar as rotas prováveis de fuga local ou de longa distância e também para avaliar o carregamento da rodovia em toda sua extensão, de uma forma geral.

O VISUM se destaca por permitir a simulação de vários segmentos de demanda simultaneamente, compartilhando o mesmo sistema de oferta. Assim, no caso deste estudo esse recurso foi utilizado não só para a representação das viagens de carga e passageiros, mas também para a identificação em cada segmento da parcela de usuários com comportamentos distintos baseados na renda de passageiros de automóveis ou tipo de caminhão no transporte de cargas.

## **2.5. Processamentos**

O uso de um modelo de simulação requer um controle detalhado dos processamentos, assim como uma estratégia de configuração de alternativas e de depuração de erros de processamento. Para tanto é sempre necessária a definição de critérios para a nomenclatura de arquivos de entrada e saída do modelo, e a forma de articular essas informações com demais atividades do estudo.



No caso do VISUM, os recursos nativos disponíveis são ricos e facilitam os mecanismos de controle. Cada alternativa simulada pode ficar totalmente documentada por meio dos atributos de oferta e demanda registrados nos vários módulos do software. Cada simulação teve, portanto, uma codificação específica que a articulava diretamente às planilhas desenvolvidas para cálculos acessórios, designando uma determinada situação simulada. Os detalhes dessa simulação ficaram registrados no próprio arquivo de dados do VISUM e resumidos em uma planilha para controle geral.

### 3. METODOLOGIA

Com base na conceituação geral definida, a metodologia de uso do modelo de simulação VISUM neste estudo foi caracterizada pelas seguintes etapas de trabalho:

- Construção da rede
- Calibração do modelo
- Determinação dos procedimentos de uma simulação
- Desenvolvimento dos mecanismos de controle
- Formulação de alternativas
- Definição da estratégia de processamentos das várias simulações
- Consolidação da estrutura de avaliação
- Desenvolvimento da análise dos resultados

#### 3.1. Construção da rede

##### 3.1.1. Zoneamento

O zoneamento da simulação foi composto por 1152 zonas, assim caracterizadas:

*Tabela 3.1 Quantidade de zonas por estado*

Estado	Nível de agregação	Quantidade de Zonas
MG	Municípios	853
GO	Municípios	246
DF	Municípios	1
SP	Mesorregião	15
RJ	Mesorregião	6
ES	Mesorregião	4
BA	Mesorregião	7
Demais Estados	Estado	20
Total		1152

##### 3.1.2. Demanda

Os segmentos de demanda foram definidos a partir da análise dos resultados das pesquisas de origem e destino, opinião e de preferência declarada, de forma a permitir a representação de grupos de usuários com comportamentos distintos no que diz respeito ao pagamento de pedágio.

Assim, foram adotados 4 segmentos de demanda principais:

- Automóveis de passageiros representativos de população de alta renda
- Automóveis de passageiros representativos de população de baixa renda
- Caminhões de 2 ou 3 eixos
- Caminhões de 4 ou mais eixos

Além das viagens desses segmentos serem alimentadas no VISUM de forma separada, os atributos operacionais e comportamentais dos mesmos também se diferenciam na hora da representação da oferta, por meio das velocidades nos vários tipos de link e dos respectivos valores de tempo de terminados na pesquisa de preferência declarada.

### **3.1.3. Rede**

A rede consolidada no VISUM foi composta por 9.187 “links”, correspondentes às ligações rodoviárias nos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, além do Distrito Federal. Procurou-se detalhar ao máximo a rede rodoviária em Minas Gerais, Goiás e no Distrito Federal, incluindo as rodovias não-pavimentadas nessas unidades da federação. Apenas não foram representadas, por irrelevantes para o estudo, as vias de caráter exclusivamente urbano.

Os tipos de links utilizados são os seguintes:

- BR040 4 FAIXAS: Corresponde ao trecho da BR040 entre Juiz de Fora e Belo Horizonte, que é composto por 4 faixas de tráfego, duas por sentido, em pista única, sem separação por canteiro central
- BR040 PISTA DUPLA: Corresponde aos trechos de pista dupla entre Belo Horizonte e Sete Lagoas, e entre Luziânia e Brasília e ao trecho Sete Lagoas – BR135 (saída para Curvelo), - obra integrante do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC;

- BR040 PISTA SIMPLES: correspondente ao trecho entre o entroncamento com a BR 135 e Luziânia
- BR116: correspondente ao trecho da BR116 em Minas Gerais, todo ele em pista simples
- BR381: correspondente ao trecho da BR381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares
- Vias Pavimentadas – Pista Simples: Todas as rodovias pavimentadas de pista simples em Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Distrito Federal, sejam de administração federal, estadual, do Distrito Federal e municipal.
- Vias Pavimentadas – Pista Dupla: Todas as rodovias pavimentadas de pista dupla em Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Distrito Federal, sejam de administração federal, estadual, do Distrito Federal e municipal.
- Vias Não-pavimentadas: Rodovias em leito natural ou com revestimento primário, que, embora com más condições de tráfego, poderiam vir a ser utilizadas como rotas de fuga.

A tabela 3.2 demonstra a quantidade de “links” por tipo e unidade da federação

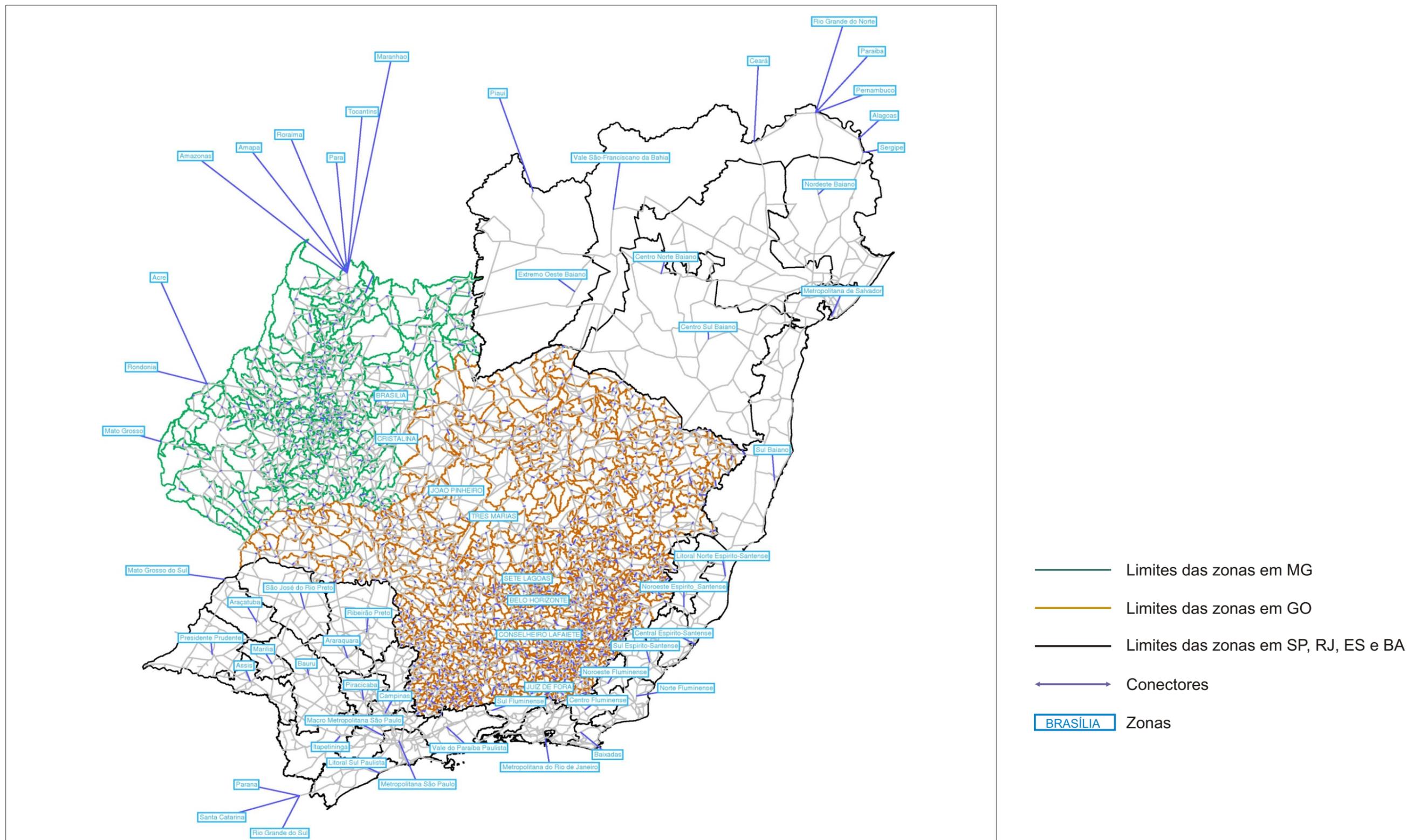
Tabela 3.2 Quantidade de “links” por tipo e unidade da federação em que se situa

Tipo de Link	MG	GO	DF	SP	RJ	ES	BA	Total
BR040 4 FAIXAS	15	0	0	0	0	0	0	15
BR040 PISTA DUPLA	10	3	2	0	0	0	0	15
BR040 PISTA SIMPLES	26	5	0	0	0	0	0	31
BR116	51	0	0	0	0	0	0	51
BR381	25	0	0	0	0	0	0	25
Vias Pavimentadas - Pista Simples	1895	927	43	1799	455	229	701	6052
Vias Pavimentadas - Pista Dupla	61	31	31	731	104	19	13	990
Vias Não Pavimentadas	1471	505	16	4	3	6	6	2008
<b>Total geral</b>	<b>3554</b>	<b>1471</b>	<b>92</b>	<b>2534</b>	<b>562</b>	<b>254</b>	<b>720</b>	<b>9187</b>

Figura 3.1 Links da Rede de Simulação



Figura 3.2 Conectores ("links" de acesso às zonas) e zoneamento utilizado na simulação



A oferta de transportes foi caracterizada pelos dados operacionais dos sistemas atuando nos diversos tipos de link. Esses dados operacionais adotados são resumidos na tabela a seguir.

*Tabela 3.3 Características Operacionais dos “Links”*

Tipo de Via	Capacidade (Veíc. Eq/h)	Velocidades (km/h)			
		Automóveis Alta Renda	Automóveis Baixa Renda	Caminhões 2 ou 3 eixos	Caminhões 4 ou mais eixos
BR040	1300	100	100	90	90
BR116	1300	70	70	65	65
BR381	1300	70	70	65	65
Vias Pavimentadas – Pista Simples	1300	30	30	25	25
Vias Pavimentadas – Pista Dupla	4000	80	80	70	70
Vias Não Pavimentadas	130	15	15	10	10

### 3.2. Calibração

A calibração da rede consiste no ajuste de parâmetros do VISUM de forma que os volumes simulados nos postos de pesquisa apresentem um comportamento semelhante ao observado nas contagens nas pesquisas de campo.

As referências, portanto, para essa calibração são os volumes resultantes das contagens automáticas de 7 dias, ajustados de forma a refletir não só a média diária, mas também a média anual, uma vez que a sazonalidade foi considerada para a determinação do volume anualizado.

Como se trata de um modelo de simulação é necessário observar as ressalvas e os limites que um instrumento dessa natureza pode apresentar, além de focar os esforços necessários à calibração, compatíveis com a precisão que o estudo necessita.

No caso de estimativas de volumes em praças de pedágio a precisão é importante para subsidiar a estimativa de arrecadação e avaliação da concessão como negócio. Para a estimativa dos investimentos necessários, que dependem da “vida útil” de cada trecho e, portanto, de uma análise de capacidade, a precisão da simulação já não é tão importante, pois a avaliação do nível de serviço baseia-se em patamares de desempenho e não em valores absolutos do volume do tráfego simulado.

Assim, a calibração do VISUM foi feita de acordo com as seguintes premissas:

- Os dados extraídos da simulação são referenciais, ou seja, é avaliado o percentual de fuga de cada praça de pedágio
- Os resultados da simulação no VISUM são basicamente matrizes de tempo e custo os quais, aplicados ao modelo calibrado com os resultados da pesquisa de preferência declarada, permitem a determinação da utilidade de cada situação (com e sem pedágio) e conseqüente probabilidade de fuga respectiva.
- Os percentuais obtidos são aplicados aos volumes observados nas contagens e ajustados para a média anual, de forma a se obter a estimativa final do volume em cada praça de pedágio

Dessa maneira, o esforço da calibração se volta aos aspectos mais importantes da simulação, relativos aos atributos das viagens, ao invés de se concentrar na calibração apenas do volume de tráfego nos “links” dos postos de pesquisa, bastando, portanto, que a rede apresente um comportamento lógico no que diz respeito a ilustrar as rotas de fuga compatíveis com os tempos e custos das viagens

Essa opção garante a simulação final da fuga, fiel ao comportamento expresso nas pesquisas de opinião e de preferência declarada. Note-se que, além do valor do tempo, atributos das viagens como frequência e motivo da viagem de automó-

veis, ou propriedade do veículo e tipo de carroceria e carga, no caso de caminhões, mostraram-se relevantes na calibração do modelo de escolha a partir dos resultados da pesquisa de preferência declarada.

Os parâmetros utilizados para a determinação do custo generalizado são:

- o custo do tempo de viagem, segundo cada uma dos segmentos da demanda,
- e o custo operacional dos veículos, por unidade de distância, segundo o tipo de veículo.

A fórmula utilizada para essa determinação foi:

$$C_G = c_P * d + \sum_{i=0}^n c_T * t_{0,i} * \left(1 + \frac{q_i}{c_i}\right)$$

Onde:

$C_G$ : Custo generalizado da viagem, em R\$

$c_P$ : Custo operacional dos veículos, em R\$/km

$d$ : Distância percorrida, em km

$n$ : Número de “links” percorridos na viagem

$c_T$ : Custo do tempo, em R\$/h

$t_{0,i}$ : tempo de percurso no “link”  $i$ , na situação de fluxo livre, em h

$q_i$ : volume de tráfego alocado no “link”  $i$ , em veículos equivalentes/h

$c_i$ : capacidade da via, em veículos equivalentes/h

Os valores dos parâmetros  $c_P$  e  $c_T$  para os diferentes segmentos de demanda se encontram na tabela a seguir:

Tabela 3.4 Parâmetros da função de custo generalizado

Parâmetro	Automóveis Alta Renda	Automóveis Baixa Renda	Caminhões 2 ou 3 eixos	Caminhões 4 ou mais eixos
$C_P$ (R\$/hora)	29,74	12,75	57,68	86,24
$C_T$ (R\$/km)	0,74	0,74	1,24	1,24

### 3.3. Procedimento de simulação

Considerando-se a concepção da rede adotada, a simulação de cada situação alternativa foi desenvolvida considerando-se as seguintes etapas:

#### 3.3.1. Processamento Preliminar

- Alocação dos quatro segmentos de demanda permitindo que os mesmos trafegassem pelos “links” dotados de praças de pedágio (simulação “a”) e inibindo os “links” de praças para o tráfego, forçando a tráfego pelas rotas de fuga (simulação “b”).

#### 3.3.2. Identificação de Rotas de Fuga

- Visualização no VISUM da diferença dos carregamentos entre as simulações “b” e “a”, ilustrando em verde os “links” que aumentaram de volume e em vermelho os que tiveram seu volume reduzido
- Avaliação das rotas de fuga
- Ajustes de parâmetros (velocidade de “links” de rodovias municipais ou vias de terra)
- Validação final das rotas de fuga

#### 3.3.3. Matrizes de Tempo e Distância

- Determinação das matrizes de tempo e distância para cada par de origem e destino das matrizes de viagens alocadas, em cada situação “a” e “b”
- Avaliação das curvas de frequência de viagens por faixa de tempo e de distância da situação “a”, que corresponde aos caminhos adotados por ocasião da pesquisa de origem e destino, ou seja, ninguém fugindo da rodovia
- Comparação desses resultados com as informações da pesquisa de origem

e destino

- Ajuste de atributos do VISUM de forma a aproximar as curvas de frequência simulada (“a”) e observada
- Formatação final das matrizes de tempo e distância das situações “a” e “b”

#### **3.3.4. Estimativa dos Percentuais de Fuga a Partir dos Resultados da Pesquisa de Preferência Declarada**

- Cálculo das utilidades das situações “a” e “b” considerando as respectivas matrizes de tempo, o qual é associado ao coeficiente do tempo determinado no modelo de escolha decorrente da pesquisa de preferência declarada
- Determinação das probabilidades de fuga de cada parcela da demanda, a partir da função que considera as utilidades determinadas
- Determinação dos limites mínimos e máximos de fuga de cada praça de pedágio com base em dois critérios:
  - Toda a parcela de demanda analisada (viagens de mesmo par de origem e destino, mesma renda, motivo e frequência, por exemplo) FOGE do pedágio **OU** PAGA pelo serviço da rodovia concessionada, de acordo com a probabilidade predominante
  - A demanda analisada (viagens de mesmo par de origem e destino, mesma renda, motivo e frequência, por exemplo) é dividida em duas parcelas, uma que FOGE do pedágio **E** outra que PAGA pelo serviço da rodovia concessionada, de acordo com as probabilidades determinadas

#### **3.3.5. Alocação Final de Matrizes Cativas do Serviço Concessionado**

- Alocação final dos segmentos de demanda, então subdivididos em 8 segmentos, representando a parcela que paga o pedágio ou foge dele, de cada um dos 4 segmentos originais
- Análise do carregamento da rodovia como um todo
- Ajuste de parâmetros e reprocessamento quando necessário
- Identificação final da matriz de viagens por praça de pedágio
- Identificação final dos trechos de rodovia com volumes homogêneos para efeito de análise de capacidade e de padrão operacional

### 3.3.6. Matrizes Finais de Viagens por Praça de Pedágio

- Tabulação final de viagens por praça de pedágio, com a determinação da participação percentual de cada zona de análise na demanda por praça
- Obs.: as zonas de análise são aquelas definidas por ocasião dos estudos de projeções, ou seja: municípios das microrregiões limdeiras à rodovia; microrregiões do restante de MG; mesorregiões dos estados vizinhos a MG, e demais estados do Brasil

### 3.3.7. Estimativas das Taxas de Crescimento por Praça de Pedágio

- Associação dos percentuais de contribuição de cada zona na demanda por praça às taxas de projeção de crescimento do PIB por zona (determinadas em no relatório 4A – Projeções de Tráfego revisão 2 específico anterior), segundo a formulação:

$$f_t = \sum_j p_j \left( \frac{PIB_{tj}}{PIB_{0j}} \right)^\eta, \text{ em que:}$$

$f_t$  : fator de crescimento do tráfego – por praça, no ano “t” (a ser multiplicado pelo volume do ano-base para obter o volume do ano “t”);

$p_j$  : proporção de extremos de viagem de cada praça na zona “j”;

$PIB_{tj}$  : PIB projetado para o ano “t” para a zona “j”;

$PIB_{0j}$  : PIB no ano-base da zona “j”;

$\eta$  : elasticidade-PIB do volume de tráfego da categoria de veículo considerada (leves ou pesados)

- Determinação das taxas finais simuladas de crescimento da demanda por praça de pedágio no horizonte do estudo, a serem associadas aos volumes pesquisados anualizados.

### **3.3.8. Estimativas finais dos volumes por praça de pedágio**

- Consiste na aplicação das taxas de crescimento obtidas no passo anterior aos volumes de tráfego que se estima que permaneçam utilizando a rodovia mesmo após a implantação dos pedágios. Para os cálculos de volumes, foram consideradas quatro categorias de veículo: automóveis, motos, ônibus e caminhões. As taxas utilizadas para as três primeiras são as estimadas para os automóveis, e para os caminhões, foram utilizadas as taxas específicas para esse segmento. Quanto às fugas dos pedágios, foi considerado que as motos e os ônibus são indiferentes aos pedágios, enquanto os automóveis e os caminhões sofrem as taxas de fuga estimadas nesse trabalho.

### **3.4. Mecanismos de controle**

Se, por um lado, o procedimento adotado para a simulação garante uma estimativa precisa do volume por praça de pedágio, a complexidade envolvida requer a adoção de mecanismos de controle que garantam a qualidade de todo o processo.

Assim, foram considerados vários aspectos como:

- nomenclatura de arquivos, de forma a evidenciar a seqüência de arquivos utilizados, como insumos às simulações ou resultados delas;
- totalização de viagens por segmento de demanda em todas as etapas dos cálculos, sejam em planilhas Excel ou procedimentos internos ao VISUM;
- determinação das curvas de freqüência para entendimento dos fenômenos resultantes de cada simulação, como por exemplo aumento das viagens de longa distância em uma alternativa de cobrança de pedágio;
- avaliação dos percentuais de fuga em cada alternativa, em comparação com simulações anteriores, para controle dos efeitos da tarifação em cada situação (valores distintos de tarifa e diversas configurações de localização das praças de pedágio)
- confecção no próprio VISUM dos mapas de volumes alocados e das diferenças de alocações entre duas situações; para visualização do carregamento da rodovia e identificação dos itinerários das rotas de fuga;
- comparação dos percentuais de fuga aos percentuais identificados na pesquisa de opinião

## 4. FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS

A alternativa simulada pode ser caracterizadas pelos seguintes tipos de intervenções na rede de simulação:

- políticas de infra-estrutura, caracterizadas pela alteração de atributos operacionais como velocidade e capacidade dos “links” e localização das praças de pedágio;
- políticas de preço, caracterizadas pelas alternativas de valores de pedágio a ser cobrado dos usuários.

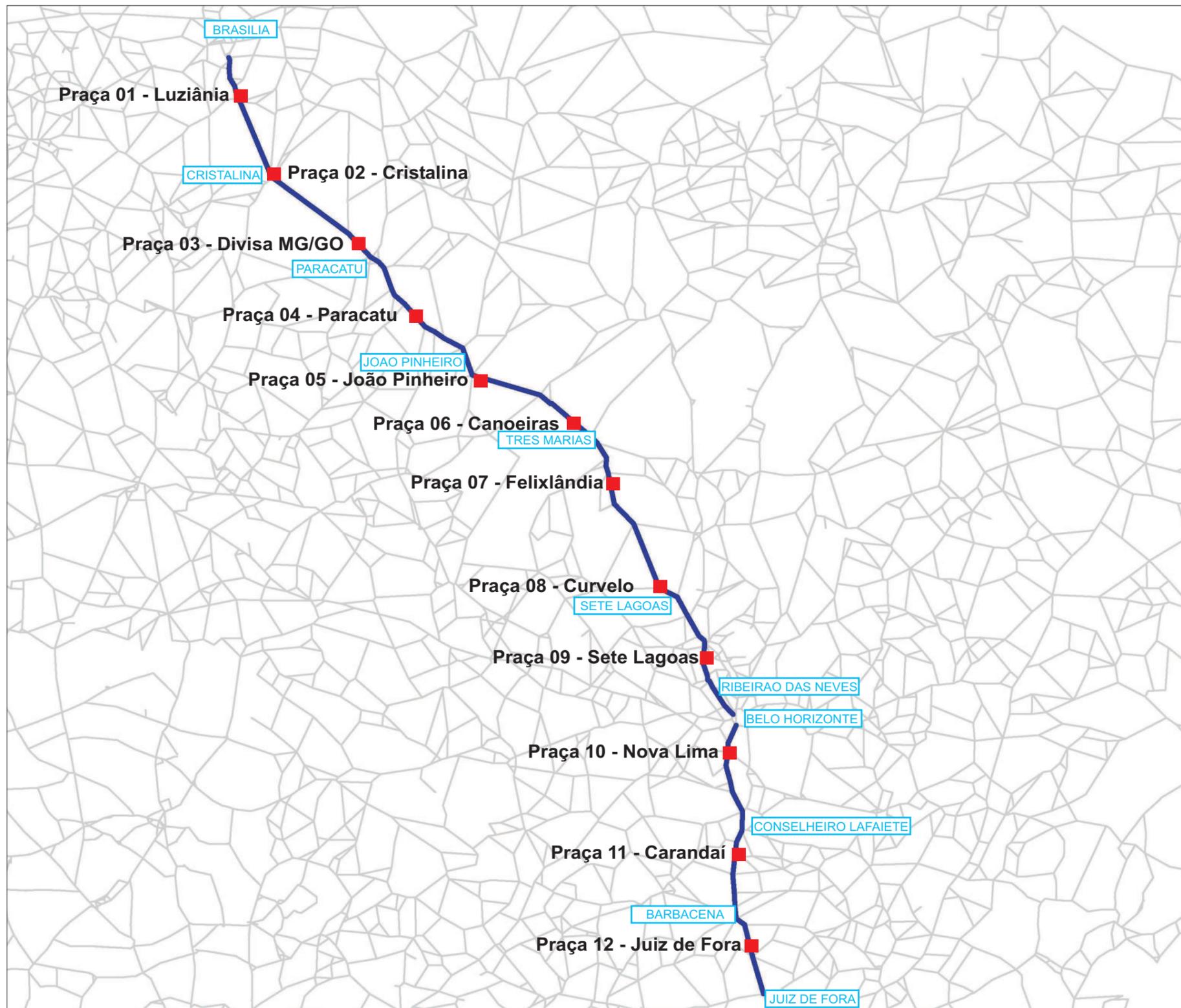
### 4.1. Políticas de Infraestrutura

- rodovia em estudo:
  - foi configurada uma alternativa com 2 praças, aproximadamente a 78 km uma da outra.
- demais rodovias:
  - não foram consideradas alterações de atributos operacionais das demais rodovias na área de estudo.

### 4.2. Políticas de Preço

- rodovia em estudo
  - simulação inicial com o valor de R\$ 0,035/km para veículo de passeio; esse valor resultou na cobrança por bloqueio (veículo de passeio) de R\$ 2,73 na alternativa de 12 praças de pedágio
  - análise de sensibilidade com dois valores alternativos de tarifa, superiores ao valor inicial : R\$ 0,04 e R\$ 0,05
- demais rodovias
  - foram identificadas as rodovias atualmente pedagiadas ou com previsão de concessão e pedagiamento no horizonte do estudo;
  - essas rodovias sofreram redução de velocidade na rede de simulação, ocasionando um aumento do tempo de viagem no tráfego que delas se utilizam como rota de fuga
  - esse aumento de tempo associado ao valor do tempo por segmento de demanda resultou em uma penalidade de custo representativa da cobrança de pedágio nessas rodovias

Figura 4.1 Localização das Praças de Pedágio - Alternativa (12 praças de pedágio)



- BR 040
- Outras Rodovias
- Pontos de Referência
- Postos de Pedágio

Escala do Mapa: 1:3.500.000

## 5. RESULTADOS DOS PROCESSAMENTOS

Conforme já mencionado, os resultados finais das simulações permitiram a estimativa dos volumes de tráfego por praça de pedágio em cada alternativa. Esse resultado, associado às projeções do PIB por zona de análise conduziram à projeção do tráfego estimado ao longo do horizonte do estudo, de 35 anos.

O que se apresenta a seguir resume as informações por alternativa considerada:

- taxa de fuga por modo e praça de pedágio
- tabela de comparação da taxa de fuga geral simulada com o resultado da pesquisa de opinião
- taxa de crescimento ao ano da demanda por praça de pedágio
- ilustração das rotas de fuga por alternativa
- ilustração do carregamento da rede por alternativa

### 5.1. Resultados da Alternativa (12 praças de pedágio)

Observa-se que as taxas de fuga de automóveis se situam globalmente ao redor de 19% e as de caminhões, ao redor de 9%. Dentro dessa média é possível verificar pelas tabelas 5.1 e 5.2 que esses valores são afetados pelos pares que têm origem igual ao destino, ou ainda que não tenham essa característica, pelos que têm sua origem e seu destino na RMBH. Com isso, os valores de fuga se reduzem, como se observa nas tabelas 5.3 e 5.4. Esses valores por sua vez são comparados com os valores obtidos na pesquisa de opinião.

Essa comparação mostra que os automóveis terminariam por utilizar a rodovia BR 040 mais do que a pesquisa de opinião apontou, conforme se observa na tabela 5.5. Já os caminhões passam pela situação inversa: as simulações mostram que menos caminhões, ainda que pouco, passariam pelos pedágios, como se vê na tabela 5.6. Isso se deve ao fato de que as simulações levam em conta os dados e informações da pesquisa de preferência declarada, mais completos e complexos, permitindo uma melhor avaliação das escolhas do público usuário da rodovia

As taxas de crescimento anual da demanda das praças de pedágio, estimadas segundo a metodologia proposta no relatório 4A – Estudos de Projeções de Tráfego revisão 2, estão disponíveis nas tabelas 5.7 para os automóveis e 5.11 para os caminhões. Por outro lado, os volumes decorrentes da aplicação dessas taxas aos volumes diários médios anualizados obtidos a partir das contagens de tráfego, que constam do relatório 2 – Estudos de Tráfego Preliminares – Parte B, resultam nos valores encontrados nas tabelas 5.8, 5.9 e 5.10, contendo respectivamente, volumes de automóveis, motos e ônibus. Por fim, a tabela 5.12 contém os volumes estimados para todos os caminhões, e as tabelas 5.13 a 5.18 apresentam os volumes estimados de caminhões divididos por número de eixos (2, 3, 4, 5, 6 e 7 ou mais eixos). Por fim a tabela 5.19 apresenta a os volumes de veículos de passeio e comerciais ao longo dos 35 anos da parceria público-privada ora em estudo.



As rotas de fuga estão exibidas na figura 5.1, onde se observa que no trecho Juiz de Fora – Belo Horizonte as fugas são predominantemente locais, e no trecho Belo Horizonte – Brasília elas são mais de longa distância. A figura 5.2 mostra a alocação dos quatro segmentos de demanda postos na simulação (automóveis de alta renda, automóveis de baixa renda, caminhões de 2 ou 3 eixos, e caminhões de 4 ou mais eixos).

Tabela 5.1 Taxas de fuga estimadas – Automóveis – Alternativa (12 praças de pedágio)

Igualdade de Origem	Extremos na RMBH	Praça	Fogem dos pedágios		Passam pelos pedágios		Total		
			Volume	%	Volume	%	Volume	%	
Origem coincidente com o Destino	Nenhum	1	95	94,06%	6	5,94%	101	100,00%	
		2	183	81,70%	41	18,30%	224	100,00%	
		3	561	69,43%	247	30,57%	808	100,00%	
		4	561	69,43%	247	30,57%	808	100,00%	
		5	290	86,57%	45	13,43%	335	100,00%	
		6	145	86,83%	22	13,17%	167	100,00%	
		7	206	86,92%	31	13,08%	237	100,00%	
		8	752	62,20%	457	37,80%	1.209	100,00%	
		10	624	84,78%	112	15,22%	736	100,00%	
		11	58	85,29%	10	14,71%	68	100,00%	
		12	180	62,50%	108	37,50%	288	100,00%	
			Subtotal		3.655	73,38%	1.326	26,62%	4.981
	2	9	861	89,59%	100	10,41%	961	100,00%	
	Subtotal		861	89,59%	100	10,41%	961	100,00%	
Subtotal			4.516	76,00%	1.426	24,00%	5.942	100,00%	
Origem diferente do Destino	Nenhum	1	52	2,40%	2.118	97,60%	2.170	100,00%	
		2	76	9,35%	737	90,65%	813	100,00%	
		3	154	13,59%	979	86,41%	1.133	100,00%	
		4	154	13,59%	979	86,41%	1.133	100,00%	
		5	139	22,42%	481	77,58%	620	100,00%	
		6	80	21,74%	288	78,26%	368	100,00%	
		7	21	3,30%	616	96,70%	637	100,00%	
		8	553	27,12%	1.486	72,88%	2.039	100,00%	
		9	334	26,85%	910	73,15%	1.244	100,00%	
		10	850	63,96%	479	36,04%	1.329	100,00%	
		11	283	10,51%	2.410	89,49%	2.693	100,00%	
		12	72	2,28%	3.088	97,72%	3.160	100,00%	
		Subtotal		2.768	15,96%	14.571	84,04%	17.339	100,00%
	1	1	-	0,00%	222	100,00%	222	100,00%	
		2	-	0,00%	113	100,00%	113	100,00%	
		3	-	0,00%	235	100,00%	235	100,00%	
		4	-	0,00%	235	100,00%	235	100,00%	
		5	-	0,00%	341	100,00%	341	100,00%	
		6	-	0,00%	253	100,00%	253	100,00%	
		7	-	0,00%	521	100,00%	521	100,00%	
		8	59	3,41%	1.671	96,59%	1.730	100,00%	
		9	181	1,61%	11.056	98,39%	11.237	100,00%	
		10	328	4,73%	6.600	95,27%	6.928	100,00%	
		11	-	0,00%	2.975	100,00%	2.975	100,00%	
12		-	0,00%	1.711	100,00%	1.711	100,00%		
	Subtotal		568	2,14%	25.933	97,86%	26.501	100,00%	
	2	9	1.986	71,90%	776	28,10%	2.762	100,00%	
	Subtotal		1.986	71,90%	776	28,10%	2.762	100,00%	
Subtotal			5.322	11,42%	41.280	88,58%	46.602	100,00%	
<b>Total geral</b>			<b>9.838</b>	<b>18,72%</b>	<b>42.706</b>	<b>81,28%</b>	<b>52.544</b>	<b>100,00%</b>	

Tabela 5.2 Taxas de fuga estimadas – Caminhões – Alternativa (12 praças de pedágio)

Igualdade de Ori-	Extremos na RMBH	Praça	Fogem dos pedágios		Passam pelos pedágios		Total		
			Volume	%	Volume	%	Volume	%	
Origem coincidente com o Destino	Nenhum	1	19	29,23%	46	70,77%	65	100,00%	
		2	25	37,31%	42	62,69%	67	100,00%	
		3	82	43,85%	105	56,15%	187	100,00%	
		4	82	43,85%	105	56,15%	187	100,00%	
		5	111	100,00%	-	0,00%	111	100,00%	
		6	103	98,10%	2	1,90%	105	100,00%	
		7	97	95,10%	5	4,90%	102	100,00%	
		8	-	0,00%	275	100,00%	275	100,00%	
		9	106	100,00%	-	0,00%	106	100,00%	
		10	124	91,18%	12	8,82%	136	100,00%	
		12	-	0,00%	9	100,00%	9	100,00%	
		Subtotal			749	55,48%	601	44,52%	1.350
		2	9	42	100,00%	-	0,00%	42	100,00%
Subtotal			42	100,00%	-	0,00%	42	100,00%	
Subtotal			791	56,82%	601	43,18%	1.392	100,00%	
Origem diferente do Destino	Nenhum	1	45	2,72%	1.607	97,28%	1.652	100,00%	
		2	44	6,36%	648	93,64%	692	100,00%	
		3	94	9,99%	847	90,01%	941	100,00%	
		4	94	9,99%	847	90,01%	941	100,00%	
		5	103	11,50%	793	88,50%	896	100,00%	
		6	57	6,88%	771	93,12%	828	100,00%	
		7	17	2,21%	751	97,79%	768	100,00%	
		8	20	1,25%	1.580	98,75%	1.600	100,00%	
		9	94	5,03%	1.776	94,97%	1.870	100,00%	
		10	235	16,73%	1.170	83,27%	1.405	100,00%	
		11	227	16,44%	1.154	83,56%	1.381	100,00%	
		12	28	1,56%	1.772	98,44%	1.800	100,00%	
	Subtotal			1.058	7,16%	13.716	92,84%	14.774	100,00%
	1	1	-	0,00%	269	100,00%	269	100,00%	
		2	-	0,00%	180	100,00%	180	100,00%	
		3	-	0,00%	411	100,00%	411	100,00%	
		4	-	0,00%	411	100,00%	411	100,00%	
		5	3	0,61%	492	99,39%	495	100,00%	
		6	5	1,02%	485	98,98%	490	100,00%	
		7	6	1,23%	483	98,77%	489	100,00%	
		8	-	0,00%	1.185	100,00%	1.185	100,00%	
		9	239	7,58%	2.912	92,42%	3.151	100,00%	
		10	44	2,19%	1.962	97,81%	2.006	100,00%	
11		39	2,97%	1.275	97,03%	1.314	100,00%		
12	26	2,21%	1.153	97,79%	1.179	100,00%			
Subtotal			362	3,13%	11.218	96,87%	11.580	100,00%	
	2	9	383	95,04%	20	4,96%	403	100,00%	
Subtotal			383	95,04%	20	4,96%	403	100,00%	
Subtotal			1.803	6,74%	24.954	93,26%	26.757	100,00%	
<b>Total geral</b>			<b>2.594</b>	<b>9,22%</b>	<b>25.555</b>	<b>90,78%</b>	<b>28.149</b>	<b>100,00%</b>	

Tabela 5.3 Taxas de fuga estimadas sem origens e destinos iguais, ou que os dois estejam na RMBH – Automóveis – Alternativa (12 praças de pedágio)

Igualdade de Origem	Extremos na RMBH	Praça	Fogem dos pedágios		Passam pelos pedágios		Total		
			Volume	%	Volume	%	Volume	%	
Origem diferente do Destino	Nenhum	1	52	2,40%	2.118	97,60%	2.170	100,00%	
		2	76	9,35%	737	90,65%	813	100,00%	
		3	154	13,59%	979	86,41%	1.133	100,00%	
		4	154	13,59%	979	86,41%	1.133	100,00%	
		5	139	22,42%	481	77,58%	620	100,00%	
		6	80	21,74%	288	78,26%	368	100,00%	
		7	21	3,30%	616	96,70%	637	100,00%	
		8	553	27,12%	1.486	72,88%	2.039	100,00%	
		9	334	26,85%	910	73,15%	1.244	100,00%	
		10	850	63,96%	479	36,04%	1.329	100,00%	
		11	283	10,51%	2.410	89,49%	2.693	100,00%	
		12	72	2,28%	3.088	97,72%	3.160	100,00%	
	Subtotal			2.768	15,96%	14.571	84,04%	17.339	100,00%
	1	1	-	-	0,00%	222	100,00%	222	100,00%
		2	-	-	0,00%	113	100,00%	113	100,00%
		3	-	-	0,00%	235	100,00%	235	100,00%
		4	-	-	0,00%	235	100,00%	235	100,00%
		5	-	-	0,00%	341	100,00%	341	100,00%
		6	-	-	0,00%	253	100,00%	253	100,00%
		7	-	-	0,00%	521	100,00%	521	100,00%
		8	59	3,41%	1.671	96,59%	1.730	100,00%	
		9	181	1,61%	11.056	98,39%	11.237	100,00%	
		10	328	4,73%	6.600	95,27%	6.928	100,00%	
		11	-	-	0,00%	2.975	100,00%	2.975	100,00%
12		-	-	0,00%	1.711	100,00%	1.711	100,00%	
Subtotal			568	2,14%	25.933	97,86%	26.501	100,00%	
<b>Total geral</b>			<b>3.336</b>	<b>7,61%</b>	<b>40.504</b>	<b>92,39%</b>	<b>43.840</b>	<b>100,00%</b>	

Tabela 5.4 Taxas de fuga estimadas sem origens e destinos iguais, ou que os dois estejam na RMBH – Caminhões – Alternativa (12 praças de pedágio)

Igualdade de Origem	Extremos na RMBH	Praça	Fogem dos pedágios		Passam pelos pedágios		Total		
			Volume	%	Volume	%	Volume	%	
Origem diferente do Destino	Nenhum	1	45	2,72%	1.607	97,28%	1.652	100,00%	
		2	44	6,36%	648	93,64%	692	100,00%	
		3	94	9,99%	847	90,01%	941	100,00%	
		4	94	9,99%	847	90,01%	941	100,00%	
		5	103	11,50%	793	88,50%	896	100,00%	
		6	57	6,88%	771	93,12%	828	100,00%	
		7	17	2,21%	751	97,79%	768	100,00%	
		8	20	1,25%	1.580	98,75%	1.600	100,00%	
		9	94	5,03%	1.776	94,97%	1.870	100,00%	
		10	235	16,73%	1.170	83,27%	1.405	100,00%	
		11	227	16,44%	1.154	83,56%	1.381	100,00%	
		12	28	1,56%	1.772	98,44%	1.800	100,00%	
	Subtotal			1.058	7,16%	13.716	92,84%	14.774	100,00%
	1	1	-	0,00%	269	100,00%	269	100,00%	
		2	-	0,00%	180	100,00%	180	100,00%	
		3	-	0,00%	411	100,00%	411	100,00%	
		4	-	0,00%	411	100,00%	411	100,00%	
		5	3	0,61%	492	99,39%	495	100,00%	
		6	5	1,02%	485	98,98%	490	100,00%	
		7	6	1,23%	483	98,77%	489	100,00%	
		8	-	0,00%	1.185	100,00%	1.185	100,00%	
		9	239	7,58%	2.912	92,42%	3.151	100,00%	
		10	44	2,19%	1.962	97,81%	2.006	100,00%	
		11	39	2,97%	1.275	97,03%	1.314	100,00%	
12		26	2,21%	1.153	97,79%	1.179	100,00%		
Subtotal			362	3,13%	11.218	96,87%	11.580	100,00%	
<b>Total geral</b>			<b>1.420</b>	<b>5,39%</b>	<b>24.934</b>	<b>94,61%</b>	<b>26.354</b>	<b>100,00%</b>	

Tabela 5.5 Comparação entre as taxas de fuga estimadas e as observadas na pesquisa de opinião – Automóveis – Alternativa (12 praças de pedágio)

Tarifa por km R\$/km)	% Simulação	% Pesquisa de Opinião
0,05	80,31%	31,22%
0,04	81,12%	48,52%
<b>0,0353</b>	<b>81,28%</b>	<b>50%</b>

Tabela 5.6 Comparação entre as taxas de fuga estimadas e as observadas na pesquisa de opinião – Caminhões – Alternativa (12 praças de pedágio)

Tarifa por km R\$/km)	% Simulação	% Pesquisa de Opinião
0,05	83,97%	87,36%
0,04	90,61%	99,96%
<b>0,0353</b>	<b>90,78%</b>	<b>100%</b>

Tabela 5.7 Taxas de crescimento anual do volume de tráfego por praça de pedágio – Automóveis, motos e ônibus – Alternativa (12 praças de pedágio) – em % a.a.

PRAÇA	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	TGCA		
1	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0%	
2	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4%
3	3,4	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,6%
4	3,4	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,6%
5	4,4	4,1	3,9	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4%
6	5,0	4,7	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,9%
7	5,7	5,3	5,1	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	4,4%
8	6,4	5,9	5,7	5,6	5,5	5,3	5,2	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	4,3%	
9	4,6	4,2	4,1	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,1%
10	5,3	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,3%	
11	4,4	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5%	
12	2,9	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3%	

Tabela 5.8 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Automóveis – Alternativa (12 praças de pedágio)

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	19.314	19.673	20.042	20.426	20.823	21.230	21.650	22.079	22.520	22.970	23.432	23.905	24.388	24.883	25.389	25.906	26.436	26.978
2	1.985	2.034	2.083	2.134	2.185	2.237	2.290	2.343	2.398	2.454	2.511	2.569	2.628	2.688	2.750	2.814	2.879	2.945
3	1.512	1.558	1.603	1.650	1.697	1.744	1.792	1.840	1.889	1.938	1.988	2.040	2.092	2.145	2.199	2.255	2.313	2.371
4	1.512	1.558	1.603	1.650	1.697	1.744	1.792	1.840	1.889	1.938	1.988	2.040	2.092	2.145	2.199	2.255	2.313	2.371
5	907	943	980	1.018	1.057	1.097	1.137	1.178	1.220	1.262	1.306	1.351	1.397	1.444	1.492	1.542	1.593	1.646
6	593	621	649	678	708	738	770	802	836	870	905	941	979	1.018	1.058	1.100	1.144	1.189
7	1.237	1.302	1.369	1.439	1.511	1.585	1.661	1.740	1.822	1.906	1.994	2.084	2.179	2.277	2.379	2.487	2.598	2.714
8	1.307	1.385	1.464	1.547	1.632	1.719	1.808	1.899	1.993	2.088	2.187	2.288	2.392	2.498	2.608	2.722	2.838	2.958
9	13.431	14.001	14.576	15.168	15.769	16.379	16.998	17.626	18.262	18.907	19.561	20.223	20.895	21.576	22.267	22.969	23.681	24.405
10	24.510	25.720	26.954	28.237	29.558	30.917	32.316	33.757	35.243	36.776	38.359	39.996	41.690	43.445	45.267	47.161	49.133	51.189
11	8.832	9.188	9.546	9.917	10.297	10.686	11.084	11.493	11.912	12.343	12.785	13.240	13.709	14.191	14.688	15.201	15.732	16.280
12	5.048	5.179	5.309	5.440	5.573	5.707	5.842	5.979	6.117	6.256	6.398	6.542	6.688	6.837	6.989	7.144	7.302	7.464

Tabela 5.8 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Automóveis – Alternativa (12 praças de pedágio) (continuação)

Praça	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	27.533	28.101	28.682	29.277	29.886	30.510	31.148	31.801	32.470	33.155	33.855	34.572	35.305	36.055	36.821	37.605	38.405
2	3.014	3.084	3.156	3.230	3.307	3.385	3.466	3.550	3.636	3.724	3.816	3.910	4.007	4.108	4.212	4.319	4.429
3	2.432	2.494	2.559	2.625	2.693	2.764	2.837	2.913	2.991	3.073	3.157	3.244	3.335	3.429	3.527	3.628	3.734
4	2.432	2.494	2.559	2.625	2.693	2.764	2.837	2.913	2.991	3.073	3.157	3.244	3.335	3.429	3.527	3.628	3.734
5	1.700	1.756	1.814	1.874	1.936	1.999	2.065	2.133	2.204	2.277	2.352	2.430	2.511	2.594	2.681	2.771	2.864
6	1.236	1.284	1.334	1.386	1.439	1.494	1.551	1.609	1.670	1.732	1.796	1.863	1.931	2.001	2.074	2.148	2.225
7	2.835	2.959	3.089	3.222	3.360	3.502	3.649	3.801	3.957	4.117	4.282	4.452	4.626	4.805	4.989	5.177	5.370
8	3.082	3.208	3.338	3.472	3.609	3.749	3.893	4.040	4.191	4.346	4.504	4.666	4.832	5.001	5.173	5.350	5.530
9	25.140	25.886	26.644	27.414	28.196	28.991	29.798	30.618	31.451	32.296	33.155	34.027	34.912	35.810	36.722	37.647	38.585
10	53.337	55.582	57.933	60.390	62.952	65.620	68.396	71.280	74.273	77.376	80.589	83.913	87.349	90.896	94.556	98.328	102.212
11	16.848	17.437	18.047	18.679	19.333	20.010	20.710	21.434	22.182	22.954	23.750	24.572	25.418	26.290	27.188	28.111	29.060
12	7.630	7.801	7.976	8.157	8.343	8.534	8.732	8.936	9.147	9.365	9.589	9.821	10.060	10.307	10.562	10.825	11.096

Tabela 5.9 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Motos – Alternativa (12 praças de pedágio)

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	1.787	1.820	1.854	1.890	1.927	1.964	2.003	2.043	2.084	2.125	2.168	2.212	2.256	2.302	2.349	2.397	2.446	2.496	2.547	2.600	2.653	2.708	2.765	2.823	2.882	2.942	3.004	3.067	3.132	3.198	3.266	3.335	3.406	3.479	3.553
2	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	101	103	105	108	110	113	115	118	121	124	127	130	133	136	139	143	146	150	153	157	161	165
3	112	116	119	122	126	129	133	136	140	144	147	151	155	159	163	167	171	176	180	185	189	194	199	205	210	216	221	227	234	240	247	254	261	269	276
4	112	116	119	122	126	129	133	136	140	144	147	151	155	159	163	167	171	176	180	185	189	194	199	205	210	216	221	227	234	240	247	254	261	269	276
5	57	59	61	64	66	69	71	74	76	79	82	85	87	90	93	96	100	103	106	110	113	117	121	125	129	133	138	142	147	152	157	162	167	173	179
6	36	38	40	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	62	64	67	69	72	75	78	81	84	87	91	94	97	101	105	109	113	117	121	125	130	135
7	132	138	146	153	161	168	177	185	194	202	212	221	231	242	253	264	276	288	301	314	328	342	357	372	387	403	420	437	454	472	491	510	529	549	570
8	63	67	71	75	79	83	87	92	96	101	106	110	115	121	126	131	137	143	149	155	161	167	174	181	188	195	202	209	217	225	233	241	249	258	266
9	1.137	1.185	1.234	1.284	1.335	1.387	1.439	1.492	1.546	1.601	1.656	1.712	1.769	1.827	1.885	1.944	2.005	2.066	2.128	2.191	2.256	2.321	2.387	2.454	2.522	2.592	2.662	2.734	2.807	2.880	2.955	3.031	3.109	3.187	3.266
10	1.031	1.081	1.133	1.187	1.243	1.300	1.359	1.419	1.482	1.546	1.613	1.682	1.753	1.826	1.903	1.983	2.066	2.152	2.242	2.337	2.435	2.539	2.646	2.759	2.875	2.996	3.122	3.253	3.388	3.527	3.672	3.821	3.975	4.133	4.296
11	249	259	269	279	290	301	312	324	336	348	360	373	386	400	414	428	443	458	474	491	508	526	544	563	583	603	624	646	669	692	715	740	765	791	818
12	104	107	110	112	115	118	121	124	126	129	132	135	138	141	144	148	151	154	158	161	165	168	172	176	180	184	189	193	198	203	208	213	218	223	229

Tabela 5.10 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Ônibus – Alternativa (12 praças de pedágio)

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	595	606	617	629	641	654	666	680	693	707	721	736	751	766	781	797	814	830	847	865	883	901	920	939	959	979	999	1020	1042	1064	1087	1110	1133	1157	1182
2	133	136	139	143	146	150	153	157	160	164	168	172	176	180	184	188	192	197	201	206	211	216	221	226	232	237	243	249	255	261	268	274	281	289	296
3	72	74	76	78	81	83	85	87	90	92	94	97	99	102	104	107	110	112	115	118	121	124	128	131	134	138	142	145	149	154	158	162	167	172	177
4	72	74	76	78	81	83	85	87	90	92	94	97	99	102	104	107	110	112	115	118	121	124	128	131	134	138	142	145	149	154	158	162	167	172	177
5	75	78	81	84	87	90	93	97	100	104	107	111	115	119	122	127	131	135	140	144	149	154	159	164	169	175	181	187	193	199	206	213	220	227	235
6	17	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	36	37	38	40	41	43	44	46	48	50	51	53	55	57	59	61	64
7	104	110	115	121	127	133	140	146	153	160	167	175	183	191	200	209	218	228	238	248	259	270	282	294	306	319	332	345	359	373	388	403	418	434	450
8	77	82	86	91	96	101	106	112	117	123	129	135	141	147	153	160	167	174	181	189	196	204	212	220	229	237	246	255	265	274	284	294	304	314	325
9	563	587	611	636	661	687	713	739	766	792	820	848	876	904	933	963	992	1023	1054	1085	1117	1149	1182	1215	1249	1283	1318	1353	1389	1426	1463	1501	1539	1578	1617
10	468	491	515	539	564	590	617	645	673	702	732	764	796	829	864	900	938	977	1018	1061	1106	1153	1202	1253	1306	1361	1418	1477	1538	1602	1667	1735	1805	1877	1951
11	372	387	402	418	434	450	467	484	502	520	538	558	577	598	618	640	662	685	709	734	760	786	814	842	872	902	934	966	1000	1034	1070	1107	1144	1183	1223
12	175	180	184	189	194	198	203	208	212	217	222	227	232	237	243	248	253	259	265	271	277	283	290	296	303	310	317	325	333	341	349	358	366	376	385

Tabela 5.11 Taxas de crescimento anual do volume de tráfego por praça de pedágio – Caminhões – Alternativa (12 praças de pedágio) – em % a.a.

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	TGCA
1	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,3%	
2	4,3	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	3,9%	
3	5,4	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,4%
4	5,4	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,4%
5	6,1	5,7	5,6	5,6	5,5	5,4	5,4	5,2	5,3	5,1	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	5,0%
6	6,6	6,2	6,1	6,0	6,0	5,8	5,9	5,5	5,9	5,4	5,6	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	5,3%
7	7,2	6,7	6,5	6,5	6,4	6,2	6,4	5,8	6,4	5,7	6,0	5,8	5,8	5,7	5,7	5,7	5,6	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	5,6%
8	6,6	6,1	6,0	6,0	5,9	5,7	5,8	5,4	5,7	5,3	5,5	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4	5,1%
9	6,7	6,3	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,5	5,5	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	4,7%
10	6,6	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	5,4%
11	4,8	4,5	4,4	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4%	
12	3,7	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,5%

Tabela 5.12 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões – Alternativa 1 (12 praças de pedágio)

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	4.473	4.615	4.762	4.915	5.075	5.239	5.411	5.586	5.771	5.958	6.153	6.355	6.563	6.777	6.999	7.229	7.466	7.711
2	1.922	1.999	2.079	2.162	2.248	2.337	2.429	2.523	2.622	2.722	2.827	2.936	3.048	3.164	3.285	3.410	3.540	3.675
3	1.437	1.507	1.579	1.653	1.730	1.810	1.892	1.976	2.064	2.155	2.249	2.346	2.446	2.551	2.659	2.772	2.890	3.013
4	1.437	1.507	1.579	1.653	1.730	1.810	1.892	1.976	2.064	2.155	2.249	2.346	2.446	2.551	2.659	2.772	2.890	3.013
5	1.367	1.445	1.526	1.611	1.699	1.791	1.888	1.986	2.092	2.199	2.313	2.431	2.555	2.685	2.820	2.963	3.112	3.269
6	1.343	1.426	1.513	1.604	1.699	1.798	1.904	2.009	2.127	2.241	2.367	2.496	2.632	2.774	2.924	3.081	3.246	3.418
7	1.328	1.417	1.509	1.607	1.710	1.815	1.931	2.043	2.173	2.296	2.433	2.574	2.723	2.878	3.042	3.214	3.394	3.584
8	1.622	1.721	1.824	1.933	2.047	2.164	2.290	2.415	2.553	2.689	2.836	2.987	3.145	3.310	3.482	3.662	3.850	4.045
9	5.026	5.340	5.665	6.007	6.362	6.730	7.113	7.506	7.917	8.337	8.773	9.223	9.687	10.165	10.659	11.168	11.694	12.236
10	5.089	5.400	5.723	6.066	6.426	6.803	7.198	7.612	8.046	8.501	8.976	9.475	9.998	10.545	11.120	11.723	12.357	13.022
11	3.353	3.503	3.659	3.822	3.992	4.170	4.355	4.548	4.748	4.958	5.176	5.404	5.641	5.889	6.148	6.418	6.701	6.997
12	3.045	3.149	3.255	3.366	3.480	3.598	3.721	3.846	3.978	4.111	4.251	4.395	4.544	4.699	4.859	5.026	5.198	5.377

Tabela 5.12 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões – Alternativa 1 (12 praças de pedágio) (continuação)

Praça	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	7.964	8.225	8.495	8.775	9.063	9.361	9.668	9.985	10.313	10.651	11.000	11.361	11.732	12.115	12.510	12.916	13.335
2	3.815	3.961	4.113	4.271	4.436	4.608	4.787	4.974	5.169	5.373	5.586	5.809	6.041	6.285	6.540	6.807	7.087
3	3.141	3.275	3.414	3.561	3.714	3.874	4.043	4.220	4.406	4.601	4.807	5.023	5.251	5.491	5.745	6.012	6.294
4	3.141	3.275	3.414	3.561	3.714	3.874	4.043	4.220	4.406	4.601	4.807	5.023	5.251	5.491	5.745	6.012	6.294
5	3.433	3.605	3.785	3.973	4.170	4.376	4.592	4.817	5.053	5.299	5.556	5.825	6.106	6.399	6.705	7.025	7.359
6	3.599	3.789	3.987	4.194	4.411	4.637	4.873	5.119	5.376	5.644	5.923	6.213	6.516	6.831	7.159	7.500	7.855
7	3.782	3.989	4.206	4.433	4.670	4.916	5.173	5.441	5.720	6.010	6.312	6.626	6.951	7.289	7.640	8.004	8.381
8	4.250	4.462	4.684	4.914	5.154	5.404	5.663	5.932	6.212	6.503	6.805	7.118	7.443	7.779	8.128	8.490	8.864
9	12.796	13.373	13.968	14.581	15.213	15.865	16.537	17.230	17.943	18.678	19.435	20.214	21.017	21.842	22.692	23.566	24.464
10	13.723	14.459	15.235	16.051	16.909	17.810	18.756	19.748	20.789	21.880	23.021	24.216	25.465	26.769	28.131	29.551	31.031
11	7.306	7.630	7.969	8.323	8.694	9.082	9.488	9.913	10.356	10.819	11.303	11.808	12.334	12.883	13.455	14.051	14.670
12	5.564	5.757	5.958	6.168	6.386	6.612	6.849	7.095	7.351	7.617	7.895	8.184	8.485	8.798	9.124	9.464	9.816

Tabela 5.13 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões - 2 eixos – BR 040

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	928	958	988	1.020	1.053	1.087	1.123	1.159	1.198	1.237	1.277	1.319	1.362	1.407	1.453	1.500	1.550	1.600	1.653	1.707	1.763	1.821	1.881	1.943	2.007	2.072	2.141	2.211	2.283	2.358	2.435	2.515	2.597	2.681	2.768
2	299	311	323	336	350	363	378	392	408	423	440	457	474	492	511	530	550	571	593	616	640	664	690	716	744	773	804	835	869	903	939	977	1.017	1.058	1.102
3	375	393	412	431	452	472	494	516	539	563	587	612	639	666	694	724	754	787	820	855	891	930	969	1.011	1.055	1.102	1.150	1.201	1.255	1.311	1.371	1.433	1.500	1.569	1.643
4	375	393	412	431	452	472	494	516	539	563	587	612	639	666	694	724	754	787	820	855	891	930	969	1.011	1.055	1.102	1.150	1.201	1.255	1.311	1.371	1.433	1.500	1.569	1.643
5	214	227	239	253	266	281	296	311	328	345	363	381	401	421	442	465	488	513	538	565	594	623	654	686	720	755	792	831	871	913	957	1.003	1.051	1.102	1.154
6	268	285	302	320	339	359	380	401	425	448	473	498	526	554	584	615	648	683	719	757	796	838	881	926	973	1.022	1.074	1.127	1.183	1.241	1.301	1.364	1.430	1.498	1.569
7	266	284	302	322	343	364	387	409	435	460	487	516	545	576	609	644	680	718	758	799	842	888	935	985	1.036	1.090	1.146	1.204	1.264	1.327	1.392	1.460	1.530	1.603	1.679
8	360	381	404	428	454	480	508	535	566	596	629	662	697	734	772	812	853	897	942	989	1.038	1.089	1.142	1.198	1.255	1.315	1.377	1.441	1.508	1.578	1.650	1.724	1.801	1.882	1.965

Tabela 5.14 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões - 3 eixos – BR 040

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	1.399	1.444	1.490	1.538	1.588	1.639	1.693	1.748	1.805	1.864	1.925	1.988	2.053	2.120	2.190	2.262	2.336	2.412	2.492	2.573	2.658	2.745	2.835	2.929	3.025	3.124	3.226	3.332	3.441	3.554	3.670	3.790	3.914	4.041	4.172
2	557	579	602	626	651	677	704	731	760	788	819	850	883	917	952	988	1.025	1.065	1.105	1.147	1.191	1.237	1.285	1.335	1.387	1.441	1.497	1.556	1.618	1.683	1.750	1.821	1.894	1.972	2.053
3	415	435	456	478	500	523	547	571	596	623	650	678	707	737	768	801	835	871	908	946	987	1.029	1.073	1.119	1.168	1.219	1.273	1.330	1.389	1.451	1.517	1.587	1.660	1.737	1.819
4	415	435	456	478	500	523	547	571	596	623	650	678	707	737	768	801	835	871	908	946	987	1.029	1.073	1.119	1.168	1.219	1.273	1.330	1.389	1.451	1.517	1.587	1.660	1.737	1.819
5	442	468	494	521	550	580	611	643	677	712	748	787	827	869	913	959	1.007	1.058	1.111	1.167	1.225	1.286	1.349	1.416	1.486	1.559	1.635	1.715	1.798	1.885	1.976	2.071	2.170	2.273	2.381
6	444	471	500	530	562	594	629	664	703	741	782	825	870	917	966	1.018	1.073	1.130	1.190	1.252	1.318	1.386	1.458	1.533	1.611	1.692	1.777	1.865	1.958	2.054	2.154	2.258	2.366	2.479	2.596
7	436	465	496	528	562	596	634	671	714	754	799	845	894	945	999	1.056	1.115	1.177	1.242	1.310	1.381	1.456	1.534	1.615	1.699	1.787	1.879	1.974	2.073	2.176	2.283	2.394	2.509	2.629	2.753
8	629	667	707	749	794	839	888	936	990	1.043	1.100	1.158	1.219	1.283	1.350	1.420	1.493	1.568	1.648	1.730	1.816	1.905	1.998	2.095	2.196	2.300	2.408	2.521	2.638	2.760	2.886	3.016	3.151	3.292	3.437

Tabela 5.15 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões - 4 eixos – BR 040

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	297	307	317	327	337	348	360	371	384	396	409	423	436	451	465	481	496	513	530	547	565	584	603	622	643	664	686	708	731	755	780	806	832	859	887
2	141	147	153	159	165	172	178	185	193	200	208	216	224	232	241	251	260	270	280	291	302	314	326	339	352	366	380	395	410	427	444	462	481	500	521
3	87	91	95	100	104	109	114	119	125	130	136	142	148	154	161	167	175	182	190	198	206	215	224	234	244	255	266	278	290	303	317	332	347	363	380
4	87	91	95	100	104	109	114	119	125	130	136	142	148	154	161	167	175	182	190	198	206	215	224	234	244	255	266	278	290	303	317	332	347	363	380
5	98	104	110	116	122	129	135	143	150	158	166	174	183	193	202	213	223	235	246	259	272	285	299	314	330	346	363	380	399	418	438	459	481	504	528
6	84	89	95	100	106	113	119	126	133	140	148	156	165	174	183	193	203	214	225	237	250	262	276	290	305	320	336	353	371	389	408	428	448	469	492
7	82	88	93	99	106	112	119	126	134	142	150	159	168	178	188	199	210	222	234	247	260	274	289	304	320	337	354	372	390	410	430	451	473	495	518
8	85	90	95	101	107	113	120	126	134	141	148	156	164	173	182	192	201	212	222	233	245	257	270	283	296	310	325	340	356	372	389	407	425	444	464

Tabela 5.16 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões - 5 eixos – BR 040

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	1.028	1.060	1.094	1.129	1.166	1.204	1.243	1.283	1.326	1.369	1.413	1.460	1.508	1.557	1.608	1.661	1.715	1.771	1.830	1.889	1.951	2.016	2.082	2.150	2.221	2.294	2.369	2.447	2.527	2.610	2.695	2.783	2.874	2.967	3.063
2	528	549	571	594	618	642	667	693	720	748	777	807	837	869	903	937	973	1.010	1.048	1.088	1.130	1.174	1.219	1.266	1.315	1.367	1.420	1.476	1.535	1.596	1.660	1.727	1.797	1.870	1.947
3	318	334	350	366	383	401	419	438	457	477	498	519	542	565	589	614	640	667	696	725	756	789	822	858	895	934	976	1.019	1.064	1.112	1.163	1.216	1.272	1.331	1.394
4	318	334	350	366	383	401	419	438	457	477	498	519	542	565	589	614	640	667	696	725	756	789	822	858	895	934	976	1.019	1.064	1.112	1.163	1.216	1.272	1.331	1.394
5	342	362	382	404	426	449	473	497	524	551	579	609	640	673	706	742	780	819	860	903	948	995	1.045	1.096	1.150	1.207	1.266	1.327	1.392	1.459	1.530	1.603	1.680	1.760	1.843
6	312	331	351	372	394	417	442	466	494	520	549	579	611	644	679	715	753	793	835	879	925	973	1.024	1.076	1.131	1.188	1.248	1.310	1.375	1.442	1.512	1.585	1.661	1.741	1.823
7	312	333	354	377	402	426	454	480	510	539	572	605	640	676	715	755	797	842	888	937	988	1.041	1.097	1.155	1.215	1.278	1.344	1.412	1.483	1.556	1.633	1.712	1.795	1.880	1.969
8	312	331	351	372	393	416	440	464	491	517	545	574	605	636	669	704	740	778	817	858	900	945	991	1.039	1.089	1.140	1.194	1.250	1.308	1.368	1.431	1.495	1.562	1.632	1.704

Tabela 5.17 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões - 6 eixos – BR 040

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	412	425	439	453	468	483	499	515	532	549	567	586	605	625	645	666	688	711	734	758	783	809	836	863	891	921	951	982	1.014	1.047	1.082	1.117	1.153	1.191	1.229
2	199	206	215	223	232	241	251	261	271	281	292	303	315	327	339	352	366	380	394	409	425	441	458	476	495	514	534	555	577	600	624	649	676	703	732
3	120	126	132	138	145	152	158	166	173	181	188	197	205	214	223	232	242	252	263	274	286	298	311	325	339	353	369	385	403	421	440	460	481	504	527
4	120	126	132	138	145	152	158	166	173	181	188	197	205	214	223	232	242	252	263	274	286	298	311	325	339	353	369	385	403	421	440	460	481	504	527
5	135	143	151	159	168	177	187	197	207	218	229	241	253	266	279	293	308	324	340	357	375	393	413	433	455	477	500	525	550	577	605	634	664	695	729
6	118	125	133	141	149	158	167	177	187	197	208	219	231	244	257	271	285	300	316	333	350	369	388	408	428	450	473	496	521	546	573	600	629	659	690
7	115	123	131	140	149	158	168	178	189	200	211	224	237	250	264	279	295	311	329	347	365	385	406	427	449	473	497	522	548	576	604	633	664	695	728
8	119	126	134	142	150	158	168	177	187	197	208	219	230	242	255	268	282	296	311	327	343	360	377	396	415	434	455	476	498	521	545	570	595	622	649

Tabela 5.18 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Caminhões – Tou mais eixos – BR 040

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	408	421	434	448	463	478	493	509	526	543	561	579	598	618	638	659	681	703	726	750	775	800	826	854	882	910	940	971	1003	1036	1070	1105	1141	1178	1216
2	199	206	215	223	232	241	251	261	271	281	292	303	315	327	339	352	366	380	394	409	425	441	458	476	495	514	534	555	577	600	624	649	676	703	732
3	121	127	133	140	146	153	160	167	174	182	190	198	206	215	224	234	244	254	265	276	288	301	314	327	341	356	372	388	406	424	443	464	485	508	531
4	121	127	133	140	146	153	160	167	174	182	190	198	206	215	224	234	244	254	265	276	288	301	314	327	341	356	372	388	406	424	443	464	485	508	531
5	134	142	150	158	167	176	186	195	206	216	227	239	251	264	277	291	306	321	338	355	372	391	410	430	452	474	497	521	546	573	600	629	659	691	724
6	117	124	132	140	148	157	166	175	185	195	206	218	230	242	255	269	283	298	314	330	348	366	385	404	425	446	469	492	516	542	568	596	624	654	685
7	116	124	132	141	150	159	169	179	190	201	213	226	239	252	267	282	297	314	331	350	369	388	409	431	453	477	501	527	553	581	609	639	669	701	734
8	118	125	133	141	149	158	167	176	186	196	207	218	229	241	254	267	281	295	310	325	341	358	376	394	413	432	453	474	496	519	543	567	593	619	646

Tabela 5.19 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Veículos Passeio e Comerciais – BR 040

Praça	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	26.169	26.714	27.275	27.860	28.466	29.087	29.730	30.388	31.068	31.760	32.474	33.208	33.958	34.728	35.518	36.329	37.162	38.015
2	4.114	4.245	4.379	4.519	4.661	4.808	4.958	5.111	5.270	5.432	5.600	5.773	5.950	6.133	6.322	6.517	6.719	6.927
3	3.133	3.255	3.377	3.503	3.634	3.766	3.902	4.039	4.183	4.329	4.478	4.634	4.792	4.957	5.125	5.301	5.484	5.672
4	3.133	3.255	3.377	3.503	3.634	3.766	3.902	4.039	4.183	4.329	4.478	4.634	4.792	4.957	5.125	5.301	5.484	5.672
5	2.406	2.525	2.648	2.777	2.909	3.047	3.189	3.335	3.488	3.644	3.808	3.978	4.154	4.338	4.527	4.728	4.936	5.153
6	1.989	2.103	2.221	2.343	2.471	2.602	2.743	2.883	3.038	3.189	3.353	3.521	3.698	3.883	4.077	4.280	4.492	4.713
7	2.801	2.967	3.139	3.320	3.509	3.701	3.909	4.114	4.342	4.564	4.806	5.054	5.316	5.588	5.874	6.174	6.486	6.814
8	3.069	3.255	3.445	3.646	3.854	4.067	4.291	4.518	4.759	5.001	5.258	5.520	5.793	6.076	6.369	6.675	6.992	7.320

Tabela 5.19 Volumes diários médios anualizados de tráfego (VDMA) estimados por praça de pedágio – Veículos Passeio e Comerciais – BR 040 (continuação)

Praça	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
1	38.891	39.791	40.713	41.661	42.634	43.633	44.657	45.707	46.786	47.893	49.029	50.195	51.390	52.615	53.870	55.157	56.475
2	7.143	7.366	7.598	7.838	8.088	8.346	8.615	8.894	9.184	9.485	9.800	10.126	10.466	10.820	11.190	11.576	11.977
3	5.868	6.072	6.283	6.504	6.734	6.974	7.224	7.487	7.760	8.046	8.347	8.661	8.991	9.336	9.700	10.081	10.481
4	5.868	6.072	6.283	6.504	6.734	6.974	7.224	7.487	7.760	8.046	8.347	8.661	8.991	9.336	9.700	10.081	10.481
5	5.379	5.615	5.861	6.118	6.386	6.664	6.955	7.258	7.576	7.905	8.248	8.606	8.980	9.368	9.773	10.196	10.637
6	4.946	5.188	5.440	5.704	5.978	6.265	6.562	6.871	7.195	7.531	7.879	8.242	8.619	9.010	9.417	9.839	10.279
7	7.156	7.510	7.882	8.267	8.669	9.084	9.515	9.964	10.429	10.909	11.407	11.923	12.456	13.007	13.576	14.164	14.771
8	7.662	8.014	8.379	8.757	9.149	9.554	9.973	10.404	10.851	11.313	11.791	12.283	12.792	13.315	13.854	14.412	14.985

Figura 5.1 Rotas de Fuga - Alternativa (12 praças de pedágio)

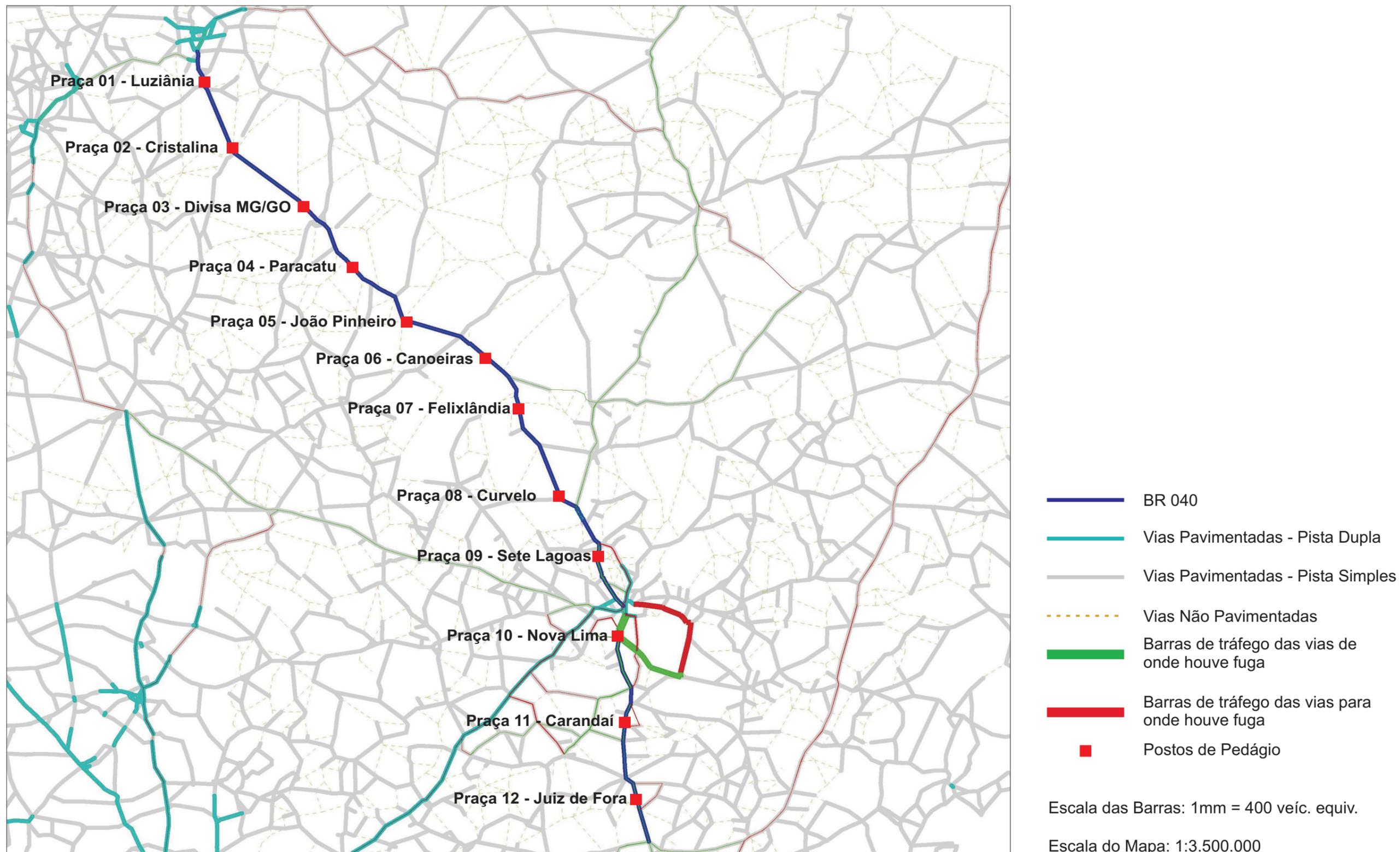


Figura 5.2 Alocação do tráfego dos 8 segmentos de demanda - Alternativa (12 praças de pedágio)

