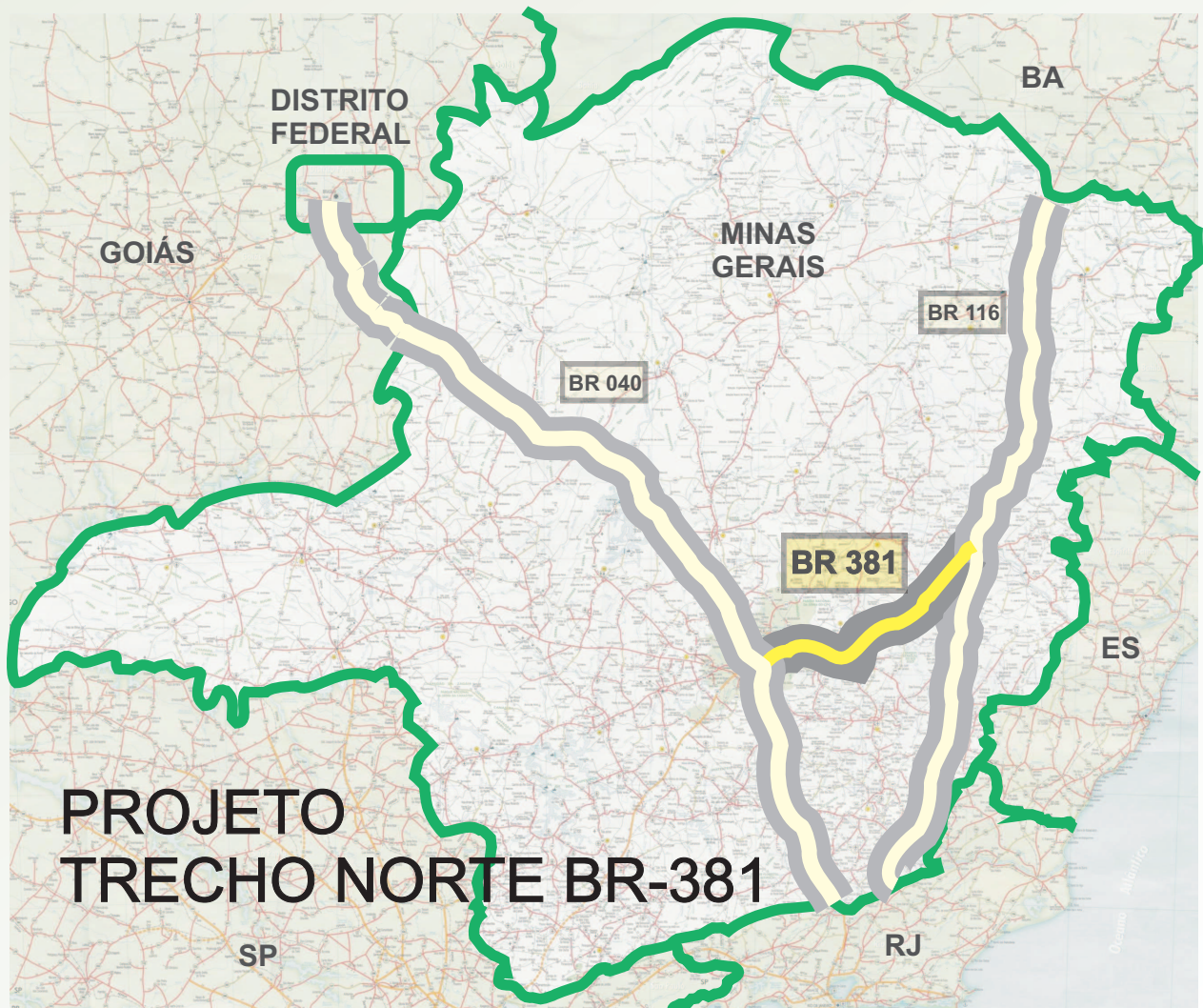




3ª ETAPA DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS - FASE 1

Sistema Rodoviário Federal - Minas Gerais



Produto 4B
ESTUDOS DE TRÁFEGO FINAL - Parte 2

Estudos de Localização de Praças de Pedágio
e Sistema de Pedagiamento



Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia

Revisão 3
Out/08

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	4
2	ESTUDOS INICIAIS DE ESTRUTURA E NÍVEL TARIFÁRIO PARA A E BR 381	6
2.1	Estrutura Tarifária	6
2.2	Nível Tarifário.....	7
2.2.1	Pesquisa de opinião – disposição a pagar dos usuários da BR 381.	7
2.2.2	Tarifas praticadas no país.....	10
3	ASPECTOS GERAIS SOBRE O SISTEMA DE PEDAGIAMENTO	16
3.1	Localização de praças de pedágio.....	19
3.2	Espaçamento entre praças de pedágio.....	20
3.2.1	Análise da equidade/iniqüidade	22
3.2.2	Análise da eficiência	25
4	ESTUDO DE SISTEMA DE PEDAGIAMENTO PARA A BR 381.....	28
4.1	Modelo adotado para a BR 381	28
4.2	Análise do espaçamento entre praças de pedágio para a BR 381	29
4.2.1	Dados utilizados.....	29
4.2.2	Procedimentos de cálculo.....	31
4.2.3	Resultados obtidos	31



4.3	Propostas de sistema de pedagiamento para a BR 381	32
4.4	Análise das hipóteses para sistema de pedagiamento e alternativas de configuração para a BR 381	35
5	SELEÇÃO DE ALTERNATIVA DE PEDAGIAMENTO E ESPAÇAMENTO ENTRE PRAÇAS DE PEDÁGIO	38
6	DIMENSIONAMENTO DE PRAÇAS DE PEDÁGIO.....	42

1 APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar o Produto 4 B – Estudos de Tráfego Final – Parte 2, Revisão 3 - Estudo de Localização de Praças de Pedágios e Sistema de Pedagiamento, 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 por meio de uma concessão pública de aproximadamente 301 km de trechos rodoviários federais da Rodovia BR 381, em execução pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia – FDTE para o Banco de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, conforme Contrato OCS n.º 265/2006, firmado em 30 de novembro de 2006.

O trecho em estudo da BR 381 se desenvolve entre o Anel Viário de Belo Horizonte e o entroncamento com a BR 116, no município de Governador Valadares. São consideradas ainda as intervenções previstas no âmbito do Projeto de Ampliação de Capacidade e Modernização do trecho norte da Rodovia BR 381 entre Governador Valadares e Belo Horizonte, desenvolvido pelo DNIT, em 2007.

O produto 4B compreende a proposta de sistema de pedagiamento para a BR 381. São apresentadas as análises sobre o modelo de sistema de pedagiamento proposto; estudos e proposições quanto ao espaçamento entre praças de pedágios e dimensionamento das praças de pedágio para a proposição recomendada, considerando os resultados de projeção de tráfego apresentadas no Relatório Técnico 4 B Estudos de Tráfego Final, Parte 1, Revisão 2, o qual incorpora a implantação e pedagiamento do Anel Viário Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Os estudos para definição do sistema de pedagiamento para a BR 381 abordam os seguintes tópicos:

- APRESENTAÇÃO;



- ESTUDOS INICIAIS DE ESTRUTURA E NÍVEL TARIFÁRIO PARA A BR 381;
- ASPECTOS GERAIS SOBRE O SISTEMA DE PEDAGIAMENTO;
- ESTUDO DE SISTEMA DE PEDAGIAMENTO PARA A BR 381;
- SELEÇÃO DE ALTERNATIVA DE PEDAGIAMENTO E ESPAÇAMENTO ENTRE PRAÇAS DE PEDÁGIO;
- DIMENSIONAMENTO DE PRAÇAS DE PEDÁGIO.

2 ESTUDOS INICIAIS DE ESTRUTURA E NÍVEL TARIFÁRIO PARA A E BR 381

2.1 Estrutura Tarifária

A estrutura tarifária vigente nas concessões rodoviárias federais e na maioria dos estados brasileiros se baseia no preço cobrado para um automóvel de passeio - que corresponde a um eixo de caminhão. Já para os caminhões é cobrado um valor relativo ao número de eixos que o compõem. Este conceito, ainda que de forma simplificada, busca aplicar tarifas proporcionais à solicitação do pavimento exercida pelos diferentes tipos de veículos.

A Tabela de Categoria de Veículos apresenta os fatores da multiplicação para a Tarifa de Pedágio, para os vários tipos de veículos considerando seu respectivo número de eixos.

Tabela 2.1: Tabela de Categoria de Veículos.

Categoria	Descrição dos veículos	Nº de eixos	Rodagem	Multiplicador
1	Automóvel, caminhonete e furgão	2	Simple	1,00
2	Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão	2	Dupla	2,00
3	Automóvel e caminhonete com semi-reboque	3	Simple	1,50
4	Caminhão, caminhão-trator, caminhão-trator com semi-reboque e ônibus	3	Dupla	3,00
5	Automóvel e caminhonete com reboque	4	Simple	2,00
6	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	4	Dupla	4,00
7	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	5	Dupla	5,00
8	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	6	Dupla	6,00
9	Motocicletas, motonetas e bicicletas moto	2	Simple	0,50
10	Veículos oficiais e do Corpo Diplomático	-	-	Isentos

Fonte: ANTT (2007).

A Tarifa Básica é, portanto, a tarifa de pedágio para o(s) veículo(s) de categoria 1, conforme Classificação de Veículos, cujo fator multiplicador de tarifa é igual a 1,0.

A tarifa de pedágio a ser aplicada para a BR 381 deverá corresponder ao resultado do produto da Tarifa Básica de pedágio pelo fator multiplicador da tarifa correspondente a cada categoria de veículo, conforme valores apresentados na tabela 2.1. Para os veículos com mais de 6 eixos será cobrada tarifa de pedágio equivalente à categoria 8, acrescida do valor da tarifa dos veículos da categoria 1, multiplicada pelo número de eixos que excederem 6.

2.2 Nível Tarifário

Neste item são discutidos aspectos iniciais para a definição do nível tarifário a ser adotado para a BR 381. Primeiramente são apresentados os resultados da pesquisa de opinião realizada concomitante a pesquisa de origem e destino em postos de pesquisa distribuídos ao longo dos trechos em estudo da Rodovia BR 381. Posteriormente são apresentados os valores de tarifas praticados nas concessões em vigor no país. Em uma etapa final é considerada uma proposta de nível tarifário para a rodovia, de forma a dispor de valores de referência para as análises de espaçamento e número de praças de pedágios desenvolvidas na seqüência deste documento.

2.2.1 Pesquisa de opinião – disposição a pagar dos usuários da BR 381

Para os estudos referentes ao nível tarifário a ser adotado na Rodovia BR 381 foram considerados os resultados obtidos através da pesquisa de opinião, que verificou a disposição dos usuários da rodovia em pagar pedágio pela melhoria de suas características.

Nesta pesquisa foram utilizadas duas abordagens distintas:

- Pesquisa de opinião, onde foram questionados quais os atributos considerados mais importantes pelos usuários da rodovia e quanto estes se dispõem a pagar por estes atributos;
- Pesquisa de preferência declarada, onde os principais atributos são avaliados em termos do nível de importância que o entrevistado atribui aos mesmos,

permitindo também a determinação do valor do tempo do usuário e validando alguns resultados da pesquisa de opinião.

Aos usuários entrevistados foi apresentado um elenco de alternativas de disposição a pagar, com base no cálculo de valores de pedágio equivalentes às respectivas extensões das viagens e a valores unitários de tarifas quilométricas. Foi adotada como tarifa máxima o valor equivalente a 90% da tarifa de pista simples cobrada no Estado de São Paulo em 2006, e considerados multiplicadores da tarifa quilométrica diferenciados para os 3 tipos de veículo adotados na pesquisa (automóveis, caminhões de 2 e 3 eixos e caminhões com mais de 4 eixos), a partir da média dos multiplicadores adotados na tabela vigente para o mesmo estado. Desta forma, os valores de tarifa apresentados aos veículos comerciais já levavam em consideração o número de eixos destes veículos, com base nos valores multiplicadores de tarifas adotados (caminhões 2 ou 3 eixos = 2,5 e caminhões 4 ou + eixos = 5).

Para desenvolvimento desta análise, os resultados referentes à disposição a pagar para caminhões de 2, 3 e mais de 4 eixos foram, no entanto, agregados, gerando um valor de tarifa único por quilômetro para caminhões.

Os resultados obtidos para a BR 381 sobre disposição a pagar, para motoristas de automóveis são mostrados nas tabelas a seguir.

Tabela 2.2: Proporção de usuários da BR 381 dispostos a pagar tarifa – Automóveis.

Condição	Quantidade	%
<i>Pagaria</i>	21.378	68,84%
<i>Não Pagaria</i>	9.678	31,16%

Tabela 2.3: Resultados da Pesquisa de Opinião sobre disposição a pagar para a BR 381 - Automóveis.

Tarifa por km (R\$/km)	Quantidade de entrevistas	%	% Acumulada
<i>mais de 0,10</i>	48	0,23%	0,23%
<i>0,10</i>	13	0,06%	0,29%
<i>0,09</i>	-	0,00%	0,29%
<i>0,08</i>	157	0,73%	1,02%
<i>0,07</i>	25	0,12%	1,14%
<i>0,06</i>	4.110	19,23%	20,36%
<i>0,05</i>	2.745	12,84%	33,20%
<i>0,04</i>	4.839	22,63%	55,84%
<i>0,02</i>	9.441	44,16%	100,00%
Total	21.378	100,00%	-

Tabela 2.4: Tarifa média ponderada por quilômetro para a BR 381 - Automóveis.

Agrupamento	Tarifa (R\$/Km)
<i>Todos os valores</i>	0,0253
<i>Eliminados os valores 0,0</i>	0,0368
Mediana	0,0200

Com base nos resultados obtidos, podem ser feitas as seguintes considerações:

Para os usuários de **automóveis** foram observados os seguintes resultados:

- 31,16% dos usuários não estão dispostos a pagar tarifa de pedágio;
- 33,20% dos usuários estão dispostos a pagar valores de tarifa maiores ou iguais a R\$ 0,05/km;
- 55,84% dos usuários estão dispostos a pagar valores de tarifa maiores ou iguais a R\$ 0,04/km;

A tarifa média ponderada por quilômetro (R\$/km) para usuários de automóveis, excluindo-se a parcela de usuários que não estão dispostos a pagar tarifa de pedágio resultou em R\$ 0,036/km.

Os resultados obtidos para a Rodovia BR 381 sobre disposição a pagar, para motoristas de caminhões são mostrados nas tabelas a seguir.

Tabela 2.5: Proporção de usuários da BR 381 dispostos a pagar tarifa – Caminhões.

Condição	Quantidade	%
Pagaria	11.574	79,41%
Não Pagaria	3.001	20,59%

Tabela 2.6: Resultados da Pesquisa de Opinião sobre disposição a pagar para a BR 381 – Caminhões.

Tarifa por km (R\$/km)	Quantidade de entrevistas	%	% Acumulada
mais de 0,10	5.792	50,04%	50,04%
0,10	1.535	13,27%	63,31%
0,09	679	5,87%	69,18%
0,08	421	3,64%	72,81%
0,06	656	5,66%	78,48%
0,05	1.950	16,85%	95,33%
0,04	541	4,67%	100,00%
Total	11.574	100,00%	-

Tabela 2.7: Tarifa média ponderada por quilômetro para a BR 381 – Caminhões .

Agrupamento	Tarifa (R\$/Km)
Todos os valores	0,1027
Eliminados os valores 0,0	0,1293
Mediana	0,0967

Para os usuários de **caminhões** foram observados os seguintes resultados:

- 20,59% dos usuários não estão dispostos a pagar tarifa de pedágio;
- 78,48% dos usuários estão dispostos a pagar valores de tarifa maiores ou iguais a R\$ 0,06/km;
- 95,33% dos usuários estão dispostos a pagar valores de tarifa maiores ou iguais a R\$ 0,05/km;

A tarifa média ponderada por quilômetro (R\$/km) para usuários de caminhões, excluindo-se a parcela de usuários que não estão dispostos a pagar tarifa de pedágio resultou em R\$ 0, 129/km.

2.2.2 Tarifas praticadas no país

As tarifas básicas para automóveis praticadas em rodovias federais sob concessão no país são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 2.8: Tarifas básicas praticadas nas rodovias federais sob concessão.

Conces.	Rodovia	Segmento	Total (km)	Tarifa –Base (R\$)
Nova Dutra	BR-116/RJ/SP	Rio de Janeiro - São Paulo	402,0	7,80
Ponte S.A	BR 101/RJ –	Ponte Presidente Costa e Silva	13,2	3,50
Concer	BR-040/MG/RJ	Juiz de Fora - Petrópolis - Rio de Janeiro	179,9	6,70
CRT	BR 116/RJ –	Além Paraíba – Teresópolis Entroncamento c/ a BR 040/RJ	142,5	6,80
Concepa	BR 290/RS -	Trecho Osório – Porto Alegre	121,0	6,00
Ecosul	BR-116, 392 e 293/RS	Pólo Rodoviário de Pelotas	623,8	5,90

Fonte: ANTT (janeiro, 2008).

Já para os trechos de rodovias federais licitados em outubro de 2007, as respectivas tarifas são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 2.9: Tarifas- base para trechos de rodovias federais que foram licitados em outubro/2007 e cujos contratos de concessão foram firmados em janeiro de 2008.

Lote	Rodovia	Segmento	Total (km)	Tarifa –Base (R\$)
1	BR-153/SP	Divisa MG/SP – Divisa SP/PR	321,6	2,450
2	BR 116/PR/SC	Curitiba – Divisa SC/PR	412,7	2,540
3	BR-393/RJ	Divisa MG/RJ-Ent. BR-116	200,4	-
4	BR-101/RJ	Divisa RJ/ES – Ponte Pres. Costa e Silva	320,1	2,258
5	BR-381/MG/SP	Belo Horizonte-São Paulo (Fernão Dias)	562,1	0,997
6	BR-116-SP/PR	São Paulo –Curitiba (Régis Bitencourt)	401,6	1,364
7	BR-116/376/PR e 101/SC	Curitiba -Florianópolis	382,2	1,028
*	BR-116/324/BA	Salvador – Feira de Santana – Divisa BA/MG	637,4	2,90/1,70

Fontes: Ministério dos Transportes (julho, 2007) e ANTT (dezembro, 2007).

*Concessão prevista para ser efetuada através de PPP. Valores de tarifas conforme Estudo de Viabilidade de PPP Sistema Rodoviário BR 116/BR324/BA – Sistema de Pedagiamento e Tarifas, Volume II, Revisão 4, junho de 2006.

Na tabela a seguir são mostradas algumas tarifas praticadas em rodovias nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Mato Grosso. Para o estado de São Paulo são apresentadas as tarifas para rodovias concessionadas e não-concessionadas.

Tabela 2.10: Tarifas básicas praticadas em concessões em estados brasileiros (2008).

Órgão	Rodovia	Município	Tarifa –Base (R\$)
São Paulo (rodovias não concessionadas)			
Dersa	SP-065 Rodovia Dom Pedro I	Nazaré Paulista	8,10
Dersa	SP-065 Rodovia Dom Pedro I	Itatiba	8,10
Dersa	SP-070 Rodovia Ayrton Senna	Itaquaquecetuba	8,10
Dersa	SP-070 Rodovia Ayrton Senna	Guararema	8,10
Dersa	SP-070 Rodovia Carvalho Pinto	Jacareí	4,60
Dersa	SP-070 Rodovia Carvalho Pinto	Caçapava	4,60
DER-SP	SP-209 Rodovia J. Hipólito Martins	Botucatu	-
DER-SP	SP-270 Rodovia Raposo Tavares	Pres. Bernardes	4,40
DER-SP	SP-270 Rodovia Raposo Tavares	Caiuá	4,40
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Areiópolis	7,00
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Agudos	-
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Avaí	6,30
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Pirajuí	-
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Promissão	6,50
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Glicério	-
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Guararapes	7,00
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Lavínia	-
DER-SP	SP-300 Rodovia Marechal Rondon	Castilho	5,20
DER-SP	SP-324 Rodovia Miguel Melhado Campos	Vinhedo	3,90
Rio Grande do Sul			
DAER-RS	RS-239 Estância Velha - Sapiranga	Campo Bom	2,40
DAER-RS	RS-135 Passo Fundo - Erechim	Coxilha	3,60
DAER-RS	RS-240 Vila Sharlau – Rincão Cascalho	Portão	4,80
DAER-RS	RS-122 Rincão do Cascalho	Portão	4,80
Mato Grosso			
AGER-MT	MT-242 Sorriso-Ipiranga do Norte	-	3,50
AGER-MT	MT-449 Lucas do Rio Verde-Tapurah	-	3,50

Fontes: Dersa (2008); DER/SP (2008); DAER-RS (2008), AGER-MT (2008).

Tabela 2.11: Tarifas básicas praticadas em concessões no estado de São Paulo (2007).

Rodovia		Pedágio		Sentido de		Tarifas	
Nomenclatura	Prefixo	Nomenclatura	km	Cobrança		Passeio	Por
AUTOBAN		LOTE - 1					Eixo
ANHANGUERA	SP-330	PERUS	026+495	NORTE	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30
	SP-330	PERUS	026+495	SUL	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30
	SP-330	VALINHOS	082+000	NORTE	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30
	SP-330	VALINHOS	081+000	SUL	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30
	SP-330	NOVA ODESSA	118+000	NORTE	BID	R\$ 4,70	R\$ 4,70
	SP-330	NOVA ODESSA	118+000	SUL	BID	R\$ 4,70	R\$ 4,70
	SP-330	LIMEIRA	152+000	NORTE	BID	R\$ 3,50	R\$ 3,50
	SP-330	LIMEIRA	152+000	SUL	BID	R\$ 3,50	R\$ 3,50
BANDEIRANTES	SP-348	CAMPO LIMPO	039+047	NORTE	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30
	SP-348	CAIEIRAS	036+200	SUL	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30
	SP-348	ITUPEVA	077+430	NORTE	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30
	SP-348	ITUPEVA	077+430	SUL	BID	R\$ 5,30	R\$ 5,30

	SP-348	SUMARÉ	115+520	NORTE	BID	R\$ 4,70	R\$ 4,70
	SP-348	SUMARÉ	115+520	SUL	BID	R\$ 4,70	R\$ 4,70
	SP-348	LIMEIRA	159+550	NORTE	BID	R\$ 3,50	R\$ 3,50
	SP-348	LIMEIRA	159+550	SUL	BID	R\$ 3,50	R\$ 3,50
TEBE	LOTE - 3						
FARIA LIMA	SP-326	COLINA	407+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 5,10	R\$ 5,10
COM. PEDRO MONTELEONE	SP-351	PIRANGI	184+250	LESTE/OESTE	BID	R\$ 4,80	R\$ 4,80
ORLANDO CHESINI OMETTO	SP-323	MONTE ALTO	019+810	NORTE/SUL	BID	R\$ 3,30	R\$ 3,30
VIANORTE	LOTE - 5						
ANHANGUERA	SP-330	SALES OLIVEIRA	350+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 6,40	R\$ 6,40
	SP-330	ITUVERAVA	405+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 7,80	R\$ 7,80
ATÍLIO BALBO	SP-322	SERTÃOZINHO	327+500	LESTE/OESTE	BID	R\$ 3,90	R\$ 3,90
ARNALDO SALLES DE OLIVEIRA	SP-322	PITANGUEIRAS	363+500	LESTE/OESTE	BID	R\$ 5,10	R\$ 5,10
INTERVIAS	LOTE - 06						
ANHANGUERA	SP-330	PIRASSUNUNGA	215+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 4,40	R\$ 4,40
	SP-330	LEME	181+760	NORTE/SUL	BID	R\$ 4,40	R\$ 4,40
SEM DENOMINAÇÃO	SP-147	MOGI MIRIM	052+000	LESTE/OESTE	BID	R\$ 4,20	R\$ 4,20
ENGº JOÃO TOSELLO	SP-147	LIMEIRA	091+300	LESTE/OESTE	BID	R\$ 3,20	R\$ 3,20
DEP. LAERCIO CORTE	SP-147	IRACEMÁPOLIS	127+200	LESTE/OESTE	BID	R\$ 3,40	R\$ 3,40
WILSON FINARDI	SP-191	ARARAS	027+500	LESTE/OESTE	BID	R\$ 3,40	R\$ 3,40
	SP-191	RIO CLARO	059+000	LESTE/OESTE	BID	R\$ 1,80	R\$ 1,80
DOUTOR PAULO LAURO	SP-215	STA CRUZ PALMEIRAS	065+550	LESTE/OESTE	BID	R\$ 3,30	R\$ 3,30
	SP-215	DESCALVADO	104+400	LESTE/OESTE	BID	R\$ 3,40	R\$ 3,40
CENTROVIAS	LOTE - 8						
WASHINGTON LUIZ	SP-310	ITIRAPINA	216+000	NORTE	UNI	R\$ 6,00	R\$ 6,00
	SP-310	RIO CLARO	181+400	SUL	UNI	R\$ 10,00	R\$ 10,00
ENGº PAULO NILO ROMANO	SP-225	BROTAS	106+700	OESTE	UNI	R\$ 5,60	R\$ 5,60
	SP-225	DOIS Córregos	144+200	LESTE	UNI	R\$ 6,60	R\$ 6,60
COM. JOÃO RIBEIRO DE BARROS	SP-225	JAÚ	199+300	LESTE/OESTE	BID	R\$ 6,30	R\$ 6,30
TRIÂNGULO DO SOL	LOTE - 9						
WASHINGTON LUIZ	SP-310	ARARAQUARA	282+400	NORTE/SUL	BID	R\$ 9,30	R\$ 9,30
	SP-310	AGULHA	346+400	NORTE/SUL	BID	R\$ 6,30	R\$ 6,30
	SP-310	CATIGUÁ	398+500	NORTE/SUL	BID	R\$ 8,80	R\$ 8,80
BRIGADEIRO FARIA LIMA	SP-326	DOBRADA	307+600	NORTE/SUL	BID	R\$ 4,10	R\$ 4,10
	SP-326	TAIUVA	357+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 3,70	R\$ 3,70
CARLOS TONANI	SP-333	JABOTICABAL	110+500	LESTE/OESTE	BID	R\$ 7,00	R\$ 7,00
LAURENTINO MASCARI	SP-333	ITÁPOLIS	179+700	LESTE/OESTE	BID	R\$ 4,00	R\$ 4,00

AUTOVIAS	LOTE - 10						
ANHANGUERA	SP-330	SÃO SIMÃO	281	NORTE/SUL	BID	R\$ 4,20	R\$ 4,20
	SP-330	S.RITA PASSA QUATRO	253	NORTE/SUL	BID	R\$ 4,20	R\$ 4,20
ANTONIO MACHADO SANT'ANNA	SP-255	GUATAPARÁ	046+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 8,30	R\$ 8,30
CANDIDO PORTINARI	SP-334	BATATAIS	344+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 5,40	R\$ 5,40
	SP-334	RESTINGA	374+500	NORTE/SUL	BID	R\$ 5,40	R\$ 5,40
RENOVIAS	LOTE - 11						
GOV.DR.ADHEMAR PEREIRA DE BARROS	SP-340	JAGUARIÚN A	123+500	NORTE/SUL	BID	R\$ 6,90	R\$ 6,90
DEP.MARIO BENI	SP-340	ESTIVA GERBI	192+840	NORTE/SUL	BID	R\$ 4,10	R\$ 4,10
PROF. BOANERGS NOGUEIRA DE LIMA	SP-340	CASA BRANCA	221+292	SUL/NORTE	BID	R\$ 3,70	R\$ 3,70
PROF. JOSÉ DE ANDRÉ DE LIMA	SP-340	MOCOCA	254+690	NORTE/SUL	BID	R\$ 3,50	R\$ 3,50
GOV.DR.ADHEMAR PEREIRA DE BARROS	SP-342	ÁGUAS DA PRATA	240+000	LESTE/OESTE	BID	R\$ 2,00	R\$ 2,00
ROD. DOM TOMAS VAQUERO	SP-344	AGUAÍ	219+000	OESTE/LESTE	BID	R\$ 2,60	R\$ 2,60
	SP-344	S. J. DA BOA VISTA	230+440	LESTE	UNI	R\$ 2,60	R\$ 2,60
GOV.DR.ADHEMAR PEREIRA DE BARROS	SP-342	PINHAL	191+890	LESTE/OESTE	BID	R\$ 5,10	R\$ 5,10
DEP. EDUARDO VICENTE NASSER	SP-350	ITOBI	252+140	NORTE	UNI	R\$ 5,00	R\$ 5,00
VIAOESTE	LOTE - 12						
RAPOSO TAVARES	SP-280	ITAPEVI	033+000	OESTE	UNI	R\$ 9,60	R\$ 9,60
PRES. CASTELLO BRANCO	SP-280	ITU	074+000	LESTE	UNI	R\$ 6,60	R\$ 6,60
	SP-280	OSASCO (MARGINAL)	018+000	OESTE	BID	R\$ 5,60	R\$ 5,60
	SP-280	BARUERI (MARGINAL)	020+000	LESTE	BID	R\$ 5,60	R\$ 5,60
JOSÉ ERMÍRIO DE MORAES	SP-075	SOROCABA	012+500	SUL	UNI	R\$ 3,60	R\$ 3,60
	SP-270	SÃO ROQUE	046+500	OESTE	UNI	R\$ 4,80	R\$ 4,80
RAPOSO TAVARES	SP-270	ALUMÍNIO	079+000	LESTE	UNI	R\$ 4,20	R\$ 4,20
	SP-270	ARAÇOIABA	111+400	OESTE	UNI	R\$ 2,10	R\$ 2,10
COLINAS	LOTE - 13						
ERMÊNIO DE OLIVEIRA PENTEADO	SP-075	INDAIATUBA	060+800	NORTE/SUL	BID	R\$ 7,60	R\$ 7,60
	SP-075	INDAIATUBA (BLOQUEIO)	062+000	NORTE/SUL	BID	R\$ 7,60	R\$ 7,60
PRES. CASTELLO BRANCO	SP-280	BOITUVA	111+300	LESTE/OESTE	BID	R\$ 5,40	R\$ 5,40
	SP-280	BOITUVA (BLOQUEIO)	110+800	LESTE/OESTE	BID	R\$ 5,40	R\$ 5,40
D. GABRIEL PAULINO BUENO	SP-300	ITUPEVA	076+680	LESTE/OESTE	BID	R\$ 4,10	R\$ 4,10
MARECHAL RONDON	SP-300	PORTO FELIZ	136+722	LESTE/OESTE	BID	R\$ 4,00	R\$ 4,00
FAUSTO SANTOMAURO	SP-127	RIO CLARO	012+625	NORTE/SUL	BID	R\$ 3,50	R\$ 3,50
CORNÉLIO PIRES	SP-127	RIO DAS PEDRAS	058+650	NORTE/SUL	BID	R\$ 5,60	R\$ 5,60
SPVIAS	LOTE - 20						

PRES. CASTELLO BRANCO	SP-280	ITATINGA	208+400	LESTE/OESTE	BID	R\$ 7,50	R\$ 7,50
	SP-280	IARAS	278+000	LESTE/OESTE	BID	R\$ 5,10	R\$ 5,10
	SP-280	QUADRA	158+300	LESTE/OESTE	BID	R\$ 7,50	R\$ 7,50
ANTONIO ROMANO SCHINCARIOL	SP-127	MORRO DO ALTO	128+900	NORTE	UNI	R\$ 6,10	R\$ 6,10
	SP-127	MORRO DO ALTO	133+900	SUL	UNI	R\$ 6,10	R\$ 6,10
PROF. FRANCISCO DA SILVA PONTES	SP-127	GRAMADÃO	196+725	NORTE/SUL	BID	R\$ 5,50	R\$ 5,50
JOÃO MELLÃO	SP-255	AVARÉ	240+300	NORTE/SUL	BID	R\$ 3,70	R\$ 3,70
RAPOSO TAVARES	SP-258	BURI	250+145	LESTE/OESTE	BID	R\$ 5,70	R\$ 5,70
FRANCISCO ALVES NEGRÃO	SP-258	ITARARÉ	326+670	LESTE/OESTE	BID	R\$ 3,60	R\$ 3,60
RAPOSO TAVARES	SP-270	ALAMBARI	135+300	LESTE	UNI	R\$ 6,20	R\$ 6,20
ECOVIAS	LOTE - 22						
CÔNEGO DOMÊNICO RANGONI	SP-055	SANTOS	250+464	OESTE	UNI	R\$ 7,20	R\$ 7,20
PADRE MANOEL DA NÓBREGA	SP-055	SÃO VICENTE	279+950	LESTE	UNI	R\$ 4,20	R\$ 4,20
ANCHIETA	SP-150	RIACHO GRANDE	031+106	SUL	UNI	R\$ 15,40	R\$ 15,40
IMIGRANTES	SP-160	DIADEMA	015+917	SUL	UNI	R\$ 1,00	R\$ 1,00
	SP-160	ELDORADO	020+100	SUL	UNI	R\$ 2,20	R\$ 2,20
	SP-160	BATISTINI	025+579	SUL	UNI	R\$ 3,40	R\$ 3,40
	SP-160	PIRATINING A	032+381	SUL	UNI	R\$ 15,40	R\$ 15,40

Fonte: ARTESP (2007).

3 ASPECTOS GERAIS SOBRE O SISTEMA DE PEDAGIAMENTO

A atividade de arrecadação de pedágio visa a cobrança da tarifa de uso e se constitui em um aspecto fundamental para a viabilização de programas de concessão rodoviária, uma vez que é fator determinante para formação da receita operacional dos serviços a serem prestados. Neste sentido, a localização e espaçamento das praças de arrecadação, os níveis tarifários e as formas de cobrança são os principais condicionantes para a capacidade de financiamento do projeto, bem como para serem empreendimentos auto-sustentáveis. Assim, a escolha do sistema a ser utilizado tem por objetivo otimizar os recursos a serem arrecadados e minimizar custos operacionais e atrasos sofridos pelos usuários.

Os sistemas de arrecadação de tarifas de pedágio podem ser classificados em dois tipos: Aberto e Fechado. Segundo a sua abrangência em relação aos usuários, o Sistema Fechado é aquele em que todos os usuários da via estão sujeitos à cobrança, enquanto que no Sistema Aberto, admite-se que uma parcela dos usuários pode utilizar a via sem o correspondente pagamento da tarifa.

No Sistema Fechado a cobrança de pedágio é feita de acordo com a distância percorrida pelo veículo, o que exige que todas as entradas e saídas da rodovia sejam monitoradas. Normalmente neste sistema são instaladas praças de controle em cada acesso e praças de cobrança de pedágio em cada saída da rodovia. Ao entrar na mesma, obtém-se em uma cabine de controle um bilhete que identifica o quilômetro no qual o veículo acessou a rodovia. Ao sair da rodovia o condutor deve apresentar este bilhete na praça de pedágio, onde a distância efetivamente percorrida será registrada e será cobrada uma tarifa de pedágio proporcional a extensão do deslocamento. Com o uso de técnicas de cobrança eletrônica de pedágio esse processo pode ser totalmente automatizado.

Em função da necessidade de se construir e manter praças de controle em todas as entradas e saídas da rodovia, a cobrança de pedágio em todos esses acessos

envolve custos significativos, que usualmente serão repassados ao valor do pedágio implicando em valores mais elevados de tarifa por quilômetro.

O Sistema Aberto corresponde ao sistema praticado na maioria das rodovias, principalmente nas brasileiras, caracterizado por uma via com acessos livres e praças de pedágio com bloqueio transversal localizado na própria pista, distribuídas ao longo dos trechos sob concessão. Desta forma, é necessário definir para cada rodovia os locais onde serão construídas as praças de pedágio assim como o valor do pedágio a ser cobrado em cada praça.

Tanto no Sistema Aberto como no Sistema Fechado, as tarifas a serem pagas podem ser diferentes em cada praça de pedágio (proporcionais à extensão realmente percorrida ou a trechos da via), ou podem ser iguais em todas as praças de pedágio (correspondentes a segmentos de distâncias iguais, independente de corresponderem a trechos reais da via).

Evidentemente, o sistema mais justo é o Sistema Fechado, no qual todos os usuários pagam, e este pagamento é proporcional à utilização da rodovia. Esse sistema, no entanto, só é possível de ser utilizado em auto-estradas do tipo fechada (sem acessos diretos à rodovia e com controle de acessos através de dispositivos de entroncamento tecnicamente dispostos).

Nos casos das rodovias do tipo múltiplas faixas (com acessos diretos à via), dada a impossibilidade da implantação do sistema de cobrança do tipo fechado, deve-se adotar um Sistema Aberto de cobrança que procure atingir os seguintes objetivos:

- Apresentar uma grande abrangência, no sentido de que o menor número de usuários utilize a via sem pagamento da respectiva tarifa;
- Permitir o pagamento de uma tarifa que seja a mais proporcional ao trecho utilizado pelos usuários;
- As praças de pedágio deverão ser em número tal que não implique em paradas sucessivas, gerando desconforto e perda de tempo ao usuário e

custos de implantação e operação mais elevados para a entidade responsável pela via.

Dessa forma, a distribuição das praças deve apresentar uma configuração que atenda ao máximo possível esses objetivos.

No que se refere ao objetivo de maior abrangência, fica claro que a distribuição das praças deve incluir o maior número possível de trechos homogêneos (trechos entre pontos de origem e destino bem caracterizados, com aspectos geométricos uniformes e mesmo VDM). Deve-se destacar que maior abrangência significa também maior receita de pedágio, aspecto imprescindível para a viabilização do projeto.

No que se refere ao pagamento de valor proporcional à utilização da via pelo usuário, isto geralmente implica na adoção de tarifas variáveis para cada praça, resultante do produto da tarifa básica por quilometro, pela extensão do respectivo trecho homogêneo. Essa configuração (menor espaçamento entre praças e tarifas diferenciadas), no entanto, só se mostra interessante em rodovias de pequena ou média extensão, dependendo da região em que se desenvolvam, do controle de da ocupação junto à faixa de domínio, da proximidade a cidades ou áreas urbanizadas, entre outros aspectos.

Na situação oposta, encontram-se as rodovias de grande extensão, com cidades bem distanciadas, trechos homogêneos longos, com uma componente residual de tráfego de passagem significativa, e para as quais, o mais razoável é a adoção da configuração aberta, com praças de pedágio equidistantes e tarifas iguais, correspondentes a iguais extensões.

No que diz respeito ao sistema de cobrança do pedágio, são identificados três tipos:

- Sistema de cobrança manual;
- Sistema de cobrança semi-automática;

- Sistema de cobrança automática (IAV – Identificação Automática do veículo).

O sistema de cobrança manual é a solução tradicionalmente empregada. Para cada cabine de cobrança utiliza-se um arrecadador que tem como função classificar o veículo, recolher o valor do pedágio diretamente dos motoristas, emitir o troco e o recibo.

No sistema de cobrança semi-automática a tecnologia mais adequada envolve os denominados “cartões inteligentes” com ou sem contato, somente de leitura ou ainda de leitura/escrita. Quanto à forma de pagamento, pode-se utilizar tanto o pré-pagamento quanto o pós-pagamento.

Para o funcionamento do sistema de cobrança automática (IAV – Identificação Automática do Veículo) é necessário instalar a bordo dos veículos um pequeno dispositivo identificador que, nas proximidades da praça, interage com a rede telemática e registra as informações necessárias para a definição da respectiva tarifa. A tarifa é então debitada da conta bancária do usuário ou do crédito adquirido antecipadamente, equivalente a um número de passagens previamente estabelecido.

3.1 Localização de praças de pedágio

As praças de pedágio devem ser localizadas de forma a evitar um grande efeito de fuga em função do início da cobrança de pedágio, além de evitar fortes impactos sobre a demanda, em função do valor da tarifa.

Sua localização deve priorizar o pagamento de tarifa sobre o tráfego que utiliza o sistema, evitando proximidade aos principais núcleos urbanos. Desta forma, busca-se canalizar o ônus do pagamento da tarifa para os usuários que utilizam maiores extensões rodoviárias (viagens de média e longa distância) e ampliar a aceitação por parte da comunidade ao reduzir os impactos do pedagiamento sobre as viagens entre os núcleos urbanos mais próximos.

Sob a ótica de uma distribuição justa do custo de manter e operar o sistema, o ideal seria localizar as praças a intervalos pequenos e com tarifas menores, ampliando a conformidade entre a distância percorrida e a tarifa paga pelo usuário. No entanto, praças de pedágio muito próximas implicam em aumento dos custos de implantação, operação e manutenção das mesmas, acarretam em interrupções freqüentes dos fluxos de tráfego causando desconforto para o usuário e aumento do tempo de viagem, além de acarretar em maiores impactos sobre as viagens mais curtas, em áreas de concentração urbana.

Para a localização mais adequada de praças de pedágio devem ser considerados os seguintes aspectos, conforme recomendações do DNIT:

- Evitar os trechos urbanos não apenas para minimizar problemas com as comunidades locais, mas também para reduzir os custos com desapropriação;
- Observar as condições topográficas e geotécnicas às margens da rodovia, reduzindo os custos do alargamento da via e dando preferência aos trechos de aterro por facilidades construtivas;
- Evitar localização em trechos de rodovia que coincidam com vias alternativas e a fuga do pedágio pela passagem auxiliar da praça de arrecadação;
- Procurar trechos com greide em torno de 1%, preferencialmente com fluxos chegando na praça em rampa ascendente, facilitando a manobra de desaceleração;
- Trechos com tangente mínima em torno de 800 metros;
- Trechos que não apresentem obras-de-arte, de modo a minimizar os custos para o alargamento da pista;
- Observar a localização das praças de pedágio previstas ou em operação nos segmentos adjacentes ou em rodovias transversais.

3.2 *Espaçamento entre praças de pedágio*

Um dos enfoques para a análise de sistemas de pedagiamento concentra-se na análise do espaçamento entre as praças de pedágio, uma vez que este é fator

condicionante para a formação da receita e conseqüentemente para avaliação da capacidade de financiamento do projeto.

A análise do espaçamento das praças de pedágio tem como base os seguintes aspectos:

- A eqüidade (ou a falta de eqüidade) do processo;
- A eficiência do processo de arrecadação.

A análise da eqüidade aborda as eventuais disparidades no tratamento dos usuários no que diz respeito à distância percorrida no sistema e o valor pago. Estas disparidades ocorrem em função do sistema de pedagiamento aberto adotado, que não permite o pagamento de tarifa de acordo com a distância percorrida pelo usuário.

Neste caso, alguns usuários podem pagar proporcionalmente mais do que lhes caberia, enquanto outros poderão até mesmo utilizar a rodovia sem pagar. Desta forma, o princípio da eqüidade prega que a diferença entre os valores pagos por quilômetro percorrido entre usuários da mesma categoria deve ser a menor possível. Ou seja, usuários iguais (possuidores de veículos pertencentes à mesma categoria) devem pagar o mesmo valor pela mesma quantidade de serviço consumido.

Em contrapartida, iniquidade é a diferença entre o valor pago por um veículo em seu percurso na via (que corresponde à tarifa multiplicada pelo total de praças de pedágio pelas quais passa) e o valor correspondente ao produto da extensão de seu percurso e o valor de tarifa estabelecido por quilômetro (ou seja, o valor correspondente ao trecho efetivamente utilizado pelo usuário).

A análise da eficiência do processo de arrecadação envolve os custos de implantação, operação e manutenção da infra-estrutura para cobrança de pedágio nas rodovias.

Os princípios de equidade e eficiência são, no entanto, conflitantes. A cobrança de pedágio com base na distância percorrida pelo veículo possibilita a satisfação do princípio da equidade, uma vez que o usuário irá pagar somente pelo trecho de via efetivamente utilizado. No entanto, em função dos custos adicionais necessários para a implantação de sistemas fechados, que permitem o controle do acesso e saída dos veículos e o registro da distância por ele percorrida, pode implicar em tarifas quilométricas médias para os usuários pagantes mais elevadas do que aquelas que resultariam de uma cobrança de pedágio com poucas praças de pedágio. Assim, é recomendável que se busque o equilíbrio entre a eficiência e a equidade, obtido através da definição de um número de praças ótimo e da localização adequada das mesmas.

3.2.1 Análise da equidade/iniqüidade

Para a análise da iniquidade foram analisados diversos estudos sobre concessão rodoviárias, nacionais e internacionais, cuja conclusão conduziu a utilização de critérios e metodologias similares aquela adotada no Estudo de Viabilidade de PPP para o Sistema Rodoviário BR 116/BR 324 no Estado da Bahia, desenvolvido em junho de 2006 pelo BNDES. O estudo envolve inclusive uma continuidade do trecho de rodovia de interesse aos Projetos BR Minas Gerais em análise, bem como é adaptado às especificidades das condições brasileiras, seja em termos das características funcionais e operacionais da rodovia, seja nas condições de receitas e custos envolvidos.

HIPÓTESES BÁSICAS

As hipóteses básicas compreendem um conjunto de simplificações e considerações adotadas para desenvolvimento da análise da equidade/iniqüidade e são assim definidas:

- Cada trecho de via opera com volume constante ao longo de toda a sua extensão;

- Cada trecho de via contribui com a mesma proporção de percursos de veículos, segundo sua extensão na via;
- Os volumes e proporções de percursos segundo extensão não variam com o espaçamento entre praças de pedágio ou a tarifa cobrada, ou seja, não há fugas ou alteração na demanda;
- É arrecadado um valor fixo por veículo equivalente pedagiado, definido com base em determinado valor por quilômetro, multiplicado pelo espaçamento entre praças de pedágio;
- A cada praça de pedágio está associado um custo total fixo por unidade de tempo, necessário à sua implantação e manutenção.

PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO

Com base nas hipóteses adotadas, o cálculo da iniquidade compreende as seguintes atividades:

- Cálculo da iniquidade média por faixa de extensão (I) através da aplicação das fórmulas definidas a seguir;
- Cálculo da iniquidade média (I_m);
- Cálculo do total de percursos na via por dia (T_p);
- Cálculo da iniquidade total (I_t);
- Cálculo da arrecadação total diária da via (A_v);
- Cálculo do fator de iniquidade (Fator I).

Os parâmetros e formulações para cálculo destes elementos são assim definidos:

- V - volume em veículos equivalentes, que corresponde ao número total de veículos pedagiados, considerando seus respectivos fatores multiplicadores de tarifa. O número de veículos equivalentes é obtido tendo como referência o automóvel de passeio;
- c - valor a ser cobrado dos veículos por quilômetro (R\$/km);
- E – extensão total da via (km);

- D - distância adotada entre praças de pedágio sucessivas (km). Uma vez que a distância entre praças é constante, corresponde ao quociente entre a extensão total da via (E) e o número de praças de pedágio adotadas;
- y - extensão do percurso do veículo na via (km). Nesta análise simplificada adota-se para cada uma das faixas de extensão estabelecidas, a distância média da respectiva faixa. Para cada percurso de extensão y é identificada a proporção de veículos equivalentes (%) que percorrem as respectivas distâncias;
- y_m - extensão média dos percursos. Corresponde a distância média ponderada entre as extensões dos percursos dos veículos na via (y) e as respectivas proporções de veículos equivalentes que percorrem estas distâncias;
- $T(D) = cD$
Valor da tarifa a ser cobrada por veículo em uma praça de pedágio, considerando o valor cobrado por quilômetro (c) e a distância entre praças de pedágio sucessivas (D);
- $k = \text{int}(y/D)$
Menor número de praças de pedágio pelas quais passa um percurso de extensão y se a distância entre praças é igual a D. O $\text{int}(y/D)$ indica o maior inteiro menor ou igual ao quociente entre a extensão do percurso e a distância entre as praças. Se o espaçamento entre as praças é igual a D, então um percurso de extensão y passa pode passar por k praças de pedágio ou k+1 praças de pedágio, dependendo de onde tenha iniciado seu percurso na via;
- $P = \frac{(k + 1)D - y}{D}$
Proporção dos percursos de extensão y que passa por k praças de pedágio (considerando a hipótese que há geração homogênea de percursos segundo extensão ao longo da via). O restante dos percursos de extensão y, ou seja, a proporção 1- P passa por k+1 praças de pedágio;

- $R = (k+1)T(D) - cy$
Diferença entre o valor efetivamente pago por um veículo que efetua um percurso de extensão y e que passa por $k+1$ praças de pedágio e o valor que deveria pagar considerando o valor por quilômetro (c) e a extensão do percurso na via (y);
- $I = (1 - P)R$
Valor de iniquidade gerada em média por percurso de extensão y na via com distância D entre praças de pedágio. Corresponde à proporção dos veículos que pagam a mais $(1 - P)$ vezes a diferença que pagam a mais (R).
- I_m – iniquidade média para todas as faixas de extensão, ponderando as iniquidades médias de cada faixa (I) pela correspondente proporção veículos equivalentes que percorrem os percursos de extensão y ;
- $T_p = (V/ym)E$
Total de percursos na via;
- $I_t = I_m T_p$
Iniquidade total da via, correspondente ao produto da iniquidade média para todas as faixas de extensão (I_m) e o total de percursos na via (T_p);
- $A_v = VcE$
Arrecadação total da via igual ao produto do volume diário, pela tarifa por quilômetro e a extensão da via;
- Fator $I = 1 - (I_t/A_v)$
Fator de iniquidade. De forma a permitir a comparação entre equidade e eficiência, adotou-se medir a equidade como proporção do valor arrecadado. No entanto, isto não significa que se pode comparar os valores absolutos de iniquidade e arrecadação.

3.2.2 Análise da eficiência

A eficiência do processo de arrecadação pode ser avaliada por meio da proporção do valor total arrecadado menos o custo de realizar a arrecadação, em relação ao total arrecadado, composto por parcelas correspondentes a investimento,

operação e manutenção das praças de pedágio, inclusive para realizar a arrecadação.

O cálculo da eficiência é definido pelas fórmulas:

- $Ef = 1 - (A/A_p)$

Eficiência do processo de arrecadação, onde A é o custo diário de uma praça de pedágio (dependendo do número de cabines e do sistema de cobrança de pedágio adotada);

- $A_p = VcD$

Arrecadação diária de uma praça de pedágio, que corresponde ao produto do volume diário médio da via (V), da tarifa empregada por quilômetro (c) e a distância entre praças de pedágio (D).

Valores negativos de eficiência indicam custo de arrecadação superior ao valor da própria arrecadação.

A eficiência pode ser avaliada também com base no conceito de Momento de Transporte, que corresponde a produto do VDM pelo espaçamento entre praças, medido em veículos/dia x km.

A exceção de variações significativas na composição do tráfego, o Momento de Transporte guarda estreita proporção com a receita de pedágio. Desta forma, com base no produto do Momento de Transporte e da tarifa adotada por quilômetro, é possível comparar a estimativa de arrecadação diária para cada praça de pedágio e o custo diário da respectiva praça, obtendo-se os valores de eficiência por praça e para a rodovia como um todo (considerando o número total de praças adotado).

A equidade e a eficiência podem ser analisadas em termos da diferença (positiva ou negativa) de equidade correspondente à perda de eficiência em termos marginais, verificando as perdas ou ganhos ocorridos ao se passar de um número k de praças de pedágio para um número k+1 de praças.



A escolha do número de praças de pedágio, com base nos parâmetros avaliados, deverá buscar atender aos seguintes critérios:

- Eficiência positiva, preferencialmente superior a 80%;
- Ganho marginal de equidade positivo, evitando assim perda tanto de equidade quanto de eficiência.

4 ESTUDO DE SISTEMA DE PEDAGIAMENTO PARA A BR 381

Neste item são abordados aspectos referentes ao sistema de pedagiamento proposto para a BR 381. Inicialmente são apresentadas as características gerais do modelo adotado para a rodovia, descrevendo seus principais parâmetros técnicos e funcionais. Posteriormente é feita uma análise preliminar do número e espaçamento entre as praças de pedágio, que geraram subsídios para a proposição de alternativas para o sistema de pedagiamento da BR 381. Em uma etapa final, as alternativas propostas para cada rodovia são analisadas de forma comparativa a fim de evidenciar seus aspectos positivos e negativos.

4.1 Modelo adotado para a BR 381

O sistema de pedagiamento proposto para a BR 381 compreende um sistema do tipo aberto, com praças de arrecadação em forma de barreira, com cobrança de uma tarifa fixa, diferenciada por categoria de veículo. As praças de pedágio deverão ser equidistantes e, conseqüentemente, deverão ser cobradas tarifas iguais para todas elas.

A cobrança deverá ser bidirecional, evitando assim valores de tarifas mais elevados, em função da cobrança em um único sentido, e o aumento das fugas por meio de rotas alternativas ou mudança no comportamento dos usuários com a redução do número de viagens.

O sistema de arrecadação compreenderá as seguintes tecnologias:

- Sistema de cobrança manual ou semi-automática, com parada do veículo;
- Sistema de cobrança automática, sem necessidade de parada do veículo.

O número de cabines de arrecadação por praça de pedágio e o número correspondente de arrecadadores, considerando as hipóteses de cobrança manual e automática, são dimensionados em função do volume de tráfego por período do dia e dias de maior demanda, ao longo do horizonte do projeto, da

performance de cada uma das modalidades de arrecadação, e da adesão progressiva ao longo do período de concessão, por parte dos usuários, em relação aos sistemas de cobrança semi-automático e automático. Estes aspectos estão apresentados no capítulo 6 deste relatório.

4.2 Análise do espaçamento entre praças de pedágio para a BR 381

De forma a orientar o estudo de alternativas para o sistema de pedagiamento da BR 381, foi feita inicialmente uma análise geral e simplificada (adotando-se valores médios e estimativas para os parâmetros de cálculo) do número de praças de pedágio e seu respectivo espaçamento. Esta análise baseou-se nas hipóteses e procedimentos de cálculo descritos nos itens 3.2.1 e 3.2.2, culminado na análise da equidade/iniqüidade e eficiência para o intervalo entre 8 e 16 praças de pedágio.

4.2.1 Dados utilizados

Para desenvolvimento da avaliação foram utilizados os seguintes dados:

- $V = 23.870$ veículos equivalentes, correspondente a média dos volumes obtidos para os postos de pesquisa distribuídos ao longo do trecho em estudo da BR 381. Para obtenção do volume de veículos na rodovia, foram considerados os impactos em função da implantação do Anel Viário Norte da RMBH. Para cálculo do número de veículos equivalentes, foram utilizados os fatores multiplicadores de tarifa, conforme mostra a tabela 2.1;
- Proporção de veículos equivalentes por extensão de percurso na via (y), obtida a partir dos resultados da pesquisa de origem e destino efetuada na rodovia, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 4.1: Proporção de veículos equivalentes segundo faixas de extensão – BR 381.

<i>Faixas de extensão</i>		<i>Distância Média (km)</i>	<i>% Veículos Equivalentes</i>
<i>Limite Inferior</i>	<i>Limite Superior</i>		
-	100	50	37,52%
100	200	150	33,44%
200	300	250	29,04%

Fonte: Pesquisa de Origem e Destino, 2007

- $c = R\$ 0,036/\text{veículo}$, conforme valores de referência obtidos na pesquisa de opinião e disposição a pagar, realizada no âmbito dos estudos em pauta;
- $E = 301 \text{ km}$;
- Distância entre praças de pedágio (D) variando entre 102,5 km (3 praças de pedágio) e 43,91 (7 praças de pedágio);
- Distância média adotada para as faixas de percurso (y), conforme tabela 4.1;
- $y_m = 141,52 \text{ km}$, correspondente à extensão média dos percursos ponderada pela proporção de veículos equivalentes;
- Em relação ao custo de uma praça de pedágio (A) adotou-se a seguinte configuração: cada praça será composta por 10 pistas de cobrança manual, sendo a pista central reversível e uma pista lateral de cobrança IVA. Com essa configuração admite-se o funcionamento aos moldes de 9 cabines de arrecadação. Em relação ao custo de implantação, operação e manutenção buscou-se informações sobre os custos observados nas rodovias concessionadas na malha rodoviária brasileira, em particular, aquelas relativas ao Estado de São Paulo. Com base nessas informações, estimou-se um custo de implantação por cabine de arrecadação de R\$ 351.000,00. No que diz respeito aos custos de operação e manutenção das praças de pedágio, a análise das informações indica que estes se situam entre 3% a 6% do custo de implantação dos equipamentos de cobrança (cabines e pistas automáticas). Adotou-se o valor médio de 5% para fins de estimativa dos custos operacionais por praça de pedágio. O valor resultante do custo diário de operação, manutenção e implantação da praça de pedágio representativa do modelo adotado é de R\$ 9.090,00, a preços de dezembro de 2007.

4.2.2 Procedimentos de cálculo

Para o cálculo da iniquidade e da eficiência foram desenvolvidos os procedimentos detalhados nos itens 3.2.1 e 3.2.2.

O cálculo do fator de iniquidade foi realizado para situações contendo entre 3 e 7 praças de pedágio. Posteriormente foi calculada a eficiência para cada situação e comparados os parâmetros iniquidade e eficiência através do ganho marginal resultante da variação entre o número de praças de pedágio.

4.2.3 Resultados obtidos

Os resultados obtidos para a iniquidade e eficiência para o intervalo entre 3 e 7 praças de pedágio para a BR 381 são mostrados na tabela a seguir.

Tabela 4.2: Resultados para cálculo de Iniquidade e Eficiência – BR 381.

Nº de Praças	Espaçamento (km)	Fator I (%)	Eficiência (%)	Ganho Marginal Eqüidade/Eficiência
3	102,47	17,99%	90%	-0,24
4	76,85	8,44%	86%	2,77
5	61,48	6,84%	83%	0,47
6	51,23	2,24%	79%	1,33
7	43,91	5,83%	76%	-1,04

O Ganho Marginal de Eqüidade e Eficiência representa o ganho de eqüidade correspondente à perda de eficiência em termos marginais, com a adição de uma praça de pedágio. Como por exemplo, no caso de se passar de 3 praças de pedágio para 4, há um ganho de eqüidade de 9,55 pontos percentuais (iniquidade passando de 17,99% para 8,44%%, lembrando que redução do fator de iniquidade representa ganhos em termos de eqüidade), para uma redução de eficiência de 4 pontos percentuais (eficiência passando de 90% para 86%), resultando em ganho marginal de 2,77.

Com base nestes resultados e nos critérios para seleção do número de praças de pedágio apresentados no item 3.2.2 podem ser feitas as seguintes considerações:

- A eficiência de arrecadação para o intervalo entre 3 e 5 praças de pedágio mostra-se alta, superando o valor mínimo aceitável de 80%;
- No que diz respeito ao ganho marginal, verifica-se que as situações com 3 e 7 praças não seriam razoáveis, uma vez que apresentam ganho marginal negativo, correspondendo a perda simultânea de equidade e eficiência.
- A configuração que apresenta maior ganho marginal de equidade e eficiência é aquela com 4 praças de pedágio, equivalente a 2,77.

4.3 Propostas de sistema de pedagiamento para a BR 381

A análise do número e espaçamento de praças de pedágio forneceu subsídios para a proposição de alternativas para o sistema de pedagiamento da BR 381, aliada a consideração de características específicas da rodovia.

A partir destas premissas foram estudadas configurações para a distribuição de praças de pedágio para a BR 381, adotando-se algumas distâncias entre praças consideradas razoáveis diante da extensão do trecho em estudo, com o seguinte objetivo:

- Evitar uma configuração com número de praças elevado, o que poderia acarretar em desconforto para o usuário no processo de pagamento, especialmente em viagens de longa distância, contribuindo para ampliar seu tempo de viagem;
- Buscar uma configuração onde o número de praças não seja tão pequeno a ponto de reduzir em muito a abrangência da cobrança, implicando, ao mesmo tempo, num aumento do valor da tarifa. Cabe lembrar que a tarifa é igual ao valor da tarifa básica por quilômetro multiplicada pelo trecho de cobertura da praça, considerando inclusive que as praças são equidistantes.

Para atender a esses dois pressupostos foi estabelecido como critério que o número de praças seja tal, que o espaçamento entre elas varie entre 100 km e 70 km. Uma vez estabelecidos os espaçamentos entre praças foi fixada a localização da praça inicial e, a partir dessa, feita a distribuição das demais.

A localização da praça inicial foi estabelecida de forma que a distribuição das demais praças atendesse à premissa de incluir trechos de maior abrangência (ou seja, maior VDM). Além disso, buscou-se que os respectivos segmentos de cobertura correspondessem a trechos significativos em relação às principais localidades ao longo da rodovia (acesso às cidades, entroncamentos com outras rodovias, etc), partindo sempre do trecho inicial entre as cidades de Governador Valadares e Ipatinga.

Além disso, no trecho inicial, as praças devem se situar antes da cidade de Periquito (próxima ao km 198), uma vez que, entre essa e a cidade de Ipatinga, existem várias localidades de pequeno porte, inclusive interligadas por estradas municipais, que podem se tornar rotas de fuga, com sérios transtornos para essas comunidades, além da potencial perda de receita.

Com base nestas premissas foram analisadas 2 hipóteses, de 4 a 5 praças distribuídas ao longo da rodovia e, portanto, com espaçamento médio entre 77 km a 61 km, respectivamente.

As diferentes hipóteses consideradas são mostradas nas tabelas a seguir. Para cada hipótese foram calculados os respectivos momentos de transporte em veículos/dia x km.

Tabela 4.3: Hipótese 1 – 4 praças de pedágio.

Nº de Praças	Espaçamento	Local Primeira Praça
4	77 km	km 198

Praça	Km da Rodovia	Local	VDM	Momento de Transporte
	143,6	Governador Valadares		
1	198,0		9.819	756.063
	250,1	Ipatinga	9.819	
	264,3	<i>Cel. Fabriciano</i>	6.856	
2	275,0		9.037	695.849
	283,5	<i>MG320</i>	9.037	
	348,5	BR262	10.369	
3	352,0		15.828	1.218.756
	398,0	<i>MG434</i>	15.828	
4	429,0		15.828	1.218.756
	457,8	<i>km 457,8</i>	15.828	
	450,0	Belo Horizonte	18.598	
Total				3.889.424

Tabela 4.4: Hipótese 2 – 5 praças de pedágio.

Nº de Praças	Espaçamento	Local Primeira Praça
5	61 km	km 180

Praça	Km da Rodovia	Local	VDM	Momento de Transporte
	143,6	Governador Valadares		
1	180,0		9.819	598.959
2	241,0		9.819	598.959
	250,1	Ipatinga	9.819	
	264,3	<i>Cel. Fabriciano</i>	6.856	
	283,5	<i>MG320</i>	9.037	
3	302,0		10.369	632.509
	348,5	BR262	10.369	
4	363,0		15.828	965.508
	398,0	<i>MG434</i>	15.828	
5	424,0		15.828	965.508
	457,8	<i>km 457,8</i>	15.828	
	450,0	Belo Horizonte	18.598	
Total				3.761.443

4.4 Análise das hipóteses para sistema de pedagiamento e alternativas de configuração para a BR 381

Para se ter um parâmetro do desempenho de cada uma das diversas configurações de praças resultantes foram calculados os respectivos momentos de transporte, tendo como base a expectativa de arrecadação diária das praças de pedágio e os custos diários de manutenção e operação das mesmas, para a totalidade do trecho (conforme número total de praças).

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela a seguir onde é apresentado o quadro comparativo entre as hipóteses de quantidade de praças de pedágio estudadas.

Tabela 4.5: Quadro comparativo das alternativas para pedagiamento da BR 381.

Hipo.	Nº de Praças	Espaçam. (km)	Praça Inicial (km)	Momento de Transp.	Ranking Momento Transporte
1	4	77	198	3.889.424	1
2	5	61	180	3.761.443	2

Sobre os resultados obtidos cabem as seguintes observações:

Entre todas, a hipótese 1, com 4 praças de pedágio, espaçamento de 77 km, primeira praça de pedágio na altura do km 198 e momento de transporte de 3.889.424 veículos/dia x km, foi a que apresentou o melhor desempenho e, portanto, a maior receita potencial.

A hipótese 2, com 5 praças de pedágio respectivamente, apresentou resultados semelhantes e equivalentes a cerca de 97% da hipótese 1, o que representa uma redução não muito significativa e que, portanto, não as inviabiliza totalmente.

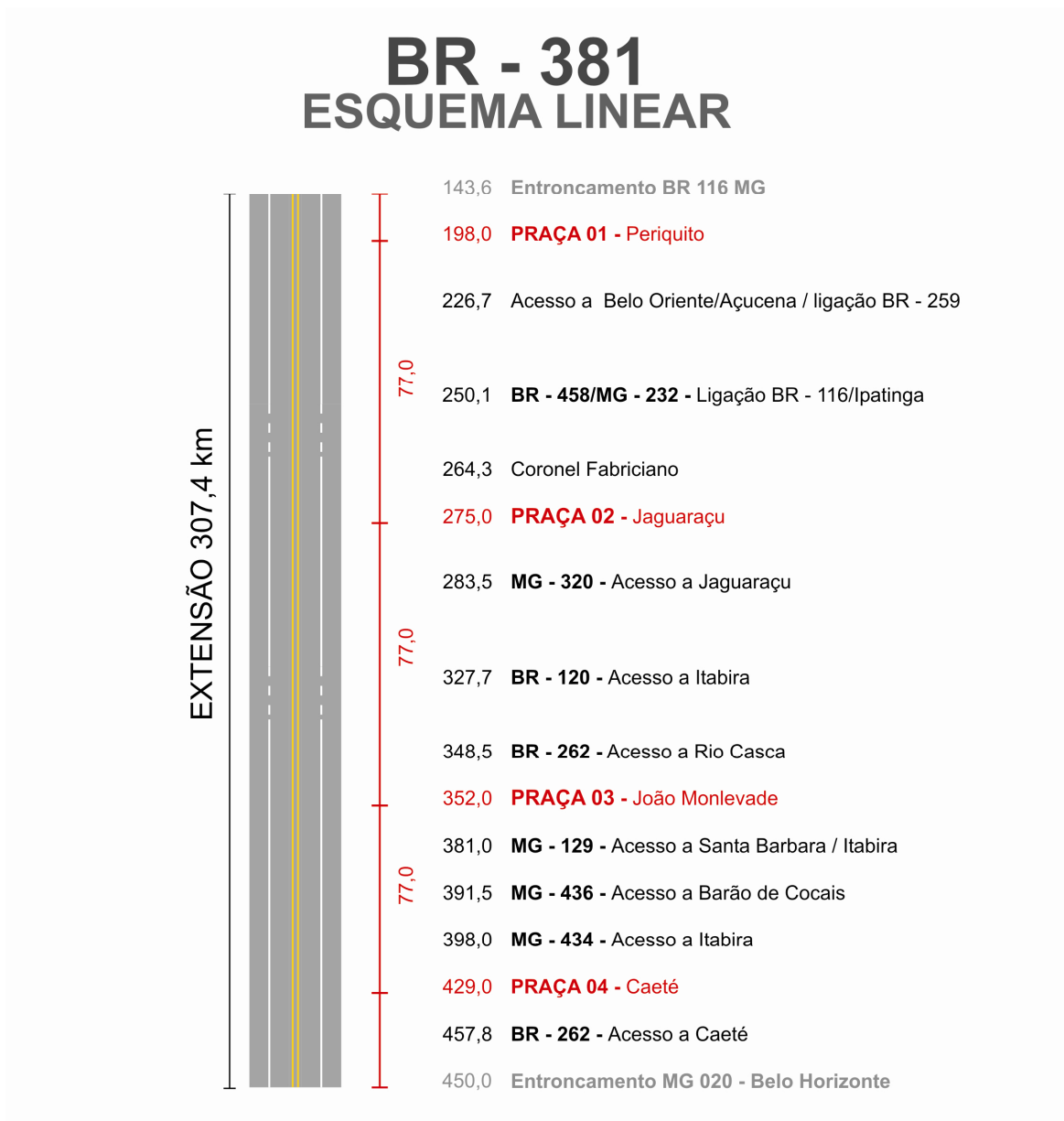
Dessa forma, a alternativa mais interessante passa a ser a hipótese 1, com 4 praças, estando a primeira localizada no trecho inicial entre as cidades de Governador Valadares e Ipatinga, outra entre Ipatinga e o entroncamento com a BR 262 e 2 praças entre a BR 262 e a cidade de Belo Horizonte.

Segundo a análise da equidade/inequidade e eficiência a hipótese 1, com 4 praças de pedágio, apresenta ainda Fator de Inequidade igual a 8,44%, eficiência de 86 e Ganho Marginal de Equidade e Eficiência positivo, correspondente a 2,77, o maior entre todas as alternativas avaliadas. Estes fatores confirmam o bom desempenho da hipótese.

Em relação à configuração da hipótese 1, conforme se pode observar no Esquema Linear da BR 381 seguinte, de um modo geral, as praças de pedágio estão bem localizadas em relação aos principais trechos da rodovia.

Essa distribuição se mostra bastante interessante, uma vez que os dois primeiros trechos são razoavelmente uniformes, comportando uma única praça. Já o terceiro trecho apresenta um número maior de interseções, além da proximidade à Belo Horizonte que gera maiores variações nos fluxos de tráfego nessa região, justificando a implantação de 2 praças nesse trecho.

Figura 4.2: Unifilar esquemático – Hipótese 1 para a BR 381



5 SELEÇÃO DE ALTERNATIVA DE PEDAGIAMENTO E ESPAÇAMENTO ENTRE PRAÇAS DE PEDÁGIO

Neste documento foram discutidos aspectos referentes ao sistema de pedagiamento para a BR 381. Inicialmente foram feitas algumas considerações sobre as características dos sistemas de pedagiamento e apresentada uma abordagem geral e simplificada para análise de suas características, aplicável a qualquer rodovia. Posteriormente foram discutidos aspectos específicos para o sistema de pedagiamento da BR 381.

Para o desenvolvimento das análises associadas ao número e distribuição de praças de pedágio, foi feito um estudo preliminar para a estrutura e nível tarifário a ser adotado para cada rodovia. Este estudo forneceu estimativas da tarifa de pedágio por quilômetro para a BR 381, as quais foram utilizadas como parâmetro para análise do espaçamento entre praças de pedágio para as mesmas.

A partir da abordagem simplificada e dos resultados obtidos para o número e espaçamento de praças de pedágio, foram estudadas configurações específicas para o sistema de pedagiamento da BR 381, considerando suas características físicas e volumes de tráfego. Para as alternativas foram calculados o fator de Iniquidade, Eficiência, Ganho Marginal de Equidade e Momentos de Transporte.

A hipótese que apresentou os melhores resultados no conjunto dos aspectos avaliados sobre equidade, eficiência e momento de transporte, é aquela cuja configuração é composta por 4 praças de pedágio, com espaçamento de 77 km e primeira praça localizada nas proximidades do km 198, segundo os seguintes fatores:

- Apresenta valores de Eficiência igual a 86% e Ganho Marginal (positivo) igual a 2,77, o maior entre todas as alternativas avaliadas;
- Apresenta maior momento de transporte (igual a 3.889.424), se comparada às demais alternativas e, portanto, maior receita em potencial;

- A localização das praças de pedágio se mostra compatível com as principais características dos trechos que compõem a rodovia, conforme mostrado no unifilar esquemático da BR 381.

No que diz respeito ao nível tarifário, a partir dos resultados da pesquisa de opinião (disposição a pagar) e tendo como balizadores os valores de tarifas aplicados nas rodovias concessionadas do país, é proposto o nível tarifário a ser adotado na BR 381.

Os estudos iniciais indicam a adoção de uma tarifa igual a R\$ 0,036/km, correspondente a tarifa média ponderada por quilômetro para automóveis, excluídos os usuários não dispostos a pagar tarifa de pedágio.

Cabe destacar, no entanto, que o nível tarifário proposto consiste em uma estimativa para os estudos de concessão para o trecho da Rodovia BR 381 contido no Estado de Minas Gerais, o qual foi utilizado como valor de referência para as simulações e para as análises relativas ao número e espaçamento entre praças de pedágio. Desta forma, os valores de tarifa finais para a BR 381 só serão obtidos, validados e consolidados após a conclusão das análises econômica e financeira, integrantes dos estudos da 3ª Etapa da Concessão Rodoviária Federal – Fase 1, visando ao desenvolvimento do transporte rodoviário no eixo nordeste do Estado de Minas Gerais.

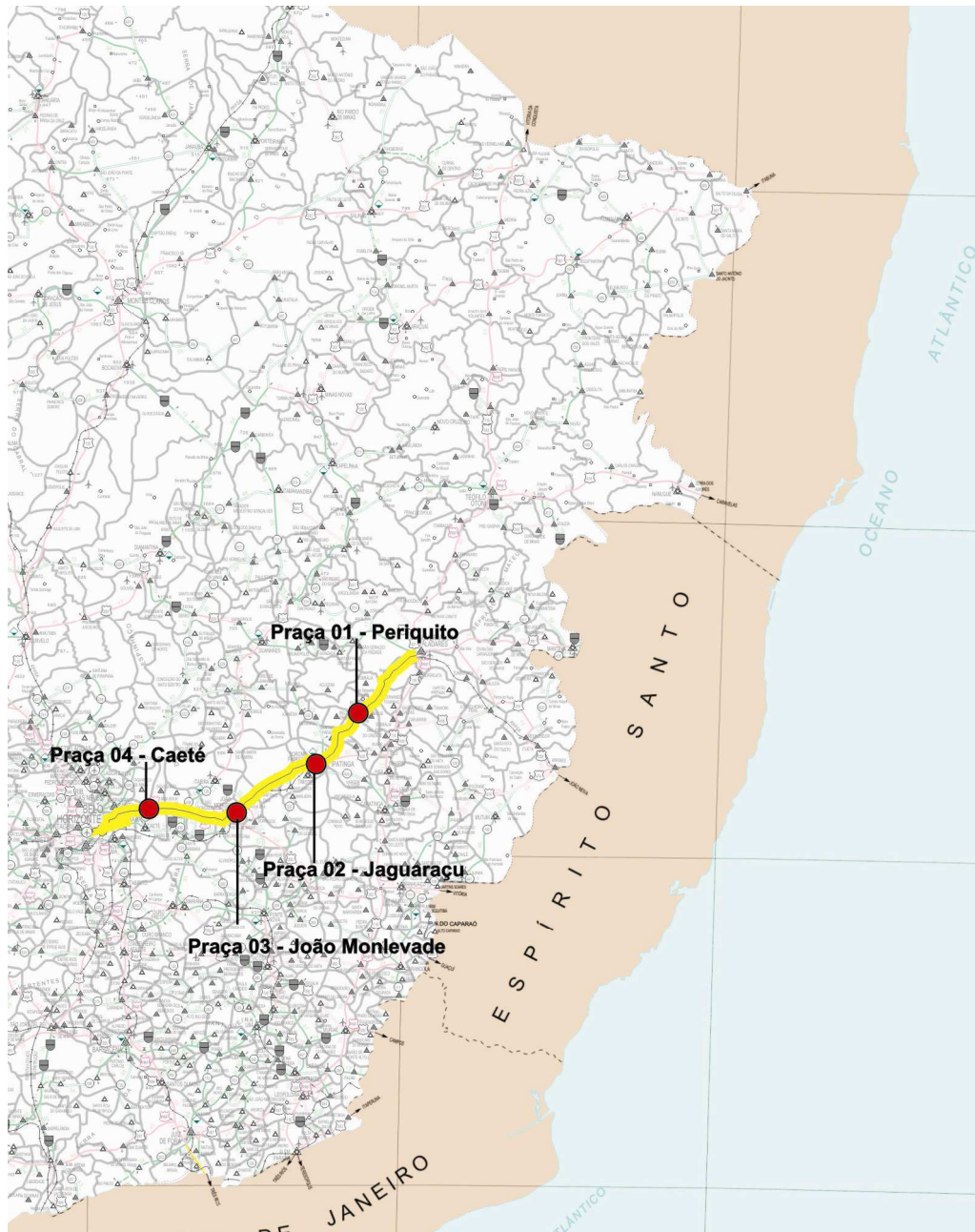
A tabela a seguir mostra os resultados preliminares para o sistema de tarifação da Rodovia BR 381, servindo apenas para visualização inicial da estrutura que deverá ser validada e consolidada para a rodovia, através de estudos mais detalhados. Os valores encontram-se arredondados para baixo, para múltiplos de R\$ 0,10. Para estimativas dos valores de tarifa foi considerada a distância entre praças de pedágio de 77 km.

Tabela 5.2: Proposta inicial para os valores de tarifa para a BR 381 – Espaçamento entre praças igual a 77 km.

Cat.	Descrição dos veículos	Nº de eixos	Multiplicador	Tarifa (R\$)
1	Automóvel, caminhonete e furgão	2	1	2,70
2	Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão	2	2	5,50
3	Automóvel e caminhonete com semi-reboque	3	1,5	4,10
4	Caminhão, caminhão-trator, caminhão-trator com semi-reboque e ônibus	3	3	8,30
5	Automóvel e caminhonete com reboque	4	2	5,50
6	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	4	4	11,00
7	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	5	5	13,80
8	Caminhão com reboque e caminhão-trator com semi-reboque	6	6	16,60
9	Motocicletas, motonetas e bicicletas moto	2	0,5	1,30
10	Veículos oficiais e do Corpo Diplomático	-	Isentos	-
-	Veículos Especiais	7	-	19,30
-	Veículos Especiais	8	-	22,00
-	Veículos Especiais	9	-	24,70

A Figura 5.1 a seguir mostra a localização das praças de pedágio ao longo da rodovia BR 381.

Figura 5.1 Localização das Praças de Pedágio ao longo da Rodovia BR 381.



6 DIMENSIONAMENTO DE PRAÇAS DE PEDÁGIO

A partir da configuração indicada com 4 praças de pedágio, e com base nos volumes de tráfego obtidos através dos estudos de projeção foi feito o dimensionamento das praças de pedágio a serem implantadas ao longo do trecho Norte da Rodovia BR 381.

Os principais parâmetros definidos para dimensionamento das praças de pedágio são apresentados a seguir:

- A operação das praças de pedágio deverá ser feita por meio de pistas manuais e automáticas (sistema AVI), conforme definidas no item 3;
- Foi considerado um aumento da participação das pistas AVI ao longo do período de operação das praças de pedágio, considerando uma participação inicial de 10% do volume de veículos pedagiados, chegando a valores próximos a 50% após o 5º ano de operação;
- Para as pistas manuais foi adotada a capacidade de 200 veículos/hora. Já para as pistas AVI foi considerada a capacidade de 1000 veículos/hora.

O dimensionamento foi feito com base no volume no horário de pico, estimado como o volume correspondente a 10% do VDM projetado para cada praça de pedágio, por ano, ao longo do período de concessão, considerando motos, automóveis, ônibus e caminhões. Para cálculo dos volumes em horário de pico foram descontadas as parcelas associadas a eventuais fugas que poderão ocorrer em função do início da cobrança de pedágio na rodovia, obtendo desta forma o volume de veículos pedagiados. Os dados referentes aos volumes de tráfego são apresentados no documento Produto 4 A – Estudos de Projeções de Tráfego, Revisão 2. Na tabela a seguir são apresentados os volumes no horário de pico estimados ao longo do período de concessão (25 anos), utilizados para fins de dimensionamento das praças de pedágio.

Tabela 6.1: Estimativa dos volumes em horário de pico ao longo do período de concessão.

Praça	PISTA	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	SIMPLES/DUPLA ¹	915	946	977	1.010	1.044	1.076	1.114	1.147	1.187	1.224	1.264	1.305	1.347
2	SIMPLES/DUPLA ¹	977	1.016	1.057	1.099	1.142	1.186	1.233	1.279	1.329	1.379	1.432	1.486	1.542
3	SIMPLES/DUPLA ²	1.110	1.172	1.237	1.306	1.375	1.451	1.525	1.609	1.689	1.778	1.868	1.961	2.059
4	SIMPLES/DUPLA ³	1.371	1.435	1.502	1.571	1.641	1.716	1.790	1.871	1.950	2.035	2.121	2.211	2.302

Praça	PISTA	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	SIMPLES/DUPLA ¹	1.390	1.433	1.478	1.524	1.571	1.619	1.669	1.719	1.770	1.823	1.876	1.931
2	SIMPLES/DUPLA ¹	1.599	1.658	1.719	1.781	1.846	1.912	1.979	2.049	2.121	2.194	2.270	2.347
3	SIMPLES/DUPLA ²	2.160	2.265	2.374	2.487	2.604	2.725	2.850	2.980	3.113	3.251	3.392	3.538
4	SIMPLES/DUPLA ³	2.397	2.495	2.595	2.698	2.805	2.914	3.026	3.142	3.261	3.383	3.509	3.638

¹ Duplicação do trecho prevista para ser concluída em 2014

² Duplicação do trecho prevista para ser concluída em 2013.

³ Duplicação do trecho prevista para ser concluída em 2012.

Com base nas premissas adotadas e observando as características físicas e operacionais da via foi definido um conjunto de tipologias que representam combinações de pistas manuais e automáticas, dimensionadas para situações de pista simples e dupla. As tipologias foram definidas de forma a minimizar o número de combinações possíveis, padronizar as configurações adotadas para as praças de pedágio do trecho Norte da Rodovia BR 381 e racionalizar as ampliações das praças de pedágio ao longo do período de concessão.

As ampliações de praças de pedágio deverão ocorrer até o sexto ano do prazo de concessão, em função das intervenções previstas no Projeto de Ampliação de Capacidade e Modernização do trecho Norte da Rodovia da BR 381 entre Governador Valadares e Belo Horizonte, que contempla a duplicação dos subtrechos rodoviários que compõem o trecho em estudo.

Assim, todos os equipamentos e serviços de vinculados as praças e ao sistema de arrecadação foram dimensionados considerando as variações para os trechos de pista simples e dupla, conforme os anos de conclusão das melhorias previstas no referido projeto. As etapas de duplicação da rodovia, por trecho, são relacionadas a seguir:

- Em 2012 é prevista a conclusão da duplicação dos lotes 7 (do Rio Una ao entroncamento para Caeté), 8 (de Caeté ao atual Anel Viário da RMBH), que inclui a Praça de Pedágio 4;
- Em 2013 é prevista a conclusão da duplicação dos lotes 3 (de Jaguaruçu a Ribeirão Prainha), 4 (de Ribeirão Prainha a Nova Era), 5 (de Nova Era a João Monlevade) e 6 (de João Monlevade ao Rio Una);
- Em 2014 é prevista a conclusão da duplicação dos lotes 1 (de Governador Valadares a Belo Oriente) e 2 (de Belo Oriente a Jaguaruçu) que incluem as Praças de Pedágio 1 e 2.

A tabela 6.2 a seguir mostra as configurações definidas para o sistema de pedagiamento da rodovia, bem como sua respectiva capacidade em

veículos/hora, considerando ainda a participação diferenciada das pistas AVI ao longo do tempo. As configurações representadas por números representam variações em termos do número de pistas manuais adotadas. As configurações representadas por números e letras (Tipo “A”) representam variações em termos do número de pistas AVI.

Tabela 6.2: Configurações propostas para o sistema de pedagiamento da Rodovia BR 381.

Tipo	Configuração		Participação (%)		Capacidade (veic/h)		
	Pistas Manuais	Pistas AVI	Pistas Manuais	Pistas AVI	Pistas Manuais	Pistas AVI	Total
1	5	2	90%	10%	1.000	111	1.111
			75%	25%	1.000	333	1.333
			50%	50%	1.000	1.000	2.000
1A	3	4	90%	10%	600	67	667
			75%	25%	600	200	800
			50%	50%	600	600	1.200
2	11	2	90%	10%	2.200	244	2.444
			75%	25%	2.200	733	2.933
			50%	50%	2.200	2.200	4.400
2A	9	4	90%	10%	1.800	200	2.000
			75%	25%	1.800	600	2.400
			50%	50%	1.800	1.800	3.600
			40%	60%	1.800	2.700	4.500
3	16	2	90%	10%	3.200	356	3.556
			75%	25%	3.200	1.067	4.267
			50%	50%	3.200	3.200	6.400
3A	14	4	90%	10%	2.800	311	3.111
			75%	25%	2.800	933	3.733
			50%	50%	2.800	2.800	5.600
4	20	2	90%	10%	4.000	444	4.444
			75%	25%	4.000	1.333	5.333
			50%	50%	4.000	4.000	8.000
4A	18	4	90%	10%	3.600	400	4.000
			75%	25%	3.600	1.200	4.800
			50%	50%	3.600	3.600	7.200
5	22	6	90%	10%	4.400	489	4.889
			75%	25%	4.400	1.467	5.867
			50%	50%	4.400	4.400	8.800
			40%	60%	4.400	6.600	11.000
6*	9	2	90%	10%	1.800	200	2.000
			75%	25%	1.800	600	2.400
			50%	50%	1.800	1.800	3.600
			40%	60%	1.800	2.700	4.500

* Variação da configuração Tipo 2, adequada para situações de volumes de tráfego mais baixos, em trechos de pista dupla.

As figuras 6.1 e 6.2 ilustram as configurações Tipo 1 e Tipo 2, definidas como configurações básicas para as situações de pista simples e pista dupla, respectivamente. A configuração do Tipo 1 contempla 5 pistas manuais e duas pistas laterais AVI, pressupondo o funcionamento de 4 cabines de arrecadação. A

configuração do Tipo 2 contempla 11 pistas manuais e 2 pistas laterais AVI, pressupondo o funcionamento de 10 cabines de arrecadação.

Figura 6.1. Sistema de Pedagiamento - Configuração Tipo 1.

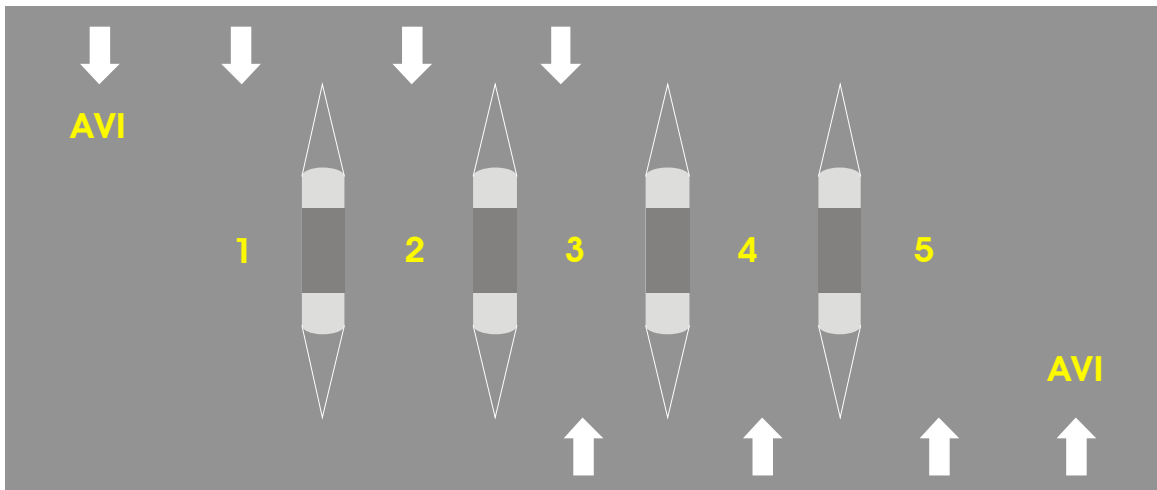
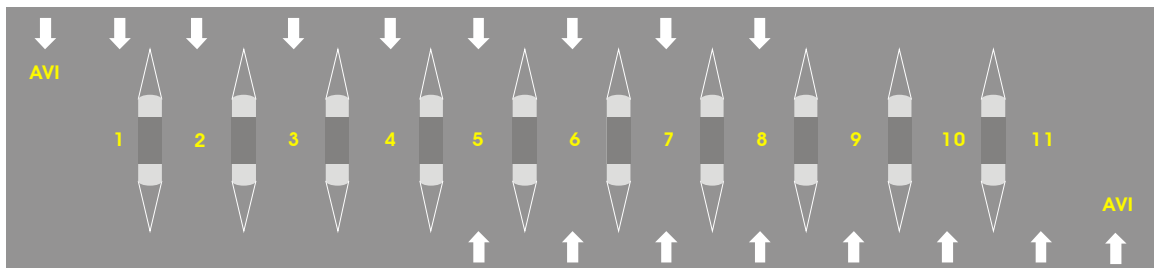


Figura 6.2. Sistema de Pedagiamento - Configuração Tipo 2.



Definidas as configurações e com base nos volumes nos horário de pico foi feita a associação das diferentes tipologias para cada praça de pedágio, observando as características da via (pista simples ou dupla) ao longo do período de concessão, e a capacidade de cada configuração. Os resultados, para todas as praças de pedágio são mostrados na tabela a seguir.

Tabela 6.3: Tipologias de praças de pedágio durante o período de concessão.

Praça	Config.	Período																																		
		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										
1	Tipo 1																																			
	Tipo 6																																			
2	Tipo 1																																			
	Tipo 6																																			
3	Tipo 1																																			
	Tipo 6																																			
4	Tipo 1																																			
	Tipo 6																																			

Em função das melhorias previstas para o trecho Norte da Rodovia BR 381 no trecho em estudo, as Praças Pedágio 1, 2, 3 e 4 deverão ser ampliadas, nos anos de 2012, 2013 e 2014. Desta forma, as praças com configuração do Tipo 1 deverão ser reconfiguradas de forma a atender os novos volumes de tráfego e características da via, necessitando de acréscimo do número de pistas manuais e cabines, passando para a configuração de Tipo 6, adequada para trechos de pista dupla e aos volumes de tráfego projetados para a rodovia. O cronograma de ampliação das praças de pedágio é apresentado na tabela 6.4.

Tabela 6.4: Cronograma de ampliação de praças de pedágio.

Praças	Período																															
	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							
1	TIPO 1						TIPO 6																									
2	TIPO 1						TIPO 6																									
3	TIPO 1				TIPO 6																											
4	TIPO 1			TIPO 6																												

A tabela 6.5 apresenta para cada praça de pedágio, ano a ano, o número de pistas manuais e automáticas e o número de cabines necessárias para operação do sistema de acordo com os volumes de tráfego considerados e configurações pré-definidas.

Tabela 6.5: Dimensionamento do número de pistas manuais automáticas e cabines de arrecadação por praça de pedágio.

Ano	2009			2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			2019			2020			2021			2022											
Praças	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C						
1	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8			
2	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8
3	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8
4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8
Total	20	8	16	20	8	16	20	8	16	24	8	20	28	8	24	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32						

Ano	2023			2024			2025			2026			2027			2028			2029			2030			2031			2032			2033			2032			2033								
Praças	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C	M	A	C
1	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8
2	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8
3	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8
4	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8	9	2	8
Total	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32	36	8	32			

Valores Médios: Pistas manuais – 33 Pistas AVI – 8 Cabines - 29