



3ª ETAPA DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS - FASE 1

Sistema Rodoviário Federal Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal



Produto 4A
ESTUDOS DE PROJEÇÕES DE TRÁFEGO

Revisão 2
Out/2008



Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia

1. APRESENTAÇÃO	2
2. INTRODUÇÃO	3
3. RESULTADOS DAS PESQUISAS DE CAMPO	7
3.1. Pesquisas das Contagens Automáticas Classificadas	9
3.2. Pesquisa de Origem e Destino	17
3.2.1. Automóveis - Matrizes de Viagens e Características das Viagens e dos Usuários.....	24
3.2.2. Caminhões - Matrizes de Viagens e Características das Viagens.....	30
3.3. Pesquisa de Opinião.....	36
3.4. Pesquisa de Preferência Declarada	41
3.4.1. Conceituação de Modelos de Escolha	41
3.4.2. Aplicação da Pesquisa de Preferencia Declarada	44
3.4.3. Resultado para Automóveis.....	47
3.4.4. Resultado para Caminhões.....	48
4. LEVANTAMENTOS COMPLEMENTARES.....	50
4.1. Sistemas de Transportes Vigentes	50
4.1.1. Caracterização dos sistemas vigentes.....	51
4.1.2. - Índice de Atividade ABCR.....	51
4.1.3. Viagens de ônibus	51
4.2. Dados SócioEconômicos	52
4.3. – Sistematização dos Levantamentos Complementares.....	55
4.3.1. Tabulação por tipo de região: população 1999-2006, PIB 2002-2005 frota 2002-2006.....	56
5. METODOLOGIA DE PROJEÇÃO DA DEMANDA.....	68
5.1. Apresentação	68
5.2. População.....	71
5.3. Determinação de Fatores de Crescimento do Tráfego	74
5.3.1. Elasticidade - PIB do volume de tráfego	74
5.3.2. Projeção do PIB Brasil	79
5.3.3. Projeção do PIB das Unidades da Federação (Estados).....	82
5.3.4. Projeção do PIB das Zonas de Tráfego.....	85



1. APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar o Produto 4A – Estudos de Projeções de Tráfego integrante do trabalho relativo às pesquisas e estudos técnicos (“Estudos”) visando ao desenvolvimento do transporte rodoviário nos eixos 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, 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. Os estudos contidos no presente relatório são integrantes da 3ª Etapa da Concessão Rodoviária Federal – Fase 1.

O presente relatório consiste na revisão 1 dos Estudos de Projeções de Tráfego, em função de ter-se incorporado no presente trabalho a partir dos dados e informações existentes e disponíveis do IBGE, IPEAData sobre os resultados do Produto Interno Bruto – PIB dos municípios de interesse do ano de 2005, bem como nos resultados do PIB Brasil para todo ano de 2007 e novas perspectivas de crescimento para o Produto Interno Brasileiro até 2011.

Os ***Estudos de Projeções de Tráfego*** constante nesse documento é composto basicamente dos seguintes tópicos:

- INTRODUÇÃO
- RESULTADOS DAS PESQUISAS DE TRÁFEGO, DE ORIGEM E DESTINO E PREFERENCIA DECLARADA
- LEVANTAMENTOS COMPLEMENTARES
- MODELO DE PROJEÇÃO DA DEMANDA
- PROJEÇÕES DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

2. INTRODUÇÃO

A estimativa do volume de tráfego na rodovia BR040, no trecho compreendido entre Juiz de Fora (MG) e o Brasília (DF) deve ser analisada sob a ótica de seus subtrechos com características distintas e considerando-se as hipóteses adotadas e seus condicionantes.

Sendo assim, foi proposta uma metodologia capaz de suportar análises de sensibilidades com base na origem e tabulação das várias fontes de informações utilizadas. Essa metodologia encontra-se apresentada neste relatório técnico, juntamente com sua aplicação parcial, uma vez que sua aplicação total depende dos resultados das simulações. Os resultados finais das projeções serão, portanto apresentados no relatório referente às simulações, denominado de “**Estudos de Tráfego Finais Parte 2 – Modelagem e Rede de Transporte, Simulações e Demanda**” *revisão 3*, apresentando, portanto, neste documento de projeções a modelagem analítica e projeções dos dados socioeconômicos.

Para o entendimento do contexto no qual se insere o produto das projeções, foi elaborado um fluxograma que extrapola a atividade específica das projeções de tráfego, visando elucidar as articulações das frentes de trabalho deste projeto. Dentre as atividades apresentadas no esquema a seguir, as que se referem estritamente ao produto das projeções, seja como informação de insumo ou produto, são:

- resultados das pesquisas OD e de preferência declarada
- levantamento de dados complementares, notadamente relacionados a diversos aspectos socioeconômicos da área de estudo;
- modelo de projeção da demanda, considerando-se sua correlação com dados socioeconômicos que a expliquem;
- projeções alternativas de cenários socioeconômicos e modelo de segmentação espacial das projeções do PIB Brasil.

A metodologia de projeção está inserida em um conjunto de atividades articuladas, compondo um processo que vai desde os levantamentos de campo até o uso dos resultados de simulações associados as estimativas de dados socioeconômicos e desenvolvimento de modelagens analíticas de explicação da demanda.

Os levantamentos de campo, compostos basicamente pelas pesquisas de demanda realizadas no âmbito deste estudo e pelo cadastro da malha rodoviária, são tratados preliminarmente de forma a compor um perfil da demanda e uma caracterização do sistema de infra-estrutura. Esses resultados subsidiam o desenvolvimento de modelagens, destacando-se:

- análise da demanda, com a determinação do modelo analítico de projeção da demanda, por meio da correlação entre PIB e volume de tráfego;
- modelo de simulação, com a construção da rede estrutural de simulação representativa do cadastro consolidado e comportamento da demanda.

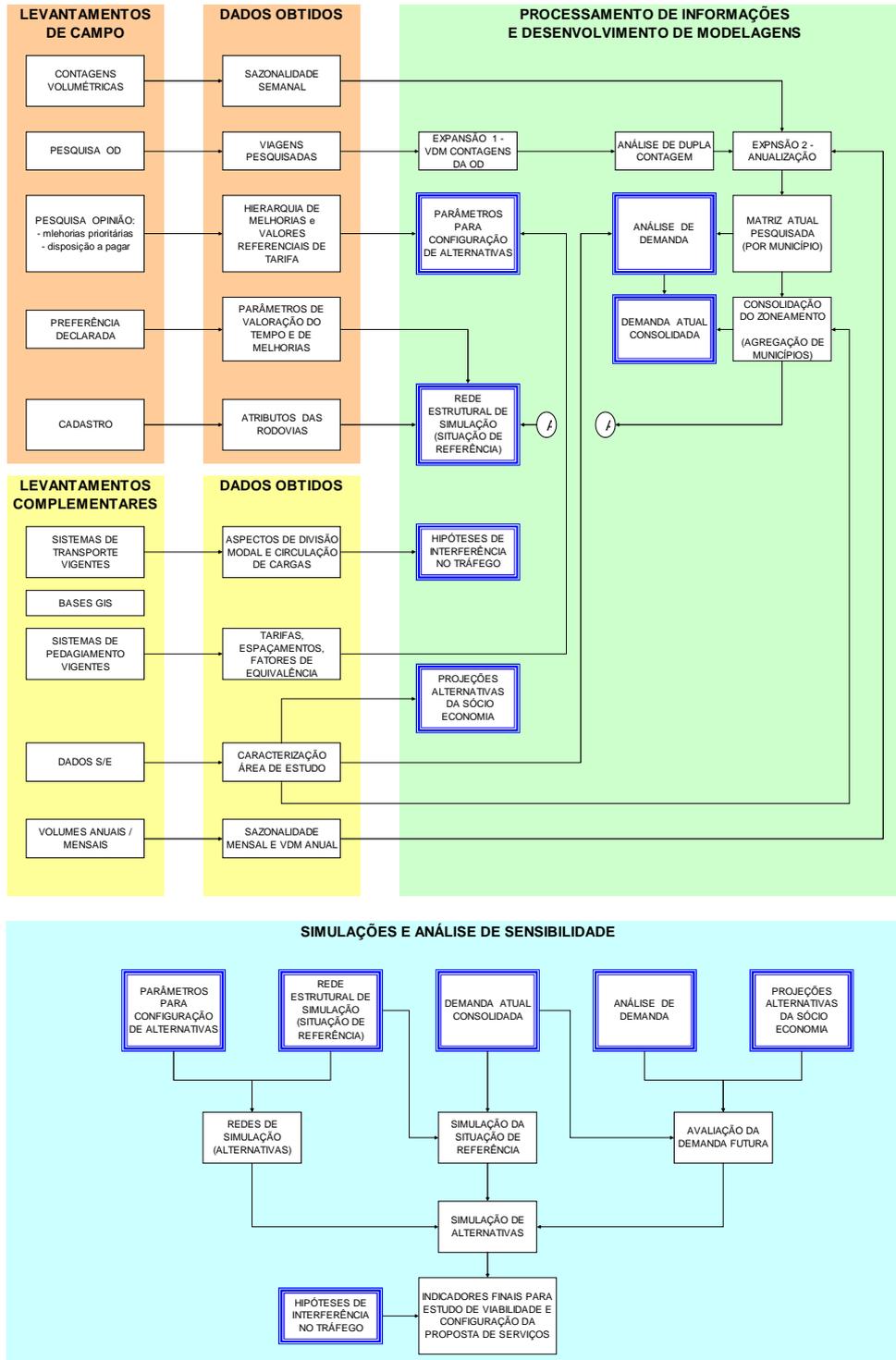
Paralelamente às pesquisas de campo, foram realizados levantamentos complementares relativos aos aspectos socioeconômicos de interesse para o estudo, caracterização de demais sistemas de transporte na área de estudo e programas e projetos previstos para atender a demanda.

Esses dados obtidos são também sistematizados, compondo uma base de informações compatível com o padrão de tabulação das pesquisas.

Esses resultados permitem o desenvolvimento de modelagens para a projeção de dados socioeconômicos, tanto em termos globais, como para o rateio segundo unidades territoriais de interesse. Além disso, é possível conhecer também o potencial de migração modal ou de concorrência da rodovia em estudo com demais sistemas de transporte.

Por fim, os resultados das modelagens criam o lastro para o desenvolvimento de simulações de alternativas, a partir das quais são então analisados os volumes de tráfego por posto de pesquisa, a ser então projetado para o horizonte do estudo com o modelo de projeção da demanda.

Figura 2. 1 - Fluxograma Geral da Metodologia de Projeção de Tráfego





As análises desenvolvidas conduziram à estruturação de dados e resultados, preparando as informações acerca do dado básico de referência (2007), do ano inicial das projeções (2008), e das referências que conduzem à determinação dos volumes a serem projetados ao longo do horizonte de projeto considerado de 35 anos.

Cabe aqui ressaltar, que como hipótese referencial para todo este estudo relativo às projeções de tráfego para a Rodovia BR 040, foi admitido que o Estado de Minas Gerais se caracteriza como abrangência espacial principal onde se insere o trecho rodoviário em análise. O trecho da Rodovia BR 040 que se desenvolve no estado de Goiás, foi detalhado em termos de análise no âmbito das abordagens dos municípios limieiros, garantindo o detalhamento necessário. Os demais municípios do estado de Goiás foram considerados de forma análoga aos estados vizinhos de Minas Gerais.

3. RESULTADOS DAS PESQUISAS DE CAMPO

Conforme apresentando nos relatórios técnicos relativos aos Estudos de Tráfego Preliminares – Produtos 2 Parte A e B as pesquisas de campo realizadas no âmbito deste estudo, para a Rodovia BR 040 abrangeram:

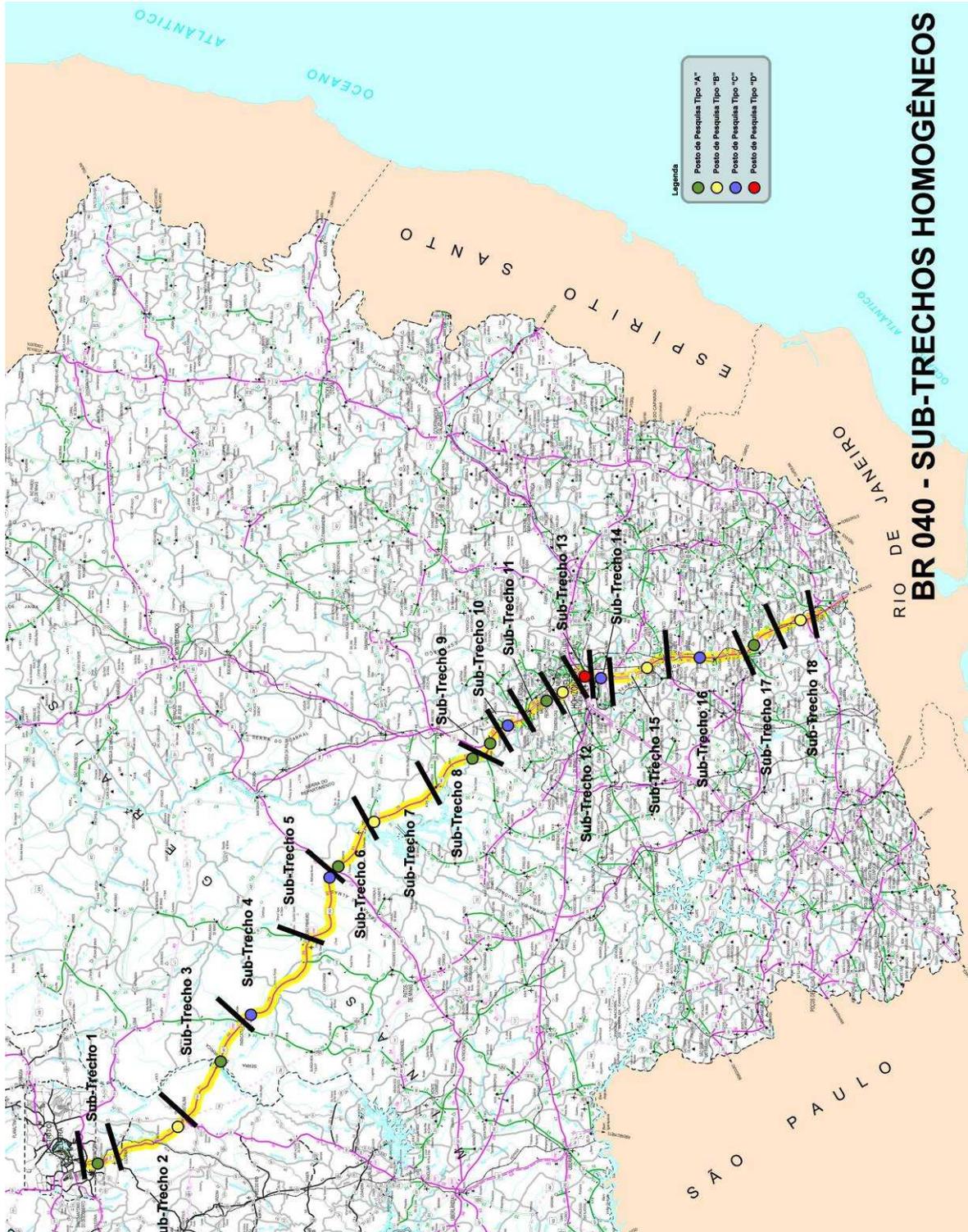
- contagens volumétricas automáticas, durante 7 dias consecutivos em 18 postos de pesquisas localizados ao longo da BR040, entre Juiz de Fora e Brasília, Postos de Pesquisas Tipos A, B e C
- pesquisas de origem e destino e de opinião, acerca de disposição a pagar pedágio por melhorias prioritárias, em 10 desses postos – Postos Tipo B e C
- pesquisas de preferência declarada em 5 desses postos – Postos de pesquisa Tipo C

Na Figura 3.1 a seguir pode ser visualizada a localização dos postos de pesquisas ao longo da Rodovia BR 040.

Para as projeções foram utilizadas inicialmente as pesquisas de origem e destino e as contagens automáticas nos respectivos postos. A partir destas, foram estimados os volumes diários médios pesquisados, os quais foram posteriormente ajustados, para refletir as médias anuais com base nos levantamentos complementares de volumes ao longo do ano.

As pesquisas de origem e destino, após tratamento de expansão e eliminação de dupla contagem, foram utilizadas diretamente nas simulações para a estimativa dos atributos dos itinerários na rodovia e nas rotas de fuga em cada hipótese operacional alternativa para a rodovia. Cabe aqui ressaltar que para a expansão detalhada das entrevistas, foram feitas contagens de tráfego adicionais, simultâneas ao período de aplicação dos questionários. Esses resultados, associados aos resultados das pesquisas de preferência declarada consolidaram então as estimativas finais de fuga por posto de pedágio e alternativa.

Figura 3.1 Localização dos subtrechos com indicação dos postos de pesquisa



3.1. Pesquisas das Contagens Automáticas Classificadas

A rodovia BR-040 apresentou uma grande variação de volumes de tráfego, indo de 2.200 veículos/dia, próximo à divisa entre os estados de Goiás e de Minas Gerais, até mais de 50.000 veículos/dia, nas proximidades da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Neste local também é que ocorre a maior proporção de veículos leves – automóveis – em relação ao fluxo total: mais de 80% dos veículos contados pertencem a essa categoria. Esse trecho, que apresentam volume diário nesse patamar está compreendido no Anel Viário de Belo Horizonte, com características típicas de tráfego de natureza urbana e metropolitana, de uma metrópole da grandeza de Belo Horizonte. Essa situação também foi observada, porém com magnitude inferiores nos postos adjacentes ao Anel Viário de Belo Horizonte, com o tráfego de natureza metropolitana predominante.

As contagens classificadas automáticas, após sistematização e aferição dos dados coletados, foram tabuladas de forma a totalizar os volumes por tipo de veículo, considerando:

- automóveis
- motocicletas
- ônibus
- caminhões de 2 eixos (leves)
- caminhões de 3 eixos (médios)
- caminhões de 4 ou mais eixos (pesados)

Para as projeções, os volumes relativos a caminhões de 2 e 3 eixos foram agrupados, uma vez que as demais pesquisas foram dimensionadas e/ou agrupadas dessa maneira. Embora usualmente não se cobre pedágio de motocicletas, optou-se por manter a projeção desse tráfego nas tabelas finais, de forma a garantir subsídios para análises futuras sobre esse tema.

Os volumes apresentados a seguir, referem-se a:

- volume médio da semana, calculado pela média aritmética dos 7 dias consecutivos observados
- volume médio em dia útil, determinado a partir da média aritmética dos volumes observados de 2ª a 6ª feira

Tabela 3.1 Resultados das Contagens Classificadas por Posto

POSTO	km	UF	2ªfeira	3ªfeira	4ªfeira	5ªfeira	6ªfeira	Sábado	Domingo	Volume Médio Semana	Volume Médio Dia Útil
1	12	GO	21.112	23.497	23.434	26.719	33.537	25.949	24.610	25.551	25.660
2	88	GO	4.382	4.290	4.395	4.744	5.169	4.670	4.396	4.578	4.596
3	1	MG	1.986	2.054	2.132	2.256	2.443	2.645	2.470	2.284	2.174
4	0	MG	3.630	4.067	4.090	4.178	4.328	4.251	4.183	4.104	4.059
5	146	MG	2.677	3.036	3.119	3.241	3.297	3.288	2.927	3.083	3.074
6	226	MG	2.067	2.484	2.559	2.552	2.568	2.265	2.194	2.384	2.446
7	284,7	MG	2.877	3.227	3.260	3.328	3.425	3.028	2.816	3.137	3.223
8	413	MG	3.305	3.474	3.359	3.593	3.919	3.479	3.611	3.534	3.530
9	437,2	MG	8.411	8.450	8.569	8.998	10.121	8.713	8.602	8.838	8.910
10	470	MG	14.120	14.255	14.134	14.271	15.859	13.780	12.428	14.121	14.528
11	480,7	MG	15.380	14.919	15.512	15.363	17.860	14.578	13.253	15.266	15.807
12	509	MG	22.220	21.675	23.319	22.559	24.581	25.432	19.279	22.724	22.871
13	533,5	MG	56.821	55.544	56.968	57.809	60.564	48.577	37.029	53.333	57.541
14	551	MG	37.632	36.994	37.176	39.040	44.192	35.176	32.329	37.506	39.007
15	605,4	MG	13.120	13.063	13.037	13.203	15.079	10.881	10.379	12.680	13.500
16	661	MG	7.352	7.879	8.121	9.679	14.533	6.652	6.252	8.638	9.513
17	718	MG	8.213	8.152	8.868	10.153	9.469	6.643	6.064	8.223	8.971
18	767	MG	9.411	6.845	6.487	7.929	7.896	8.465	9.940	8.139	7.714

Para melhor retratar a movimentação do fluxo de tráfego da Rodovia BR 040, foi elaboradas análises para determinação de fatores de sazonalidade que conduziram a determinação do volume diário médio anual – VDMA para os diversos trechos estudados.

Os fatores de sazonalidade mensal foram determinados com base em dados do volumes diários medios mensais e de contagens obtidas junto ao DNIT. Foram selecionados os seguintes locais de contagens do DNIT ao longo da BR 040: km 1,2 no Distrito Federal, km 95,7 em Goiás, km 225, km 498, 7 , km 556,5, km 700,8 e km 774 em Minas Gerais. Os dados do DNIT para a rodovia BR 040

apresentam apenas o total de veículos, não estando classificando em automóveis e veículos comerciais. Dessa forma, adotou-se o mesmo fator de sazonalidade para todos os tipos de veículos.

Para a análise da sazonalidade e a respectiva obtenção de fatores de sazonalidade que aplicados nos resultados das contagens classificadas do fluxo de tráfego, resultem nos volume diário médio anualizado, foram elaboradas as seguintes tarefas:

- sistematização dos dados do DNIT;
- cálculo do fator de sazonalidade mensal ($=\text{volume diário médio mensal} / \text{volume diário médio anual}$);
- análise da evolução histórica da sazonalidade dos meses de março e abril, que equivalem ao período das pesquisas de campo deste estudo.

As análises realizadas verificaram que apesar de se observar uma oscilação dos fatores de sazonalidade no decorrer dos anos, não se identifica uma tendência propriamente dita, foi adotada a média entre os meses de março e abril, do último ano para o qual se dispõe de informação para cada local de pesquisa do DNIT. Os fatores de sazonalidade adotados estão apresentados na tabela 3.2 a seguir.

Tabela 3.2 Fatores de Sazonalidade, por posto de pesquisa

POSTOS DE PESQUISAS (KM)	UF	LOCAIS CONTAGENS DNIT (km)	FATOR DE ANUALIZAÇÃO		
1	12,5 GO	GO	040BGO0010	1,2	0,9481474
2	87 GO	GO	040BG00050	95,7	0,9787131
3	1 GO	MG	040BMG0150	225	1,0552064
4	46 MG	MG	040BMG0150	225	1,0552064
5	145 MG	MG	040BMG0150	225	1,0552064
6	226 MG	MG	040BMG0150	225	1,0552064
7	286 MG	MG	040BMG0150	225	1,0552064
8	413 MG	MG	040BMG0150	225	1,0552064
9	439 MG	MG	040BMG0150	225	1,0552064
10	469 MG	MG	040BMG0330	498,7	0,9711476
11	481 MG	MG	040BMG0330	498,7	0,9711476
12	508 MG	MG	040BMG0330	498,7	0,9711476
13	535 MG	MG	040BMG0400	556,5	1,0445941
14	551 MG	MG	040BMG0400	556,5	1,0445941
15	605 MG	MG	040BMG0410	565	0,9655441
16	663 MG	MG	040BMG0530	700,8	0,972608
17	718,5 MG	MG	040BMG0530	700,8	0,972608
18	767 MG	MG	040BMG0580	774	0,972608

A seguir nas tabelas 3.3 e 3.4 são apresentados os valores diários médios anualizados (VDMA) por posto de pesquisa, calculados a partir da aplicação dos fatores de sazonalidade aos volumes diários médios semanais resultantes das pesquisas.

Na tabela 3.3 são apresentados os resultados desagregados em automóveis, motos, ônibus, caminhões médio, pesado e semi-reboque, e agregação dos veículos comerciais, em ambos os sentidos, por posto de pesquisa. Na tabela 3.4 são apresentados os valores diários médios anuais (VDMA) total de veículos, por sentido e bidirecional, por posto de pesquisa.

Nas figuras 3.2 a 3.5 são apresentados gráficos sobre variação do volume de tráfego ao longo dos postos segundo as quatro grandes categorias consideradas, onde em termos de composição de tráfego observa-se uma composição diferenciada ao longo da Rodovia BR 040, em linhas gerais, a saber:

- Nos trechos de Juiz de Fora a Ouro Preto e de Belo Horizonte até o entroncamento com a Rodovia BR 135 o volume de tráfego da Rodovia BR 040 apresenta uma composição de tráfego típica das rodovias estruturais brasileiras, com o volume de automóvel representando da ordem de 60% a 70% do volume do tráfego;
- Nos trechos da Rodovia BR 040 compreendidos na Região Metropolitana de Belo Horizonte e no Distrito Federal, o volume de tráfego observado ao longo da rodovia apresenta uma composição do tráfego tipicamente de fluxo urbano com o automóvel com uma participação situada entre 80% a 85% do volume de tráfego;
- O trecho da Rodovia BR 040 compreendido entre o entroncamento da Rodovia BR 135 e Cristalina possui um volume de tráfego com predominância do veículo comercial, situação típica de rodovias com VDM inferiores a 4000 veículos/dia.

Tabela 3.3 Volume Médio Diário Anual (ambos os sentidos) por tipo de veículo e posto de pesquisa

POSTO	Local. km	UF	MOTOS	AUTOS	ÔNIBUS	MÉDIO	PESADO	SEMI-REBOQUE	TOTAL
1	12	GO	1.752	20.143	582	1.774	1.087	1.611	26.948
2	88	GO	70	2.494	127	412	621	952	4.678
3	1	MG	17	1.149	59	146	272	521	2.164
4	46	MG	107	2.175	68	402	445	693	3.889
5	146	MG	52	1.296	69	236	487	781	2.922
6	226	MG	32	789	15	284	470	669	2.259
7	284,7	MG	123	1.395	96	272	446	641	2.973
8	413	MG	58	1.691	71	264	509	758	3.349
9	437,2	MG	154	4.978	183	678	1.186	1.195	8.375
10	470	MG	556	9.432	382	1.041	1.527	1.602	14.541
11	480,7	MG	324	11.464	146	811	885	2.090	15.720
12	509	MG	1.085	16.204	537	1.691	1.304	2.577	23.399
13	533,5	MG	3.086	36.598	715	5.278	1.809	3.568	51.054
14	551	MG	976	29.100	443	1.663	1.004	2.719	35.904
15	605,4	MG	236	8.994	355	991	836	1.720	13.133
16	661	MG	198	5.738	207	672	675	1.347	8.838
17	718	MG	100	5.159	169	856	768	1.363	8.414
18	767	MG	131	5.122	263	791	709	1.313	8.328

Tabela 3.4 Volume Médio Diário Anual por Posto de Pesquisa

Subtrecho e Posto	km inicial	km final	Extensão km	De	Para	Pista	VDM	
1	a	8,4	0,0	8,4	Brasília	Divisa DF/GO	D	26.948
	b	0,0	24,1	24,1	Divisa DF/GO	Luziânia		
2		24,1	95,7	71,6	Luziânia	Cristalina	S	4.678
3	a	95,7	157,3	61,6	Cristalina	Divisa GO/MG		2.164
	b	0,0	40,0	40,0	Divisa GO/MG	Paracatu		
4		40,0	145,2	105,2	Paracatu	João Pinheiro		3.889
5		145,2	224,9	79,7	João Pinheiro	BR365		2.922
6		224,9	286,0	61,1	BR365	Três Marias		2.259
7		286,0	361,0	75,0	Três Marias	Felixlândia		2.973
8	a	361,0	413,8	52,8	Felixlândia	MG420		3.349
	b	413,8	424,0	10,2	MG420	BR135		
9		424,0	442,9	18,9	BR135	Paraopebas	S	8.375
10	a	442,9	445,6	2,7	Paraopebas	km 445,6	D	14.541
	b	445,6	473,1	27,5	km 445,6	Sete Lagoas	S	
11		473,1	508,9	35,8	Sete Lagoas	MG432	D	15.720
12		508,9	532,9	24,0	MG432	Anel Viário BH		23.399
13		532,9	543,5	10,6	Anel Viário BH	Anel Viário BH		51.054
14		543,5	563,6	20,1	Anel Viário BH	BR356		35.904
15	a	563,6	597,6	34,0	BR356	MG442	4F	13.133
	b	597,6	629,5	31,9	MG442	Cons. Lafaiete		
16		629,5	700,5	71,0	Cons. Lafaiete	Barbacena		8.838
17		700,5	745,5	45,0	Barbacena	Santos Dumont		8.414
18		745,5	771,1	25,6	Santos Dumont	Juiz de Fora		8.328
EXTENSÃO TOTAL BR 040: 936,8 km								

Figura 3.2 Volumes de tráfego ao longo da BR-040: Veículos leves e comerciais

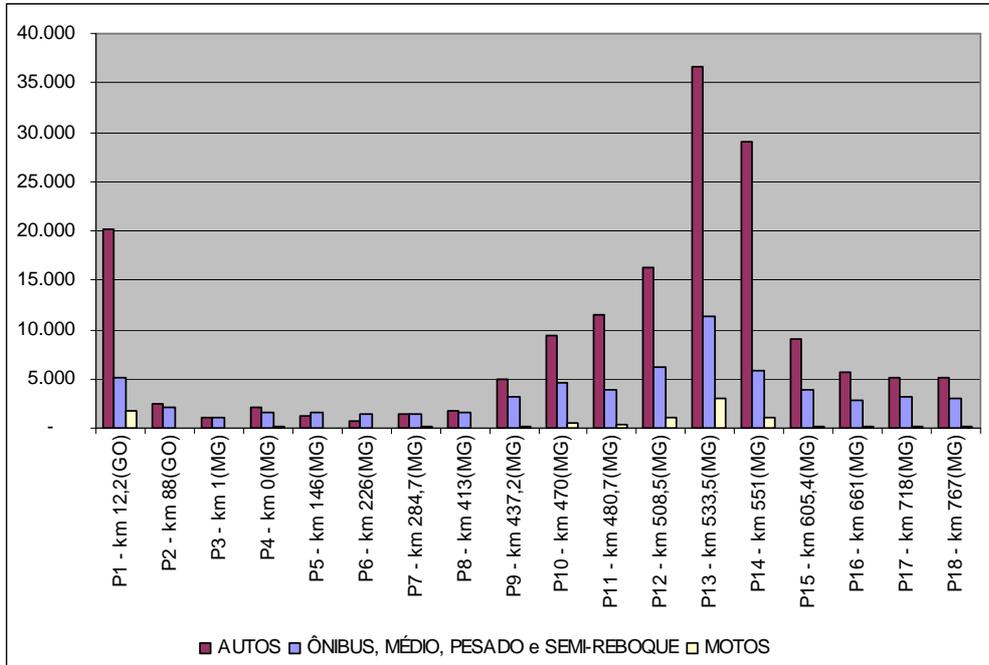


Figura 3.3 Composição do volume de tráfego ao longo da BR-040: Veículos leves e comerciais

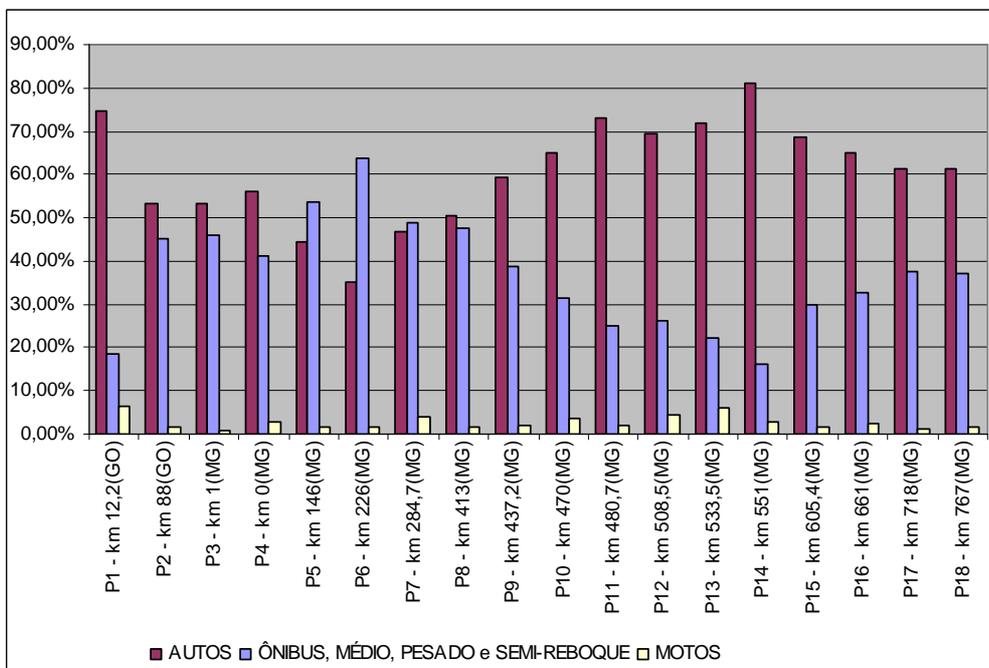


Figura 3.4 Volumes de tráfego ao longo da BR-040: ônibus, médios pesados e semi-reboques

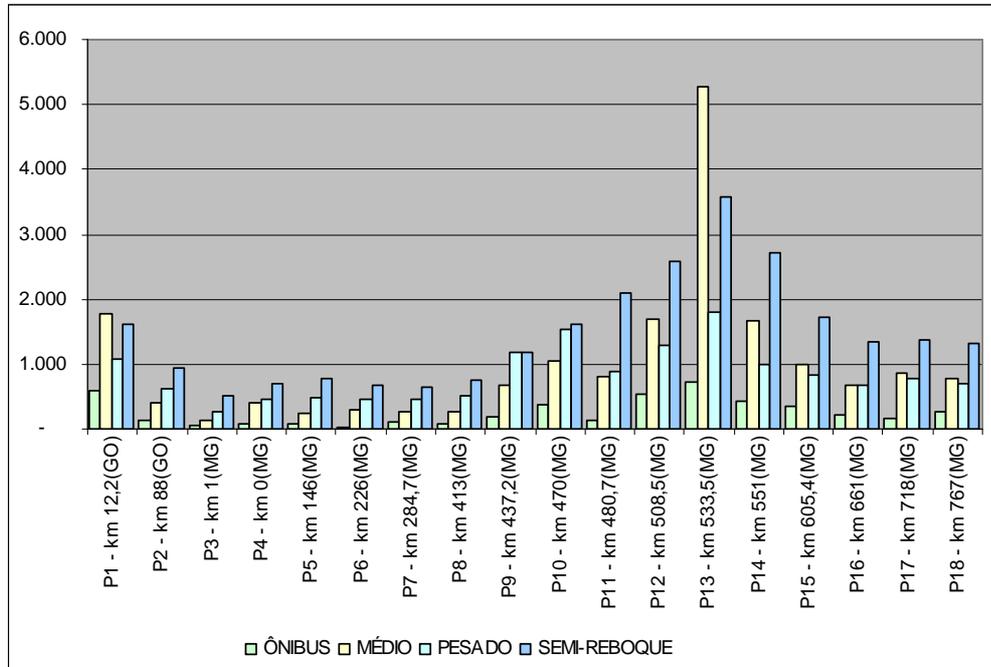
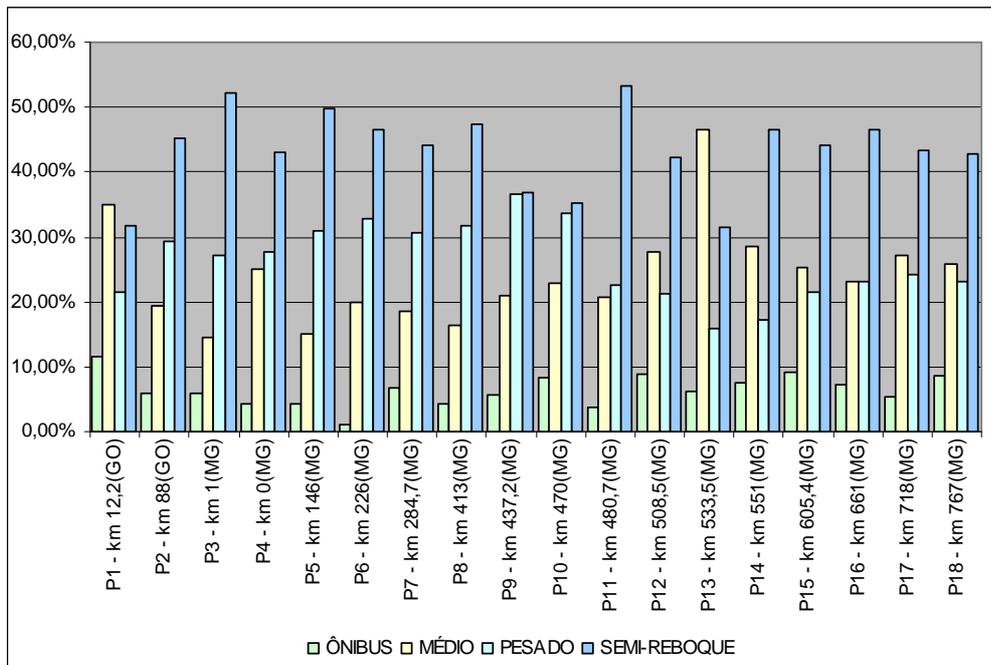


Figura 3.5 Composição do Fluxo de Tráfego dos Veículos Comerciais ao longo da BR-040: ônibus, médios pesados e semi-reboques



3.2. Pesquisa de Origem e Destino

As pesquisas de origem e destino foram realizadas com vistas a se determinar a distribuição das viagens observadas em cada posto de pesquisa, permitindo-se a determinação da área de influência da rodovia estudada e o delineamento de um perfil dos usuários desta.

As entrevistas da pesquisa de origem e destino e da pesquisa de opinião foram realizadas em 10 postos de pesquisas conforme anteriormente indicados que são os postos de pesquisas B e C. Conforme descrito e apresentado nos relatórios Estudos de Tráfego Preliminares – Produtos 2 Parte A e B, a amostra da pesquisa foi planejada para um nível de confiança de 95%, ou seja, margem de erros, para proporções de $\pm 5\%$.

Conforme apresentado nos produtos 2 A e 2 B referentes aos Estudos de Tráfego Preliminares a amostra pesquisada atendeu, de maneira geral, a esse critério, os resultados da Pesquisa de Origem e Destino e Opinião em termos da quantidade de entrevistas realizadas por posto de pesquisa estão apresentados na Tabela 3.5 a seguir.

Tabela 3.5 Pesquisa OD e Opinião – Entrevistas realizadas por posto de pesquisa

POSTOS	UF	km	Entrevistas Realizadas			Erro Amostral	
			Autos	Comerciais	Total	Autos	Comerciais
Posto 2	GO	87	323	313	636	$\pm 5,09\%$	$\pm 5,11\%$
Posto 4	MG	46	326	319	645	$\pm 5,01\%$	$\pm 4,91\%$
Posto 5	MG	145	353	381	734	$\pm 4,45\%$	$\pm 4,37\%$
Posto 7	MG	285	221	251	472	$\pm 6,05\%$	$\pm 5,63\%$
Posto 10	MG	469	447	301	748	$\pm 4,52\%$	$\pm 5,46\%$
Posto 12	MG	508	246	176	422	$\pm 6,20\%$	$\pm 7,28\%$
Posto 14	MG	551	396	337	733	$\pm 4,89\%$	$\pm 5,18\%$
Posto 15	MG	605	389	418	807	$\pm 4,86\%$	$\pm 4,53\%$
Posto 16	MG	663	388	422	810	$\pm 4,80\%$	$\pm 4,41\%$
Posto 18	MG	767	371	372	743	$\pm 4,90\%$	$\pm 4,76\%$
Rodovia BR040			3.460	3.290	6.750	$\pm 5,08\%$	$\pm 5,17\%$

Da Pesquisa de Origem e Destino o produto principal gerado consiste em uma matriz de viagens, a qual, associada a um modelo de simulação e aos resultados da pesquisa de preferência declarada, permite a estimativa das taxas de fuga dos pedágios simulados nas alternativas operacionais.

As taxas de fuga resultantes são aplicadas aos volumes médios de referência, anualizados, e, juntamente com outros fatores, permitem o refinamento das projeções de tráfego.

Como a pesquisa é feita em uma amostra de veículos, cuja amostra e resultados de entrevistas foram anteriormente apresentados, que passam pelos postos de pesquisa, em parte de um dia útil da semana, necessitam ser expandidos de forma a obter o universo das viagens e por conseqüência a matriz de viagens de interesse. A expansão das entrevistas é feita em 4 (quatro) etapas:

- as entrevistas realizadas em cada hora do período pesquisado são expandidas com base no volume de veículos, observado na hora respectiva, com base na contagem volumétrica realizada simultaneamente à pesquisa OD;
- como houve horas em que não foi realizada nenhuma entrevista, essa expansão é ainda ajustada de forma que a soma das viagens expandidas coincida com o volume total observado no período das 6:00 às 18:00h;
- em uma terceira etapa, as viagens expandidas preliminarmente, são novamente ajustadas com base nos fatores de utilização detectados nas contagens automáticas, de forma que sua soma reflita as viagens de um dia inteiro, mas ainda com base na contagem do dia da pesquisa;
- na quarta etapa as viagens são ajustadas por um fator igual a relação entre o volume médio anualizado do posto e a soma das viagens decorrente da 3ª etapa (como a pesquisa OD foi feita em um determinado período do ano (março/abril de 2007), foi feito esse ajuste de forma a levar os resultados

aos valores médios anuais, determinados com base na metodologia exposta anteriormente.

Para a análise das origens e destino das viagens foi estudado e proposto um zoneamento para poder-se realizar as análises sobre as origens e destino de viagem. O zoneamento proposto abrange todo o território brasileiro apresentando, entretanto, uma segmentação adequada ao escopo do estudo, mais detalhada nas regiões lindeiras da rodovia, e gradativamente mais agregada à medida que as regiões se afastam da diretriz estudada. Sendo assim, o zoneamento assim definido:

- **Região lindeira da rodovia do estudo:** municípios das microrregiões lindeiras (impacto em acesso locais das rodovias), também denominada de Área de Influência Direta;
- **MG:** microrregião do IBGE (impacto em entroncamentos) (cabe aqui ressaltar que o zoneamento de análise definido pela Fundação João Pinheiro, que difere um pouco dos limites das micro e mesorregiões, não será adotado, para se ter uma uniformidade/padronização de todas as informações disponíveis em todos os estados);
- **Estados vizinhos:** mesorregião do IBGE (impactos em acessos ao estado de MG);
- **Demais estados:** limite do estado (impacto em acessos ao estado de MG).

Tabela 3.6 Numero de municípios de acordo com o zoneamento

Zoneamento	UF	Nº de municípios
1. Municípios Lindeiros	DF	1
	GO	20
	MG	142
2. Municípios de MG		711
3. Municípios de Estados Vizinhos	BA	417
	ES	78
	GO	226
	RJ	92
4. Municípios de demais Estados	SP	645
		3229
Total geral		5561

Na Figura 3.6 é apresentado o macrozoneamento geral proposto, onde pode se visualizar claramente a segmentação estabelecida. Na Figura 3.7 é apresentado o zoneamento detalhado proposto para os municípios lindeiros ao longo da área de influencia direta da Rodovia BR 040.

Para a análise das viagens que utilizam a Rodovia BR 040 foi estabelecido uma classificação segundo suas origens e destinos. Dentro deste conceito definiram-se três tipos de viagens assim caracterizados:

- **Viagens internas** a Área de Influência do Projeto ou entre os municípios lindeiros a Rodovia BR 040, ou seja, são viagens cujas origens e destinos estão contidas nesses municípios;
- **Viagens de intercambio** com a Área de Influência de Projeto, ou seja, são viagens com origem ou destino nos municípios vizinhos a Rodovia BR 040;
- **Viagens de passagem** pela Área de Influência de Projeto, ou seja, são viagens cujas origens e destinos se localizam externas á Área de Influência de Projeto.

Após a expansão das viagens, é feita uma análise de dupla contagem, ou seja, são identificados os pares OD que foram observados em mais de um posto. No caso de haver essa ocorrência, a matriz de viagens de todos os postos somados é dividida por uma matriz com os mesmos pares OD e com cada célula preenchida



com o número de postos de pesquisa nos quais passa o caminho provável para conectar aquele par OD.

Essa matriz final, por tipo de veículo (automóveis e caminhões por número de eixos) é então alocada no modelo de simulação devendo reproduzir em cada posto de pesquisa, aproximadamente o VDM anualizado determinado pelas contagens automáticas.

Posteriormente, uma vez obtida essa configuração com o modelo calibrado em termos da rede de simulação e das matrizes de viagens atuais de automóveis e veículos comerciais, é estabelecida nova configuração para a rede de simulação considerando as melhorias físicas e funcionais a serem implantadas e as respectivas praças de pedágio, nas hipóteses consideradas ao longo do trecho rodoviário em estudo da rodovia.

É aplicado novamente o modelo de forma a submetê-lo as alternativas de pedagiamento, valor de tarifa e serviços alternativos, simulando as rotas alternativas de fuga para a determinação de projeções e obtendo as matrizes de viagens por praça de pedágio a serem utilizadas para as projeções de tráfego.

Os volumes de tráfego finais por tipo de veículo – automóveis e nas categorias de caminhões considerados, obtidos por meio desta metodologia, serão apresentados por ocasião dos resultados das redes de simulações, indicando os volumes de tráfego projetado por praça de pedágios nos horizontes de projeto, para as alternativas de pedagiamento e tarifas consideradas.

Figura 3.6. Macrozoneamento

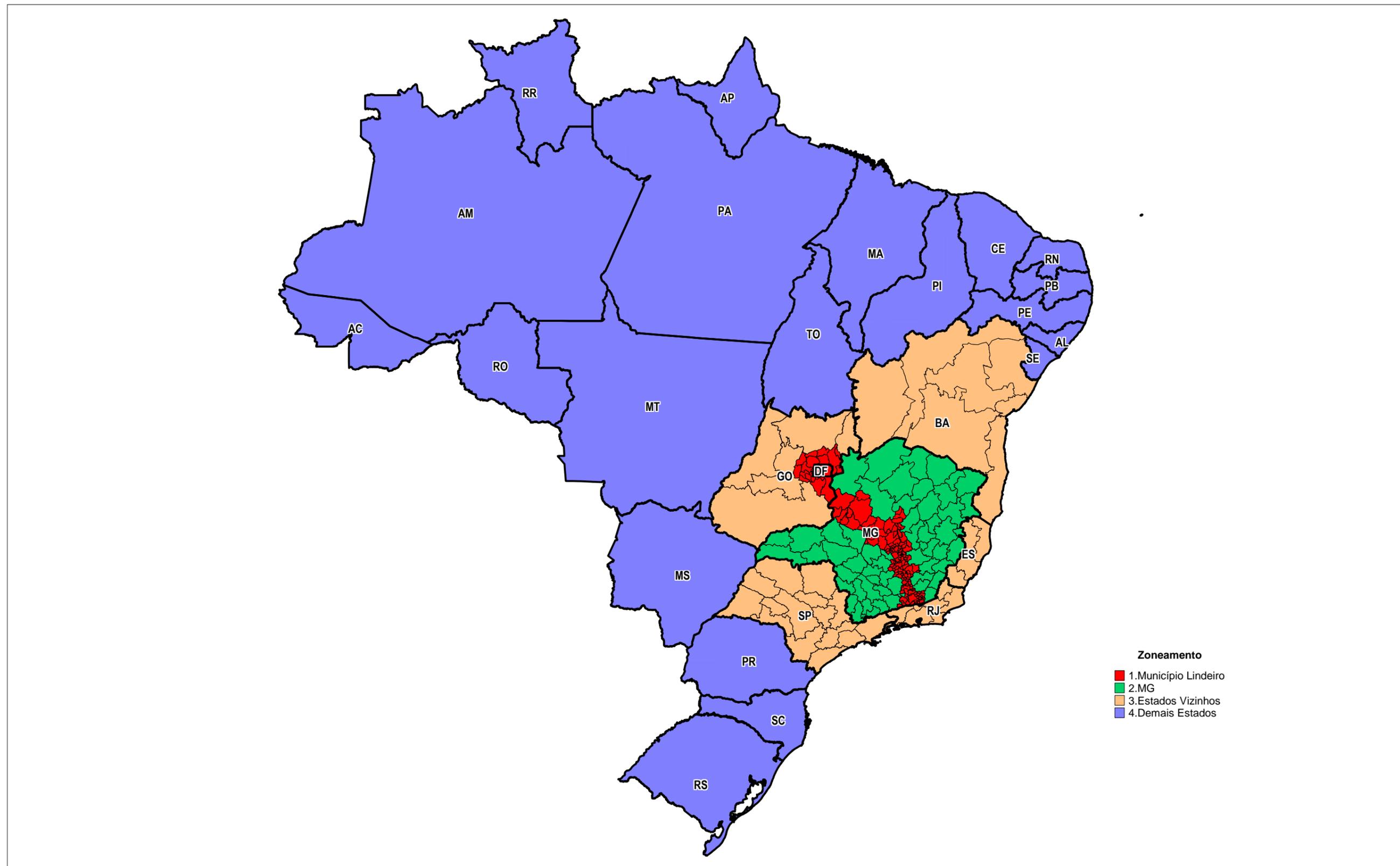
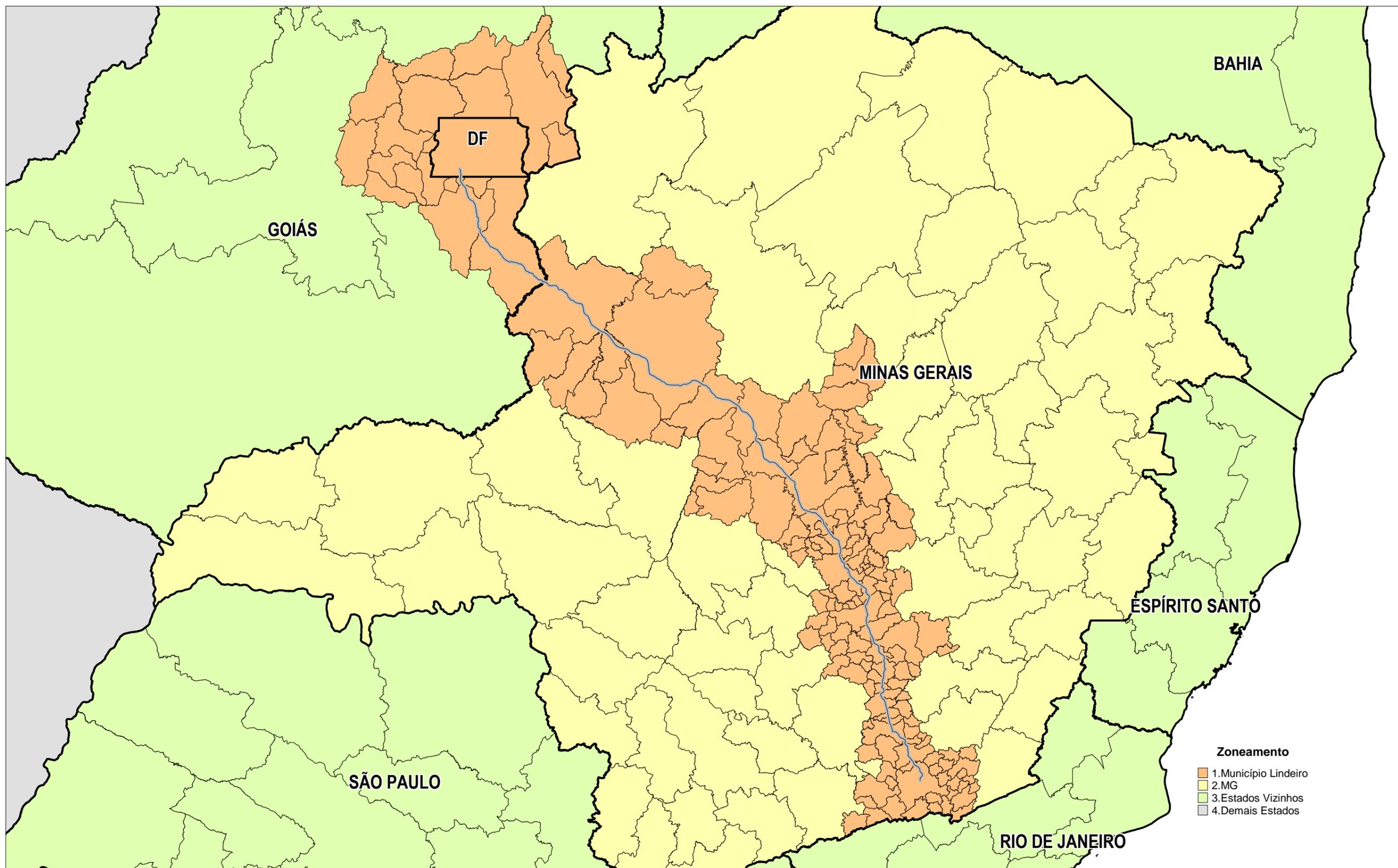


Figura 3.7. Zoneamento Detalhado - Área de Influência do Projeto



3.2.1. Automóveis - Matrizes de Viagens e Características das Viagens e dos Usuários

- **Origem e Destino das Viagens**

A matriz de origem e destino resultante para a Rodovia BR 040 é apresentada na Tabela 3.7 a seguir. Pode-se observar nesta tabela que o total de viagens diárias em automóveis, é de 57.755 viagens. As viagens em automóveis estão agrupadas em três tipos, internas, de intercâmbio ou de passagem na área de influência direta e os resultados são apresentados na tabela 3.8 a seguir

Tabela 3.8 Resumo das Origens e Destino das Viagens em Automóveis Rodovia BR 040 – 2007

TIPO DE VIAGEM	VIAGENS	%
Internas aos Municípios Lindeiros	51.591	84,68%
De intercambio com os Municípios Lindeiros	5.519	13,85%
De passagem pela Área de Influencia Direta	646	1,47%
TOTAL	56.756	100%

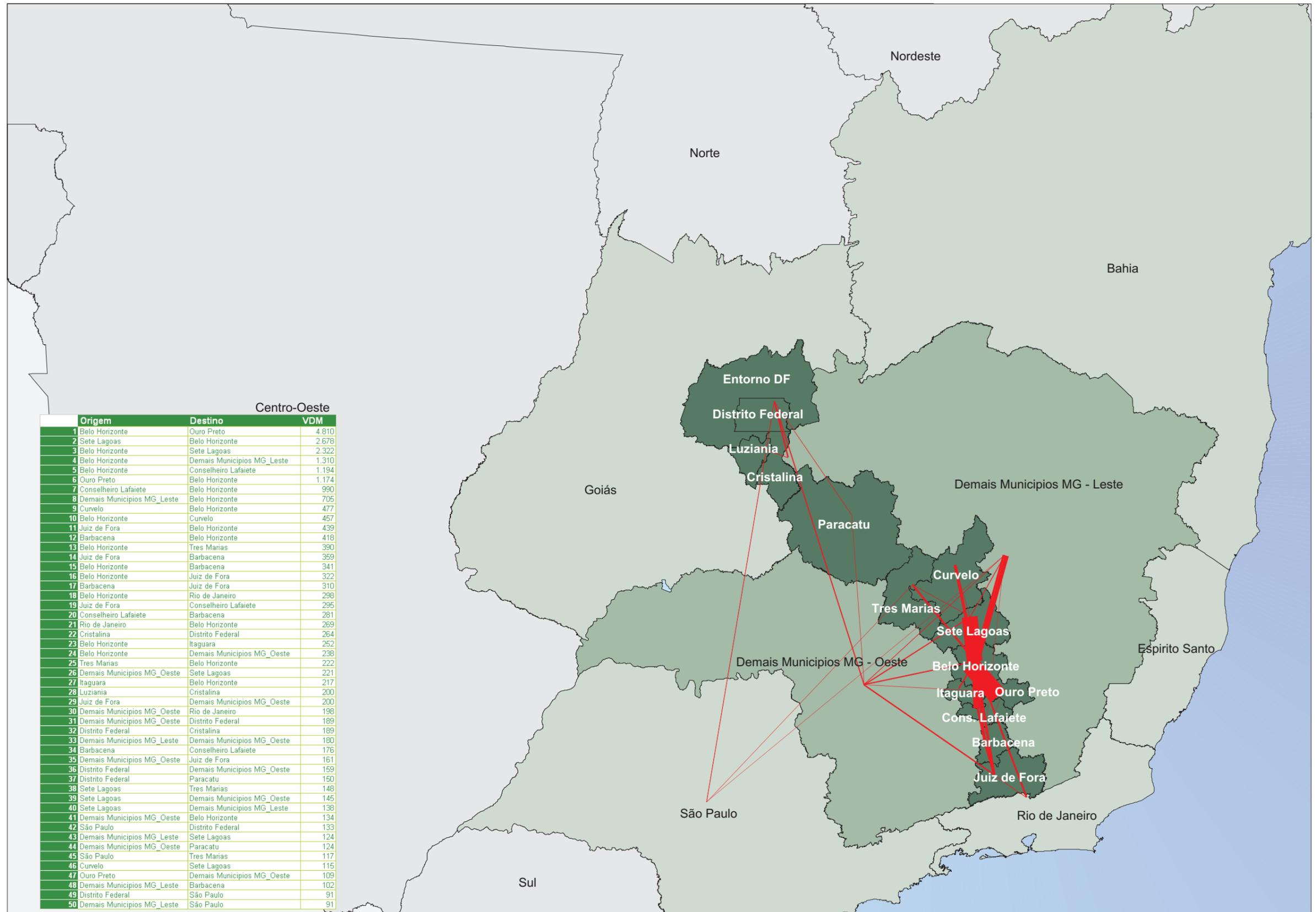
Pelos resultados obtidos verifica-se que no trecho em estudo da Rodovia BR 040 de Juiz de Fora ao Distrito Federal, praticamente 85% das viagens de automóveis são internas aos municípios lindeiros, ou seja, estão contidas na Área de Influência Direta da Rodovia. Isso evidencia a importância dos municípios ali localizados como pólos regionais ou nacionais, a exemplo de Belo Horizonte, Brasília, Juiz de Fora, Ouro Preto e outras localidades. Aproximadamente 14% das viagens apresentam origem ou destino na Área de Influência Direta. Verifica-se que as viagens de automóveis de passagem pela Área de Influência Direta tem pouca representatividade, inferior a 2% do total das viagens em automóveis.

Na Figura 3.8 a seguir é apresentado de forma esquematicamente as principais linhas de desejo dos usuários de automóveis que circulam na Rodovia BR 040.

Tabela 3.6 Matriz de Origem e Destino de Automóveis - Rodovia BR 040 2007- volume diário

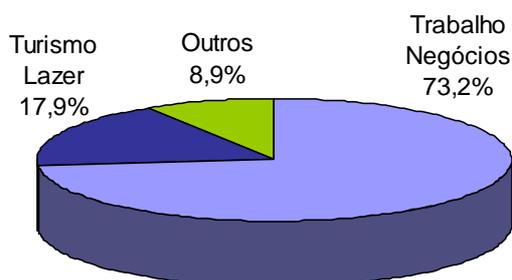
ORIGEM \ DESTINO	DESTINO																								TOTAL ORIGEM		
	Barbacena	Belo Horizonte	Conselheiro Lafaiete	Cristalina	Curvelo	Distrito Federal	Itaguara	Juiz de Fora	Luziania	Ouro Preto	Paracatu	Sete Lagoas	Tres Marias	Bahia	Demais Municípios MG - Leste	Demais Municípios MG - Oeste	Entorno DF	Espirito Santo	Goiás	Rio de Janeiro	São Paulo	Centro Oeste	Nordeste	Norte		Sul	
Barbacena	237	418	176	-	-	-	-	310	-	88	0	-	-	-	10	22	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	1.292
Belo Horizonte	341	20.648	1.194	-	457	58	252	322	-	4.810	75	2.322	390	42	1.310	238	-	-	10	298	84	-	-	-	-	-	32.852
Conselheiro Lafaiete	281	990	988	-	-	-	60	87	-	83	-	3	1	-	63	43	-	-	-	53	5	-	-	-	-	-	2.659
Cristalina	-	2	-	102	-	264	-	-	42	-	-	-	-	-	-	4	9	9	28	0	-	-	-	-	-	-	460
Curvelo	3	477	4	-	-	3	-	-	-	-	4	115	74	-	27	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	711
Distrito Federal	1	40	-	189	1	-	-	-	-	-	150	-	3	1	23	159	-	7	46	12	91	-	-	-	-	-	722
Itaguara	-	217	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	277
Juiz de Fora	359	439	295	-	-	7	4	1.535	-	-	-	13	-	-	40	200	-	-	-	58	-	-	-	-	9	-	2.959
Luziania	-	2	-	200	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	2	11	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	232
Ouro Preto	23	1.174	53	-	-	-	-	28	-	-	-	36	1	-	22	109	-	-	1	31	-	-	-	-	-	-	1.478
Paracatu	-	56	-	-	2	78	-	5	3	-	970	6	10	-	71	40	-	1	5	1	16	-	-	-	-	-	1.264
Sete Lagoas	1	2.678	-	1	51	1	-	4	-	17	5	5.147	148	-	138	145	1	-	3	2	7	-	-	5	-	-	8.354
Tres Marias	-	222	1	-	53	10	-	2	-	-	38	87	276	-	3	16	-	-	-	0	2	1	-	-	-	-	711
Bahia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	11
Demais Municípios MG - Leste	102	705	27	-	1	39	-	9	-	-	77	124	15	-	27	180	-	-	7	26	91	-	-	-	-	-	1.428
Demais Municípios MG - Oeste	-	134	75	-	9	189	-	161	7	35	124	221	9	-	56	23	-	-	-	198	-	-	-	1	-	-	1.241
Entorno DF	-	1	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	26
Espirito Santo	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	27
Goiás	-	18	-	73	-	37	-	1	9	-	11	1	1	0	0	3	-	2	-	1	13	-	-	-	-	-	171
Rio de Janeiro	27	269	11	-	-	52	-	9	-	24	-	11	-	-	6	39	-	-	28	-	-	-	-	1	-	-	475
São Paulo	-	-	-	-	-	133	-	-	-	-	22	-	117	49	47	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	372
Centro Oeste	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norte	-	2	-	-	-	10	-	0	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
Sul	-	-	-	5	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
TOTAL DESTINO	1.373	28.490	2.884	588	574	896	316	2.472	61	5.057	1.481	8.088	1.047	93	1.865	1.248	10	19	134	711	328	1	-	9	9	57.755	

Figura 3.8 Rodovia BR 040 Linhas de Desejo dos Automóveis



- **Motivo da Viagem**

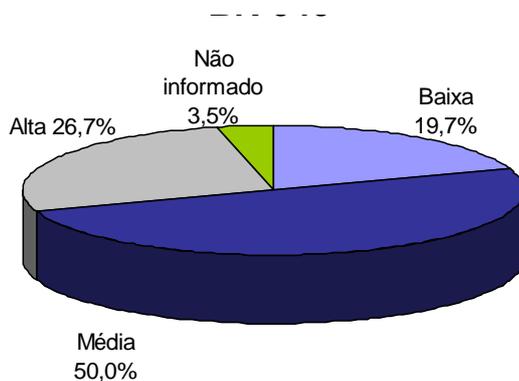
O motivo de viagem predominante de automóveis na Rodovia BR 040 é “trabalho e negócios” representando praticamente 2/3 das viagens.



- **Nível de Renda do Motorista**

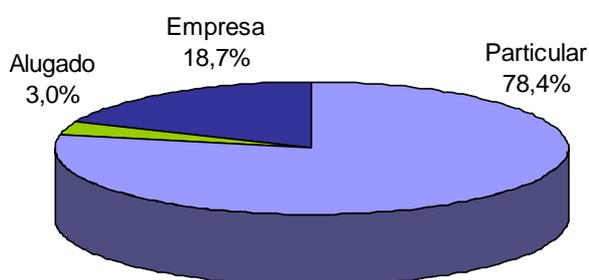
De acordo com os resultados da Pesquisa de Origem e Destino metade dos motoristas que circulam se enquadram com pertencentes a classe média e ¼ dos motoristas são integrantes da classe alta. Cerca de 20% dos motoristas são pessoas estratificadas com população de baixa renda. As faixas de renda consideradas foram:

- Baixa renda – renda média per capita até R\$ 700,00;
- Média renda – renda média per capita entre R\$ 700,00 e R\$ 3.000,00;
- Alta renda – renda média per capita superior a R\$ 3.000,00.



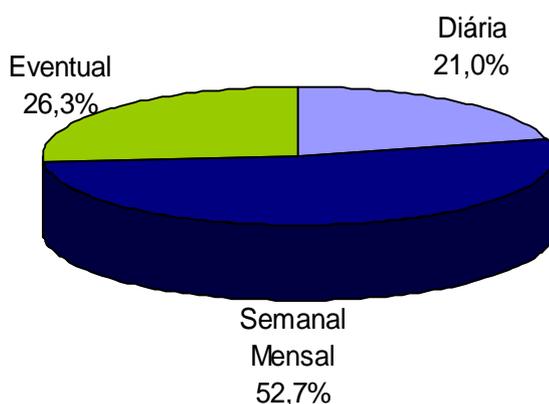
- **Propriedade do Veículo**

Sobre a propriedade dos veículos – automóveis – que circulam ao longo da Rodovia BR 040 é preponderante os motoristas que são os proprietários do automóvel, ou seja, os veículos são de propriedade particular, representando mais que 2/3 do total de automóveis.



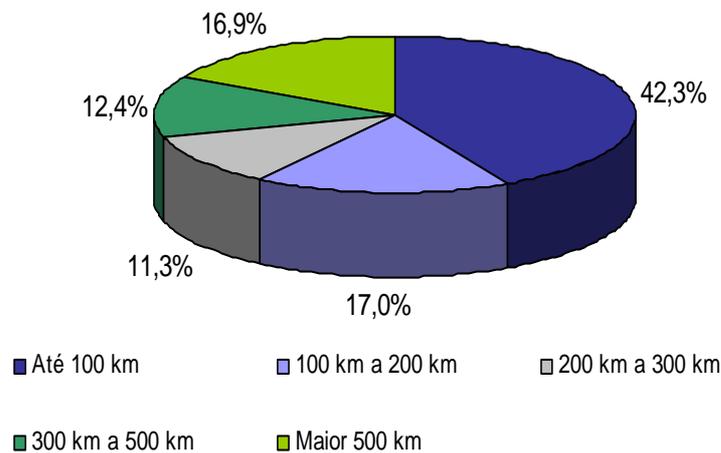
- **Freqüência de Viagens**

Na Rodovia BR 040 predominam em termos das viagens de automóveis as viagens com freqüência semanal/mensal, embora as viagens diárias também são significativas. A importância da Região Metropolitana de Belo Horizonte e das viagens regionais entre a capital e as cidades de porte médio significativa como Juiz de Fora, Barbacena e 7 Lagoas, conduzem a uma situação onde a geração de viagens são mais freqüentes, particularmente por motivo trabalho/negócios que conforme apresentando anteriormente são as significativas.



- **Distancia Percorrida Declarada**

Em relação a distância percorrida pelas viagens de automóveis no trecho em estudo da Rodovia BR 040 predominam as viagens com extensão até 100 km representando mais que 40% do total das viagens, no entanto as viagens com distancia superiores a 300 km também são significativas e atendem as viagens entre Belo Horizonte a Juiz de Fora e Belo Horizonte a Brasília ou tipicamente de passagem pela área de influencia direta da rodovia.



3.2.2. Caminhões - Matrizes de Viagens e Características das Viagens

- **Origem e Destino das Viagens**

A matriz de origem e destino resultante para a Rodovia BR 040 é apresentada na Tabela 3.9 a seguir. Pode-se observar nesta tabela que o total de viagens diárias em caminhões, é de 18.701 viagens. As viagens em caminhões estão agrupadas em três tipos, internas, de intercâmbio ou de passagem na área de influência direta e os resultados são apresentados na tabela 3.10 a seguir

Tabela 3.10 Resumo das Origens e Destino das Viagens em Caminhões Rodovia BR 040 – 2007

TIPO DE VIAGEM	VIAGENS	%
Internas aos Municípios Lindeiros	11.526	55,83 %
De intercambio com os Municípios Lindeiros	5.146	31, 65%
De passagem pela Área de Influencia Direta	2.029	12,52%
TOTAL	18.701	100%

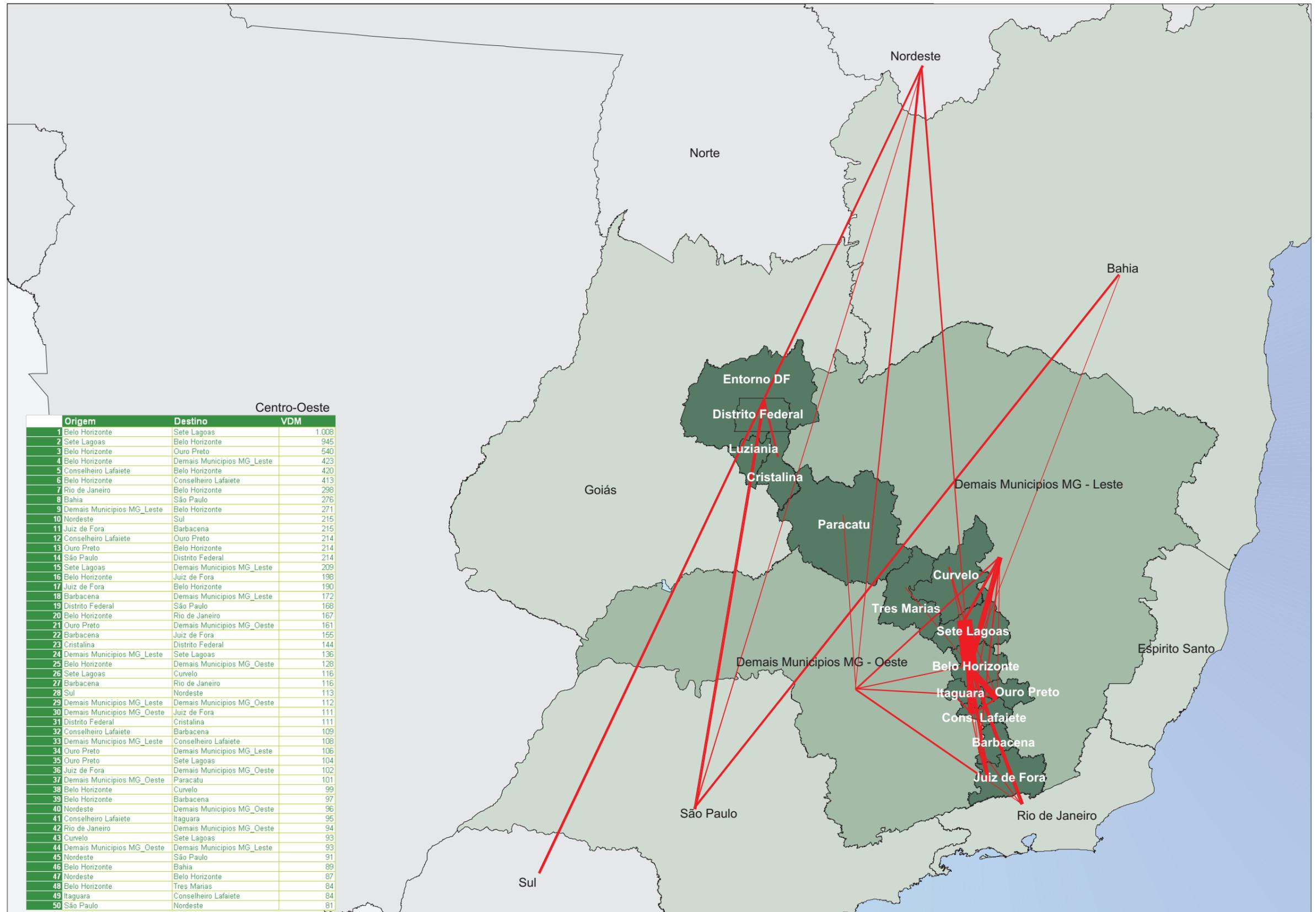
Pelos resultados obtidos verifica-se que no trecho em estudo da Rodovia BR 040 de Juiz de Fora ao Distrito Federal, um pouco mais da metade das viagens de caminhões são internas aos municípios lindeiros, ou seja, estão contidas na Área de Influência Direta da Rodovia. Isso evidencia a importância dos municípios ali localizados como pólos regionais ou nacionais. Aproximadamente 1/3 das viagens apresentam origem ou destino na Área de Influência Direta.

Na Figura 3.9 a seguir é apresentado de forma esquematicamente as principais linhas de desejo dos usuários de automóveis que circulam na Rodovia BR 040.

Tabela 3.10 Matriz de Origem e Destino de Caminhões - Rodovia BR 040 2007- volume diário

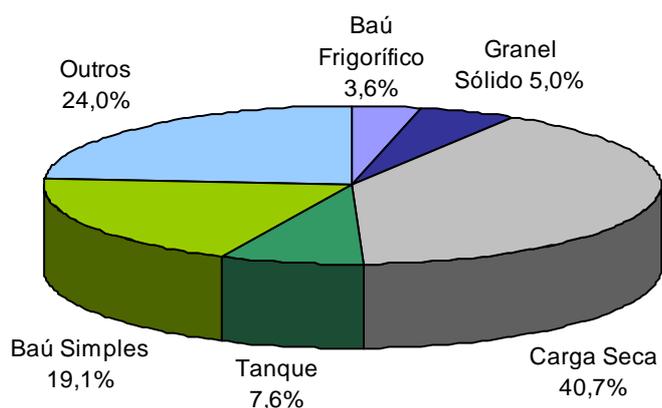
ORIGEM \ DESTINO	DESTINO																								TOTAL ORIGEM	
	Barbacena	Belo Horizonte	Conselheiro Lafaiete	Cristalina	Curvelo	Distrito Federal	Itaguara	Juiz de Fora	Luziania	Ouro Preto	Paracatu	Sete Lagoas	Tres Marias	Bahia	Demais Municípios MG - Leste	Demais Municípios MG - Oeste	Entorno DF	Espirito Santo	Goiás	Rio de Janeiro	São Paulo	Centro Oeste	Nordeste	Norte		Sul
Barbacena	177	51	43	-	-	3	8	155	-	9	2	5	-	-	172	10	-	12	-	116	-	-	4	-	-	766
Belo Horizonte	97	2.346	413	7	99	64	63	198	1	540	51	1.008	84	89	423	128	5	-	42	167	4	-	4	20	11	5.864
Conselheiro Lafaiete	109	420	265	-	-	-	95	10	-	214	-	39	2	-	52	60	-	10	1	10	21	-	-	-	-	1.308
Cristalina	-	7	-	69	-	144	-	-	50	-	-	1	-	-	2	-	7	3	10	1	-	-	5	-	-	299
Curvelo	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	14	-	3	4	-	-	-	4	-	-	-	-	-	152
Distrito Federal	-	38	-	111	-	-	-	1	-	-	8	-	-	11	10	68	-	5	18	16	168	-	11	-	37	502
Itaguara	-	3	84	-	-	-	-	1	-	-	-	10	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112
Juiz de Fora	215	190	60	-	-	10	3	224	-	5	0	18	0	23	47	102	-	-	4	30	6	-	-	-	-	937
Luziania	-	1	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7	-	1	-	0	20	-	-	-	-	56
Ouro Preto	28	214	26	-	-	-	-	13	-	-	-	104	-	-	106	161	-	-	-	7	7	-	-	-	-	666
Paracatu	-	37	1	-	-	29	1	1	6	-	464	23	56	2	71	58	1	-	17	-	19	-	11	-	-	798
Sete Lagoas	-	945	20	2	116	14	3	4	1	38	38	590	5	18	209	22	6	-	12	57	62	-	-	3	19	2.183
Tres Marias	-	34	-	-	14	-	-	2	-	-	30	32	114	-	9	19	-	-	1	4	13	-	-	-	8	281
Bahia	-	33	5	-	-	3	-	-	-	-	-	66	3	-	4	11	-	-	22	13	276	-	-	-	9	445
Demais Municípios MG - Leste	13	271	108	-	4	17	81	17	1	7	37	136	11	23	68	112	17	23	17	48	23	8	-	17	-	1.055
Demais Municípios MG - Oeste	38	62	52	-	3	54	-	111	-	-	101	76	-	43	93	-	1	-	9	40	3	-	8	13	-	707
Entorno DF	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
Espirito Santo	-	-	-	4	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	3	-	38
Goiás	1	26	-	20	-	13	-	7	16	-	-	35	-	1	24	6	5	33	-	17	14	-	5	15	-	238
Rio de Janeiro	62	298	48	1	-	25	-	5	2	24	-	69	1	7	28	94	-	-	26	-	-	-	4	15	-	709
São Paulo	-	43	10	-	-	214	-	-	12	9	12	42	3	46	-	5	5	6	9	-	-	8	81	3	-	505
Centro Oeste	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	7	9	-	-	4	3	-	-	-	-	-	24
Nordeste	5	87	-	1	-	-	-	11	-	1	-	1	-	-	16	96	-	-	7	28	91	3	-	-	215	562
Norte	1	31	0	-	1	-	-	2	-	-	-	2	-	-	19	1	-	4	-	29	13	-	-	-	75	177
Sul	4	23	-	10	10	52	-	-	6	-	-	-	-	77	4	-	-	-	5	-	-	-	113	5	-	308
TOTAL DESTINO	749	5.219	1.134	249	248	656	253	764	93	847	743	2.351	292	340	1.389	972	48	96	218	590	741	17	245	93	376	18.723

Figura 3.9 Rodovia BR 040 Linhas de Desejo dos Caminhões



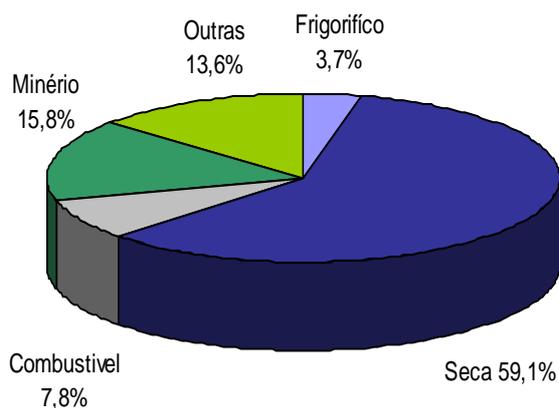
- **Tipo de Carroceria**

O tipo de carroceria predominante dos caminhões ao longo da Rodovia BR 040 é aquela voltada para o transporte de carga seca e tipo baú simples, ou seja, direcionada para o transporte de carga fracionada.



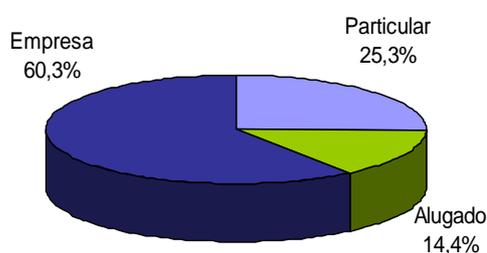
- **Tipo de Carga**

O tipo de carga predominante nos caminhões ao longo da Rodovia BR 040 é a carga seca, porem com participação com significância também minério.



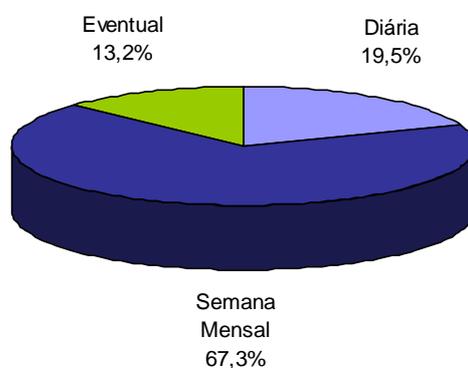
- **Propriedade do Veículo**

Em termos da situação da propriedade do veículo – caminhões – os veículos de empresas são preponderantes. A predominância de veículos de empresas está associada às características das viagens de média e longa distancia, que usualmente requerem melhor e maior nível de organização para o transporte das mercadorias.



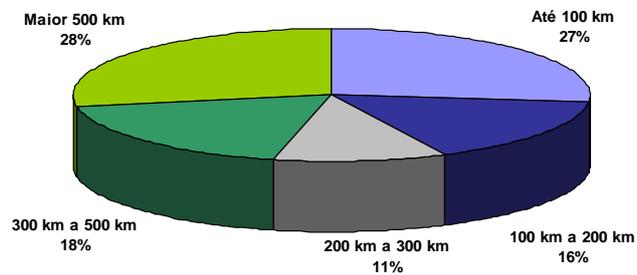
- **Freqüência de Viagens**

No trecho em estudo da Rodovia BR 040 predominam as viagens de freqüência média, embora as viagens de alta freqüência também são significativas. A freqüência media pode estar associada, a viagens mais longas, mas habituais.



- **Distancia Percorrida Declarada**

Em relação à distância percorrida pelas viagens de caminhões no trecho em estudo da Rodovia BR 040 predominam as viagens com extensão superiores a 200 km representando quase 60% do total das viagens, no entanto as viagens com distância até 100 km também são significativas.



3.3. Pesquisa de Opinião

A pesquisa de opinião foi desenvolvida nos mesmos postos e concomitantemente com a pesquisa de origem e destino, portanto, em 10 postos na rodovia BR040, distribuídos ao longo do trecho entre Juiz de Fora (MG) e Brasília (DF).

Os entrevistados foram abordados quanto a melhorias prioritárias e disposição a pagar pelas mesmas sob a forma de pedágio e as questões foram formuladas de forma que fosse indicada qual a seqüência de preferência do usuário quanto a:

- melhorias de pavimento
- melhorias de sinalização
- serviços de auxílio ao usuário
- aumento de capacidade com implantação de 3as faixas
- outras melhorias

Uma vez respondida esta questão e em função da distância declarada a percorrer na rodovia, o entrevistado era também questionado acerca de sua concordância em pagar pedágio por essas melhorias e qual o valor que estaria disposto a pagar.

Os registros das entrevistas foram tabulados, produzindo a seguinte síntese de informações:

Tabela 3.11 - Melhorias Prioritárias

Melhorias	Importância %				
	1	2	3	4	5
Automóveis					
Pavimento	50,9	26,8	15,3	6,5	,3
Sinalização	27,4	36,6	25,1	9,8	0,5
3ª Faixa	13,3	17,7	36,6	30,9	1,6
SAU	5,7	17,6	22,1	52,0	2,3
Outras	2,7	1,2	,9	,8	95,3
TOTAL	100	100	100	100	100
Caminhões					
Pavimento	51,0	23,2	16,9	7,8	0,5
Sinalização	23,8	37,0	27,8	8,7	0,6
3ª Faixa	14,4	17,3	30,9	31,5	4,6
SAU	6,9	19,5	21,8	49,9	3,0
Outras	3,9	3,0	2,6	2,1	91,3
TOTAL	100	100	100	100	100

Pode-se observar pelos resultados indicados na tabela 3.11 que os motoristas dos automóveis e dos caminhões escolheram como prioridade 1 a melhoria do pavimento e como prioridade 2 a melhoria de sinalização, que são usualmente as melhorias mais observadas pelos usuários. A condição de 3 faixa adicional não é uma condição problemática ao longo do trecho em estudo da rodovia BR 040, quer seja por suas condições físicas e operacionais que apresentam praticamente 2 faixas de tráfego por sentido, desde Juiz de Fora até as proximidades de 7 Lagoas, quer seja pelas condições topográficas da região, que não se caracteriza como trecho com ondulado ou acidentado.

De forma similar as melhorias prioritárias os usuários foram abordados sobre sua disposição a pagar pedágio em função das melhorias a serem implantadas. Conforme constante no relatório Produto 2 A Estudos de Tráfego Preliminares revisão 1, as perguntas a serem realizadas foram estimuladas a partir de utilização de material que apresentava o elenco de alternativas de disposição a pagar.

O ELENCO de alternativas de **disposição a pagar**, baseou-se no cálculo de valores de pedágio equivalentes às extensões das viagens dos entrevistados e aos valores unitários de tarifas quilométricas, definidas com os seguintes critérios:

- adotou-se a tarifa/km máxima igual a 90% da tarifa de pista simples cobrada no Estado de SP (julho/2006):
 - **Pista simples – 0,073830 R\$/km**
 - Pista dupla – 0,103362 R\$/km
 - Sistema – 0,118128 R\$/km
- adotou-se como valores alternativos de tarifa para serem apresentados aos entrevistados, a saber:
 - tarifa máxima
 - 90% da tarifa máxima
 - 70% da tarifa máxima
 - 35% da tarifa máxima

- multiplicadores da tarifa quilométrica diferenciados para os 3 tipos de veículo adotados. Os valores finais de multiplicadores adotados para este estudo foi de:
 - automóveis = 1
 - caminhões 2 ou 3 eixos = 2,5
 - caminhões 4 ou + eixos = 5
- tarifas totais calculadas considerando a extensão média do trecho $(\text{min}+\text{max})/2$ (ou seja, para viagens com extensão entre 100 e 200 km, foram apresentadas as tarifas calculadas pela multiplicação da tarifa quilométrica e a extensão média de 150km);
- totais arredondados para valores inteiros múltiplos de 1 real;
- eliminação de valores muito similares.

Assim, foram então CALCULADOS os atributos com base em todos esses critérios, chegando-se ao conjunto de opções que comporiam as alternativas de tarifas a serem apresentadas aos interessados.

No que diz respeito à disposição dos usuários a pagar pedágio pelas melhorias nas rodovias, os resultados foram tabulados, calculando-se não só o percentual da demanda disposto a pagar cada faixa de valor de tarifa, mas também a tarifa média equivalente que reproduz essa percepção dos entrevistados:

Os resultados obtidos para a BR 040 sobre disposição a pagar, para motoristas de automóveis e caminhões são mostrados nas tabelas a seguir.

Tabela 3.12: Proporção de usuários da BR 040 dispostos a pagar tarifa – Automóveis.

Condição	Quantidade	%
<i>Pagaria</i>	60.807	74,20%
<i>Não Pagaria</i>	21.139	25,80%

Tabela 3.13: Resultados da Pesquisa de Opinião sobre disposição a pagar para a BR 040 - Automóveis.

Tarifa por km (R\$/km)	Quantidade de entrevistas	%	% Acumulada
<i>mais de 0,10</i>	206	0,34%	0,34%
<i>0,10</i>	188	0,31%	0,65%
<i>0,09</i>	6	0,01%	0,66%
<i>0,08</i>	55	0,09%	0,75%
<i>0,07</i>	99	0,16%	0,91%
<i>0,06</i>	10.882	17,90%	18,81%
<i>0,05</i>	7.546	12,41%	31,22%
<i>0,04</i>	10.519	17,30%	48,52%
<i>0,02</i>	31.306	51,48%	100,00%
Total	60.807	100,00%	-

Tabela 3.14: Tarifa média ponderada por quilômetro para a BR 040 - Automóveis.

Agrupamento	Tarifa (R\$/Km)
<i>Todos os valores</i>	<i>0,0262</i>
<i>Eliminados os valores 0,0</i>	<i>0,0353</i>
Mediana	0,0220

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

- 25,80% dos usuários não estão dispostos a pagar tarifa de pedágio;
- 31,22% dos usuários estão dispostos a pagar valores de tarifa maiores ou iguais a R\$ 0,05/km;
- 48,52% 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\$0,0353/km.

Tabela 3.15: Proporção de usuários da BR 040 dispostos a pagar tarifa – Caminhões.

Condição	Quantidade	%
<i>Pagaria</i>	<i>25.249</i>	<i>76,24%</i>
<i>Não Pagaria</i>	<i>7.869</i>	<i>23,76%</i>

Tabela 3.16: Resultados da Pesquisa de Opinião sobre disposição a pagar para a BR 040 – Caminhões.

Tarifa por km (R\$/km)	Quantidade de entrevistas	%	% Acumulada
<i>mais de 0,10</i>	9.858	39,04%	39,04%
<i>0,10</i>	2.607	10,32%	49,37%
<i>0,09</i>	2.160	8,55%	57,92%
<i>0,08</i>	1.701	6,74%	64,65%
<i>0,07</i>	-	0,00%	64,65%
<i>0,06</i>	1.408	5,58%	70,23%
<i>0,05</i>	4.324	17,12%	87,35%
<i>0,04</i>	3.184	12,61%	99,96%
<i>0,02</i>	9	0,04%	100,00%
Total	25.249	100,00%	-

Tabela 3.17: Tarifa média ponderada por quilômetro para a BR 040 – Caminhões .

Agrupamento	Tarifa (R\$/Km)
<i>Todos os valores</i>	<i>0,0856</i>
<i>Eliminados os valores 0,0</i>	<i>0,1123</i>
Mediana	0,0600

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

- 23,76% dos usuários não estão dispostos a pagar tarifa de pedágio;
- 70,23% dos usuários estão dispostos a pagar valores de tarifa maiores ou iguais a R\$ 0,06/km;
- 87,35% dos usuários estão dispostos a pagar valores de tarifa maiores ou iguais a R\$ 0,05/km;
- 99,96% 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 caminhões, excluindo-se a parcela de usuários que não estão dispostos a pagar tarifa de pedágio, resultou em R\$ 0,1123/km.

3.4. Pesquisa de Preferência Declarada

3.4.1. Conceituação de Modelos de Escolha

Os modelos de escolha aplicados à demanda de viagens têm como principal finalidade estudar a interação entre a demanda de viagens com a oferta de transporte para seu atendimento, de forma a se obter valores econômicos que caracterizem a propensão da demanda a pagar por benefícios, bem como sua propensão a aceitar impactos negativos observados na prestação dos serviços de transporte.

No caso em questão, relativo aos estudos e pesquisas de viabilidade para concessão comum ou patrocinada da Rodovia BR 040, um fator importante que influenciará futuramente o comportamento da demanda será a existência de pedágios. O presente estudo aprofundou-se na avaliação dos efeitos da existência e dos preços dos pedágios nas escolhas dos caminhos pelos usuários.

A pesquisa de preferência declarada (PD) teve por objetivo obter dados para a montagem e calibração dos modelos de escolha, ampliando a compreensão sobre as escolhas dos usuários do sistema de transporte.

Para se proceder a análise entre alternativas de caminhos de intercâmbios Origem / Destino, faz-se necessária a escolha de critérios para comparação. O conjunto de atributos ou características de um caminho define a sua utilidade para o usuário, a partir da combinação entre níveis de custo, qualidade e eficiência. Sendo possível valorar em termos monetários estas características definidoras da utilidade do caminho, então os valores expressos para cada alternativa atuam como pesos que definem a probabilidade das pessoas a selecionar cada caminho.

Pode-se considerar que uma alternativa de caminho tem utilidade para o usuário se a mesma contribui positivamente para o bem estar, ou seja, satisfaz preferências individuais. Conseqüentemente, conclui-se que o bem estar de um determinado indivíduo está em um nível mais elevado quando se encontra em uma situação hipotética “A” do que em uma situação “B”, se “A” for preferível “B”



em sua avaliação.

As preferências são julgamentos individuais acerca dos caminhos que integram a malha rodoviária. Quando o caminho proporciona um determinado nível de satisfação pode-se quantificá-lo identificando a propensão do indivíduo a pagar pelo direito de utilizá-lo. Esta propensão é representada pela probabilidade do indivíduo escolher este caminho.

Por intermédio da quantificação de probabilidades, pode-se proceder ainda a determinação de valores econômicos, atribuindo-se valores monetários às características transacionadas e não transacionadas dos caminhos.

No caso de um deslocamento existem atributos para os quais existem valores monetários tais como custo operacional dos veículos e o pagamento de pedágio. Para outros atributos, tais como tempo, conforto, segurança, não há um valor de mercado objetivo, ficando por conta do consumidor a definição do nível de preço de forma a pagar ou a aceitar pelo nível de bem estar associado ao serviço.

Assim sendo, a principal dificuldade na determinação a utilidade uma determinada viagem reside na valoração dos atributos não transacionados no mercado de forma a encontrar correspondência direta destes com os valores dos atributos de custo identificáveis no mercado.

A metodologia de escolha adotada possibilita a identificação tanto das probabilidades dos caminhos, quanto da valoração dos atributos não transacionados.

Na formulação do modelo de escolha deve ser especificada a função de utilidade indireta, que relaciona os níveis de atributos de cada alternativa, incluindo custos e características individuais, com nível de utilidade.

O modelo logit condicional foi calibrado pelos procedimentos convencionais de maximização da verossimilhança utilizando o software estatístico STATA Este

As equações de utilidade não incluem obrigatoriamente todos os atributos. Todos foram analisados na fase de calibração, mas apenas os que resultaram significativos ($p > |z| < 0,05$) foram incluídos nas equações. Como parâmetro de calibração aceitou valores de pseudo R Quadrado entre 0,15 e 0,40 tendo em vista à variabilidade de respostas advindas das dificuldades naturais de aplicação do experimento de preferência declarada

3.4.2. Aplicação da Pesquisa de Preferência Declarada

As pesquisas de preferência declaradas foram aplicadas em alguns dos postos de pesquisa onde foram realizados os levantamentos de OD e Opinião.

A pesquisa foi formatada com vistas a apresentar a cada entrevistado jogos com alternativas de serviços de forma que fosse expressa a alternativa preferencial. Cada jogo era composto pela alternativa representativa da situação atual para sua comparação com uma alternativa com melhor serviço e cobrança de pedágio.

Os atributos considerados para a caracterização de cada alternativa foram:

- condição do pavimento;
- tempo de viagem;
- valor de pedágio (este, no caso da situação atual, era sempre nulo).

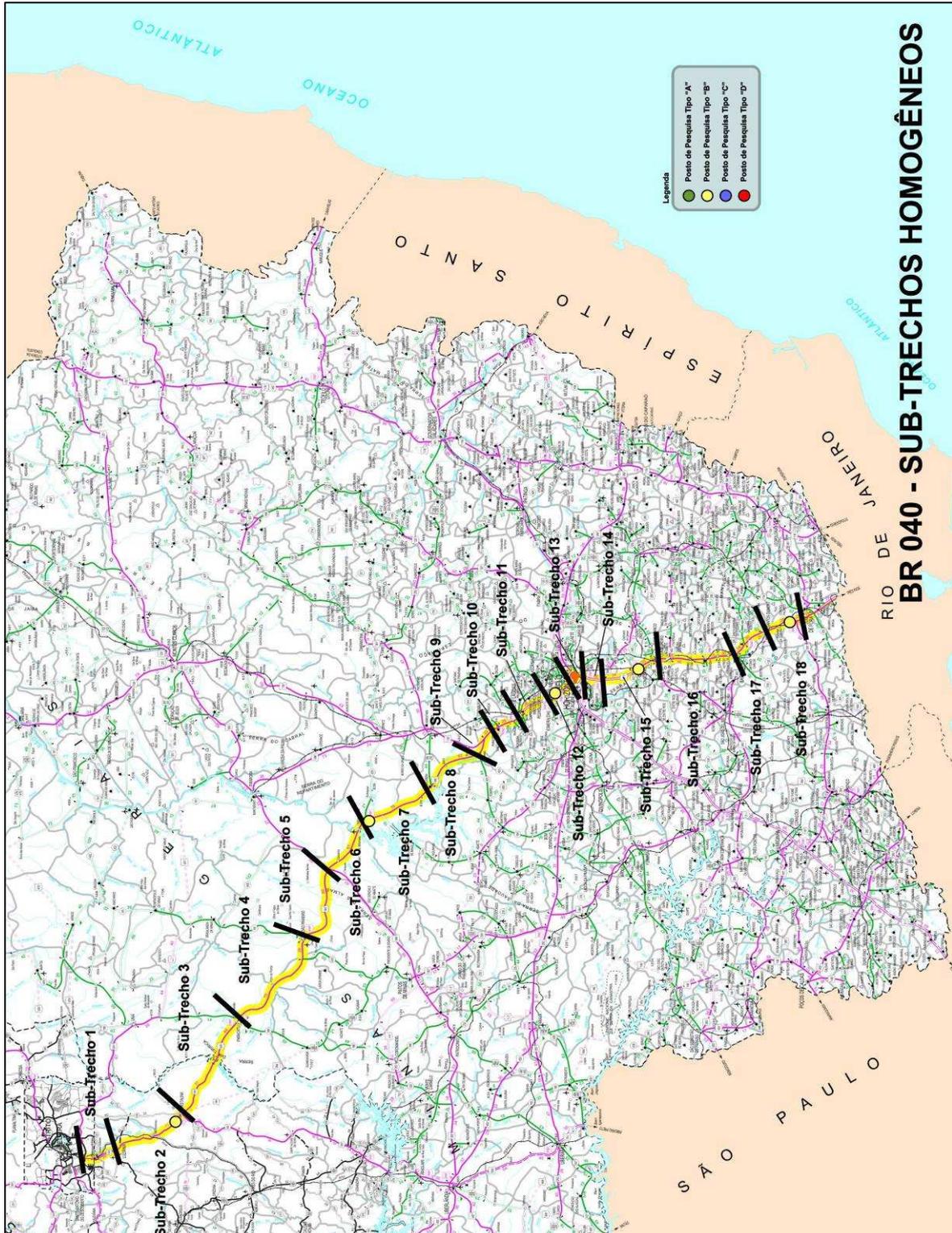
As características dos novos serviços foram combinadas, por meio de um fatorial completo, a partir dos níveis admitidos para cada atributo:

- condição do pavimento: regular ou bom
- tempo de viagem: determinado a partir da velocidade máxima permitida após a implantação de melhorias, ou um valor intermediário em relação a esse máximo e a velocidade atual
- valor de pedágio: máximo, admitido como 90% da tarifa máxima cobrada em rodovias de SP, ou médio ou mínimo, equivalentes a 70% e 35% dos valores máximos apresentados (valores determinados em função da extensão declarada pelo entrevistado)



Os dados das pesquisas foram tabulados, considerando segmentação dos automóveis em função do nível de renda do condutor e dos caminhões em função do número de eixos (2 e 3 eixos, ou 4 e mais eixos). Os resultados conduziram a determinação dos coeficientes de importância dada aos fatores custo de pedágio e tempo de viagem, além de demais fatores que consideram o comportamento dos distintos tipo de demanda.

Figura 3.10 Localização dos Postos de Pesquisa de Preferência Declarada



possui sua função de log verossimilhança apresentada a seguir, onde y_{jq} é a variável que apresenta valor igual a 1 se o indivíduo q escolheu a opção j e zero caso contrário e V_{jq} é a parte sistemática e mensurável da utilidade

$$\log L = \sum_{j=1}^J \sum_{q=1}^Q y_{jq} \log \left[\frac{\exp(V_{jq})}{\sum_{q=1}^Q \exp(V_{jq})} \right]$$

O modelo foi especificado como sendo linear nos parâmetros. Se X é o vetor das variáveis independentes das quais a Utilidade é dependente, e se β é o vetor dos parâmetros, tem-se que ($V_{jq} =: \beta X =$ utilidade)

$$\Pr ob \left(\text{escolher } g \right) = \frac{\exp(\beta' X_{qg})}{\sum_q \exp(\beta' X_{qj})}$$

Ao longo do processo de calibração foram realizadas várias análises para verificar qual agregação dos indivíduos resultavam modelos mais aderentes. No decorrer dessas análises observou-se que o comportamento da demanda tem uma relação significativa da renda no caso dos automóveis e com o número de eixos no caso dos caminhões. Ou seja, dependendo do motivo da viagem, o motorista de automóvel altera seus parâmetros de escolha do caminho.

No caso dos caminhões, o número de eixos do veículo, indiretamente o tamanho do veículo, é o fator que mais influencia nos parâmetros de escolha do caminho. .

Os atributos da função utilidade dos modelos logit condicional, são divididos em dois grupos, no primeiro grupo estão os atributos da infra-estrutura utilizada e no segundo grupo os atributos do usuário que escolhe o caminho.

Nesse estudo foram selecionados os seguintes atributos:

- **grupo 1:** custo dos pedágios, tempo e extensão da viagem.
- **grupo 2:** local de origem da viagem (casa ou não), frequência da viagem, renda do motorista (no caso de caminhões usou-se o tipo de carroceria)

3.4.3. Resultado para Automóveis

A análise dos dados das pesquisas conduziu a segmentação da demanda de automóveis particulares em dois grupos de usuários:

- baixa renda, representado pelo primeiro segmento abordado na pesquisa, com renda mensal declarada do condutor de até R\$700,00
- alta renda, com renda declarada superior a R\$700,00 por mês

Além dos atributos de tempo, distância e condição do pavimento, condicionantes das questões nas entrevistas, foram consideradas as diferenças de comportamentos percebidas nos segmentos de demanda caracterizados por:

- propriedade do veículo (se de empresa ou particular)
- motivo de viagem (se de lazer ou outro motivo)
- ocupação dos veículos

Os coeficientes finais determinados estão apresentados na Tabela 3.18 a seguir.

Tabela 3.18 Coeficientes para as viagens em automóveis - Rodovia BR 040

Nome do coeficiente	Valor para segmento de baixa renda	Valor para segmento de alta renda	Descrição	Variável que multiplica
ascsemped	-1,077573	0,504781	Constante somente para a determinação da utilidade da alternativa sem pedágio	
F_custo	-0,2725091	-0,1005382	Coeficiente do custo da viagem em termos de desembolso nos pedágios	Tarifa de pedágio em R\$
F_tempo	-0,0578938	-0,0498369	Coeficiente associado ao tempo de viagem	Tempo de viagem em minutos
pavregcped	-0,599096	-0,7690606	Coeficiente relativo à condição do pavimento de cada situação	Se o pavimento for regular: então variável =1; senão =0;
empcped	0,4323193	0,3753697	Coeficiente relativo à propriedade do veículo	Se o veículo pertence a empresa: então variável = 1; senão =0
lazcped	-0,5432484	1,383329	Coeficiente relativo ao motivo da viagem	Se o motivo for lazer: então variável =1;senão = 0
ocupcped	-0,6519278	0,2545371	Coeficiente relativo à taxa de ocupação do veículo	Número de ocupantes do veículo entrevistado

As utilidades das alternativas (com pedágio ou rota de fuga) ficam então assim equacionadas:

$$\text{Utilidade}_{\text{pedágio}} = F_{\text{custo}} * \text{tarifa de pedágio} + \\ F_{\text{tempo}} * \text{tempo de viagem} + \\ \text{pavregcped} * (1 \text{ ou } 0) + \\ \text{empcped} * (1 \text{ ou } 0) + \\ \text{lazcped} * (1 \text{ ou } 0) + \\ \text{ocupcped} * n^{\circ} \text{ de ocupantes no veículo}$$

$$\text{Utilidade}_{\text{fuga}} = \text{ascsemped} + \\ F_{\text{tempo}} * \text{tempo de viagem}$$

As probabilidades finais de um usuário optar pelo pagamento de pedágio ou por se deslocar pela rota de fuga são então calculadas por meio das equações:

$$P_{\text{pedágio}} = e^{(\text{Utilidade}_{\text{pedágio}})} / e^{(\text{Utilidade}_{\text{pedágio}})} + e^{(\text{Utilidade}_{\text{Fuga}})}$$

$$P_{\text{fuga}} = e^{(\text{Utilidade}_{\text{fuga}})} / e^{(\text{Utilidade}_{\text{pedágio}})} + e^{(\text{Utilidade}_{\text{Fuga}})}$$

3.4.4. Resultado para Caminhões

Os dados de caminhões foram segmentados de acordo com o número de eixos dos veículos. No caso dos veículos pesados (de 4 ou mais eixos), além do valor do pedágio, tempo de viagem e condição do pavimento, as variáveis adicionais que se destacaram na análise do comportamento dos caminhoneiros foram:

- propriedade do veículo (se de empresa ou particular);
- tipo de carroceria.

Os coeficientes finais determinados estão apresentados na Tabela 3.19 a seguir.

Tabela 3.19 Coeficientes para as viagens em caminhões - Rodovia BR 040

Nome do coeficiente	Valor para segmento de cam. de 2 ou 3 eixos	Valor para segmento de cam. de 4 ou mais eixos	Descrição	Variável que multiplica
ascsemped	-0,2829073	-0,2981431	Constante somente para a determinação da utilidade da alternativa sem pedágio	
custo	-0,0546417	-0,0182897	Coeficiente do custo da viagem em termos de desembolso nos pedágios	Tarifa de pedágio em R\$
tempo	-0,052528	-0,0262904	Coeficiente associado ao tempo de viagem	Tempo de viagem em minutos
pavregcped	-1,192996	-1,285833	Coeficiente relativo à condição do pavimento de cada situação	Se o pavimento for regular: então variável =1; senão =0;
empcped		0,4073068	Coeficiente relativo à propriedade do veículo	Se o veículo pertence a empresa: então variável = 1; senão =0
conteicped		1,739833	Coeficiente relativo a carroceria tipo Container	Se carroceria = Container então variável =1; senão =0
frigorcped		1,801741	Coeficiente relativo a carroceria tipo Frigorífico	Se carroceria = Frigorífico então variável =1; senão =0
tanqcped		-0,2538345	Coeficiente relativo a carroceria tipo Tanque	Se carroceria = Tanque então variável =1; senão =0
sidercped		-1,704223	Coeficiente relativo a carroceria tipo Sider	Se carroceria = Sider então variável =1; senão =0

As utilidades das alternativas (com pedágio ou rota de fuga) ficam então assim equacionadas:

$$\text{Utilidade}_{\text{pedágio}} = F_{\text{custo}} * \text{tarifa de pedágio} + F_{\text{tempo}} * \text{tempo de viagem} + \text{pavregcped} * (1 \text{ ou } 0) + \text{empcped} * (1 \text{ ou } 0) + \text{lazcped} * (1 \text{ ou } 0) + \text{ocupcped} * n^{\circ} \text{ de ocupantes no veículo}$$

$$\text{Utilidade}_{\text{fuga}} = \text{ascsemped} + F_{\text{tempo}} * \text{tempo de viagem}$$

As probabilidades finais de um usuário optar pelo pagamento de pedágio ou por se deslocar pela rota de fuga são então calculadas por meio das equações:

$$P_{\text{pedágio}} = e^{(\text{Utilidade}_{\text{pedágio}})} / e^{(\text{Utilidade}_{\text{pedágio}})} + e^{(\text{Utilidade}_{\text{Fuga}})}$$

$$P_{\text{fuga}} = e^{(\text{Utilidade}_{\text{fuga}})} / e^{(\text{Utilidade}_{\text{pedágio}})} + e^{(\text{Utilidade}_{\text{Fuga}})}$$

4. LEVANTAMENTOS COMPLEMENTARES

Para a associação dos dados coletados em campo, com demais informações acerca da região em estudo e consolidação das projeções, foram realizados alguns levantamentos complementares, basicamente na internet, com o estabelecimento de alguns contatos telefônicos e reuniões para esclarecimentos, envolvendo:

- levantamento de volumes observados na rodovia em estudo, objetivando-se a identificação da sazonalidade mensal e evolução histórica, cujos resultados encontram-se apresentados no capítulo 3 do presente relatório e com maior detalhamento no relatório produtos 2 A e 2 B dos Estudos de Tráfego Preliminares;
- caracterização geral dos sistemas de transportes na área de estudo, a fim de se identificar a repartição modal vigente no transporte de passageiros e carga, consolidando um contexto para a interpretação das pesquisas de campo;
- levantamento de dados sócio econômicos para a busca da explicação das viagens observadas e dos levantamentos complementares de sistemas de transportes.

4.1. Sistemas de Transportes Vigentes

Os dados coletados acerca deste tema concentraram-se na investigação das seguintes fontes de informações: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, DNIT, ANTT, PELT, PNLT, PMDI, ABCR. Os dados coletados foram:

- dados sobre os sistemas vigentes e projetos previstos
- índice de atividade em praças de pedágios da ABCR
- dados sobre viagens de ônibus.

4.1.1. Caracterização dos sistemas vigentes

O Plano Estadual de Logística de Transportes de Minas Gerais consiste em um detalhamento das diretrizes definidas no Plano Nacional de Logística de Transportes, e de seu conteúdo destacam-se os investimentos previstos na área de infra-estrutura, com base na previsão da evolução das atividades no Estado.

Essas informações deverão atender às estimativas de migração modal ou de atração de viagens hoje cativas de outras rodovias. Essa análise é importante, pois nas simulações elas não são modeladas, devendo, portanto ser consideradas de forma externa aos modelos de simulação.

Dentre as principais informações, destacam-se:

- ligações internacionais, inter-regionais, interestaduais, intermunicipais de interesse;
- existência ou previsão de sistemas de transportes concorrentes e/ou complementares BR040– rotas alternativas
- divisão modal vigente e potencial

4.1.2. - Índice de Atividade ABCR

Trata-se do índice divulgado pela ABCR-Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, representativo do volume de veículos nas praças de pedágios das rodovias concessionadas e refere-se a:

Índice de atividade ABCR (média de 1999=100) – veículos leves e pesados, separadamente – Brasil – base mensal – Janeiro de 1999 a Dezembro de 2007

4.1.3. Viagens de ônibus

Para o levantamento das viagens de ônibus, de interesse no trecho da BR040 entre Brasília (MG) e Juiz de Fora (MG) foram analisados os dados de viagens interestaduais, disponíveis na internet no site da ANTT.

As viagens interestaduais foram tabuladas de forma a se identificar os pares origem e destino que coincidem com aqueles identificados na pesquisa OD de automóveis, destacando-se assim quais são aquelas viagens que contribuem para o volume de ônibus de cada posto de pesquisa.

A diferença entre o volume resultante e o volume de ônibus observado nas contagens volumétricas foi atribuído às viagens intermunicipais dentro de Minas Gerais. A distribuição destas, por sua vez, foi admitida como similar ao fluxo de passageiros de automóveis, compondo assim uma metodologia alternativa, devido ao fato de não serem disponibilizados os volumes intermunicipais necessários em meio magnético e nos formatos necessários ao estudo.

Após a constituição de uma matriz de ônibus de interesse para área de estudo, foi então analisada, face aos dados socioeconômicos da região, a geração de viagens desta natureza, para a contribuição para as projeções finais de tráfego, de forma análoga aos procedimentos que serão feitos para automóveis e caminhões (vide capítulo referente ao “Modelo de projeção da demanda”).

4.2. Dados SócioEconômicos

A avaliação das características sócio econômicas da área de influência da rodovia em estudo destina-se ao entendimento e explicação da demanda observada, caracterizando um contexto de atividades, o qual, uma vez projetado para o horizonte do estudo contribui para a estimativa de evolução da demanda.

Preliminarmente a área de influência da rodovia em estudo é admitida como todo o território brasileiro, embora possa haver intercâmbios entre regiões que pouco ou nunca sejam atendidos pela BR040. Após a avaliação dos resultados da pesquisa OD é que se descarta se necessário e de uma forma embasada, as áreas de pouco interesse.

Para a caracterização sócio econômica do território brasileiro propôs-se, entretanto, uma segmentação adequada ao escopo do estudo, mais detalhada nas

regiões lindeiras da rodovia, e gradativamente mais agregada à medida que as regiões se afastam da diretriz estudada. O zoneamento empregado é aquele apresentado no item 3.2 do presente relatório.

Os levantamentos de dados voltaram-se às informações por município de forma que fosse possível agregar os dados disponíveis de acordo com a segmentação proposta:

As informações levantadas foram aquelas que tradicionalmente melhor explicam a demanda por transporte regional de passageiros e carga, ou seja: população, PIB e frota.

Na identificação das fontes de informações disponíveis, destacaram-se:

- IBGE – com dados acerca de todos os municípios brasileiros ou dados globais nacionais:
 - População por município, de 1999 a 2006
 - Projeção de população, série 1980-2050, atualizada em 2004
 - PIB por município, de 1999 a 2005, valor corrente (para caracterização sócio econômica da região em estudo
 - PIB 2007 2007, para a estimativa de 2007 completo e verificação de elasticidades determinadas até 2006;
- DENATRAN
 - Frota cadastrada por município, ano e tipo de veículo, disponível de 2002 a 2006
- IPEADATA (dado original do IBGE no site do IPEADATA)
 - Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil – índice encadeado (valor monetário constante – média de 1990=100) – base trimestral – 1º trimestre de 2002 a 4º trimestre de 2007 – fonte: IBGE (in IPEADData), conforme a nova metodologia do IBGE;
 - Índice de preço no atacado / oferta global (Agosto de 1994=100, em valor monetário corrente) – combustíveis e lubrificantes – base mensal – Janeiro de 1999 a Março de 2007 – fonte: FGV – Fundação

Getúlio Vargas (in IPEADData) – nota: este índice foi convertido para valor monetário constante por divisão pelo IGP-M – Índice Geral de Preços – Mercado (Agosto de 1994=100, em valor monetário corrente) – base mensal – Janeiro de 1999 a Dezembro de 2007 – fonte: FGV – Fundação Getúlio Vargas (in IPEADData).

- Fundação João Pinheiro – apesar dessa Fundação ser dotada de uma série de informações acerca de Minas Gerais, tratam-se de compêndios criados a partir das demais fontes dos diversos órgãos responsáveis pela divulgação dos dados de população, PIB, frota e áreas dos municípios. Não foi, portanto, adotado nenhum dado específico a partir dessa fonte, embora tenha sido avaliado o estudo “Perfil de Minas Gerais – 2006”, elaborado por técnicos do Centro de Estatística e Informações (CEI) e da Fundação João Pinheiro (FJP).
- ANTP – a ANTP dispõe de um sistema de informações acerca do transporte de passageiros que envolve todos os municípios brasileiros com mais de 60 mil habitantes. Embora o enfoque desse sistema seja voltado ao âmbito urbano e metropolitano, o sistema dispõe de um modelo de caracterização dos municípios interessante, que se baseia em uma tipologia definida com base em três atributos que se mostraram “independentes” na explicação da demanda por transporte: população, PIB e frota. Essa tipologia não foi adotada neste estudo, mas justifica a adoção desses três dados como referência para as análises aqui desenvolvidas.
- PMDI – o Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado foi avaliado e mostrou-se bem abrangente, porém em um nível estratégico, não tendo sido utilizado até o momento como fonte de informações para a base de dados do estudo.

Os dados finais após as tabulações desenvolvidas, utilizados para o estudo diretamente nas projeções ou como referencial no entendimento da área de estudo encontram-se apresentados a seguir.

4.3. – Sistematização dos Levantamentos Complementares

Os diversos dados levantados foram sistematizados, de forma a:

- permitir a caracterização sócio econômica da região
- subsidiar o desenvolvimento de modelos analíticos de projeção da demanda (vide capítulo 5)

Nem todos os dados levantados encontram-se aqui reproduzidos, mas a título de registro de alguns valores principais adotados e caracterização geral são apresentados a seguir:

- índice deflator implícito
- dados gerais de população, PIB e frota
- preços de combustíveis

4.3.1. *Tabulação por tipo de região: população 1999-2006, PIB 2002-2005 frota 2002-2006*

Considerando a segmentação proposta para a análise, destaca-se a participação importante da região do estudo: o estado de Minas Gerais, juntamente com os estados vizinhos, respondem por mais da metade da **população** do país e, por sua vez, os municípios lindeiros à BR040, por cerca de 50% da população de todo o estado de Minas Gerais.

Tabela 4.2 – População – Período 1999/2006

ano	POPULAÇÃO (milhões de habitantes)				Total	
	1.Município Lindeiro	2.MG	3.Estados Vizinhos	4.Demais Estados		
1999	9,1	11,5	71,4	76,8	168,8	
2000	9,3	11,6	72,4	78,0	171,3	1,5%
2001	9,5	11,7	73,4	79,1	173,8	1,5%
2002	9,7	11,9	74,5	80,3	176,4	1,5%
2003	9,9	12,0	75,5	81,5	179,0	1,5%
2004	10,2	12,1	76,6	82,7	181,6	1,5%
2005	10,4	12,2	77,6	83,9	184,2	1,4%
2006	10,6	12,4	78,7	85,1	186,8	1,4%
TMCA população 1999-2006 (%)	2,2%	1,0%	1,4%	1,5%	1,5%	

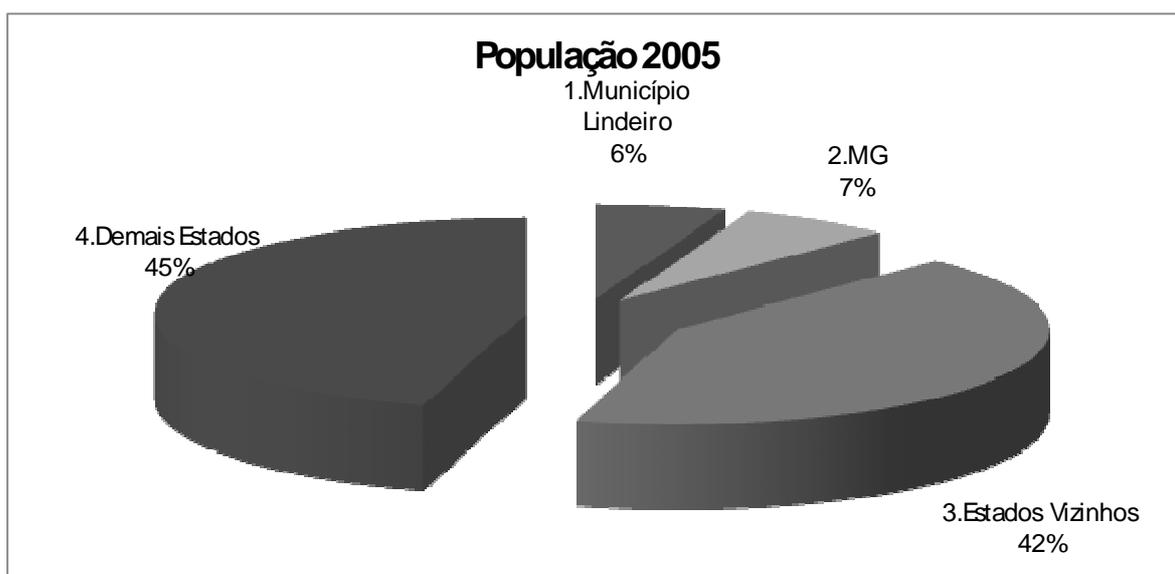
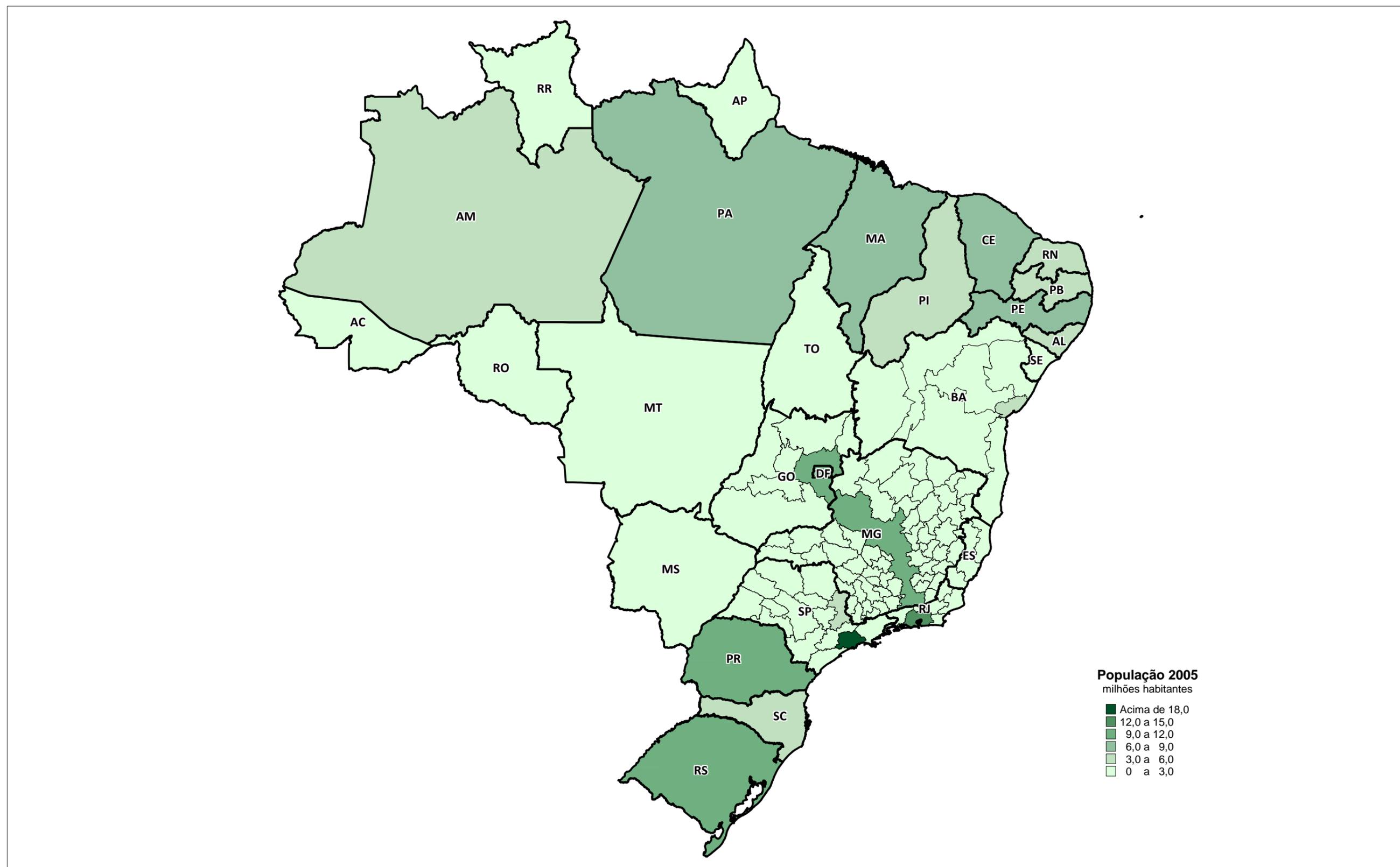


Figura 4.1 População Estimada 2005



A taxa de crescimento anual da população parece estar uniforme em todo o país de uma maneira geral, porém, na segmentação do estado de Minas Gerais entre os municípios lindeiros e demais municípios, os primeiros apresentam uma média de expansão demográfica, superior à média do estado, provavelmente em decorrência da expansão da RMBH.

No que diz respeito ao PIB, o destaque se reforça, tanto na posição do estado de Minas Gerais em relação ao país, quanto na avaliação dos municípios lindeiros em relação ao estado.

Tabela 4.3 - Produto Interno Bruto Nacional – Período de 2002/2005

ano	PIB 2002-2005 (bilhões de R\$ de 2000 - referência 2000)					
	1.Município Lindeiro	2.MG	3.Estados Vizinhos	4.Demais Estados	Total	
2002	96,29	59,01	668,05	403,38	1226,73	
2003	96,24	61,26	661,34	421,97	1240,8	1,15%
2004	103,15	67,36	695,47	445,69	1311,68	5,71%
2005	106,96	68,16	729,67	448,17	1352,96	3,15%
TMCA PIB 1999-2005(%)	4,35%	4,12%	1,82%	2,87%	2,80%	

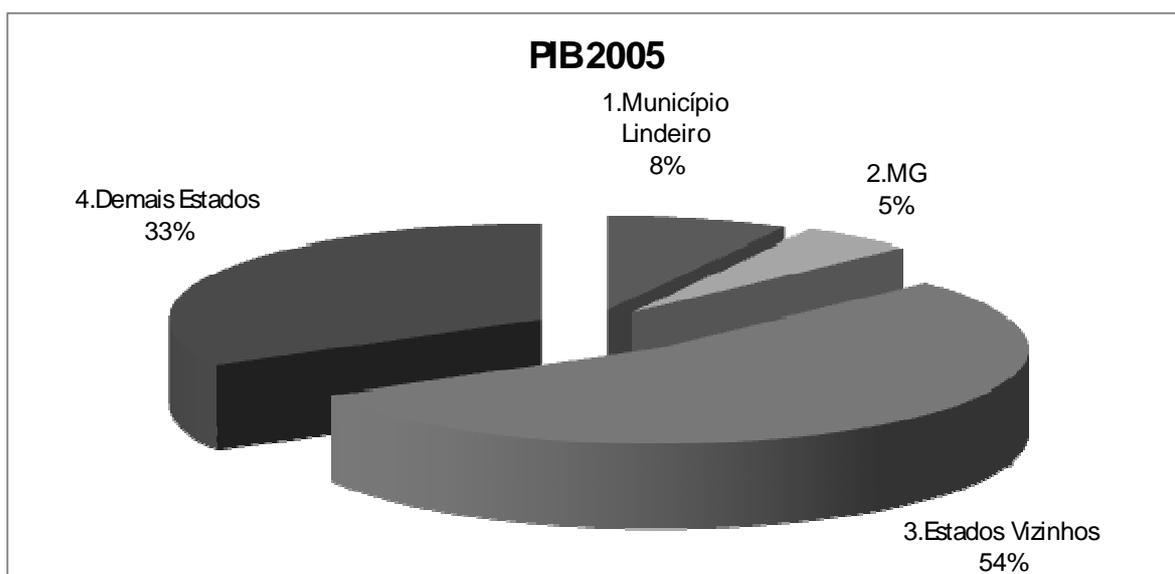
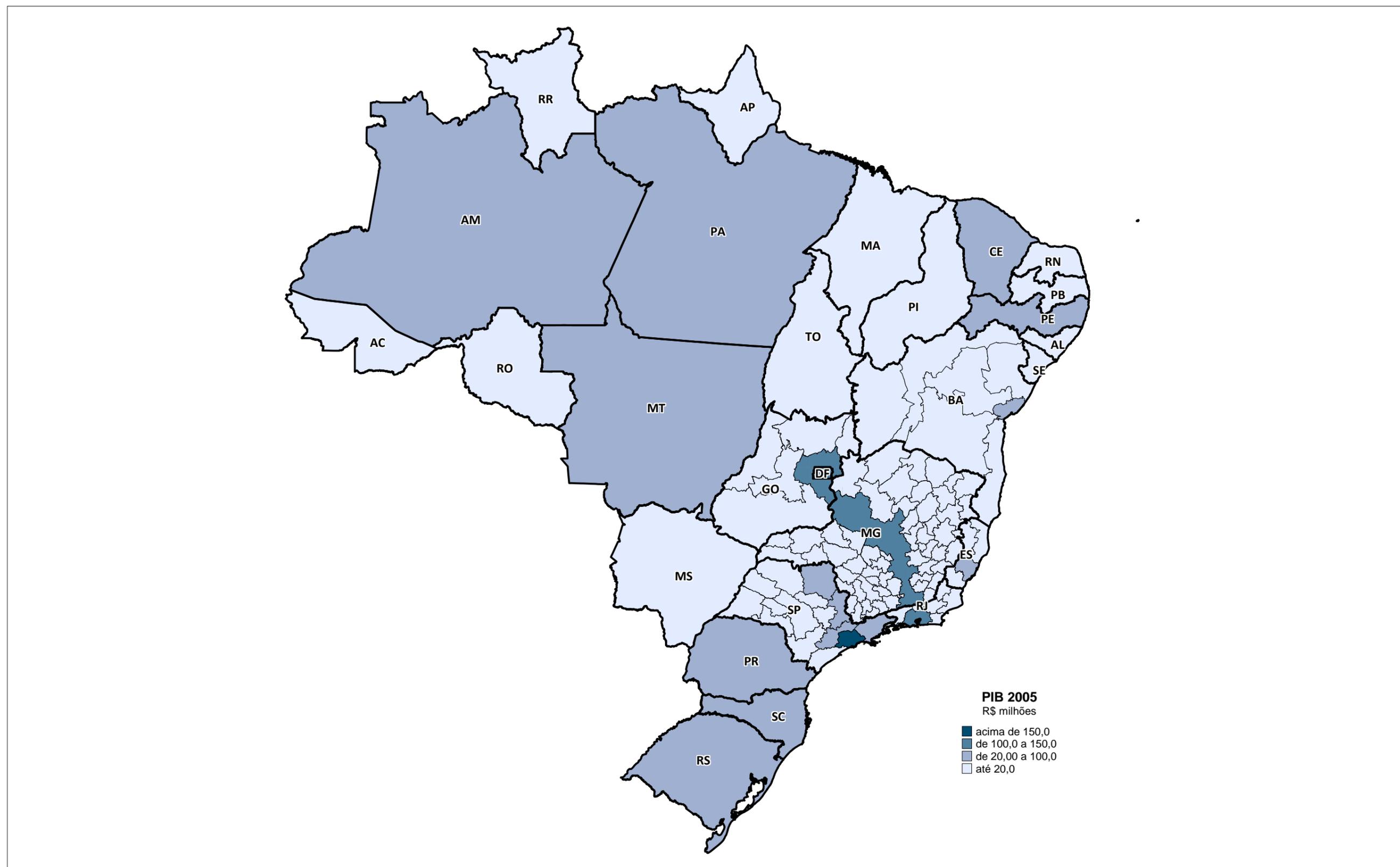
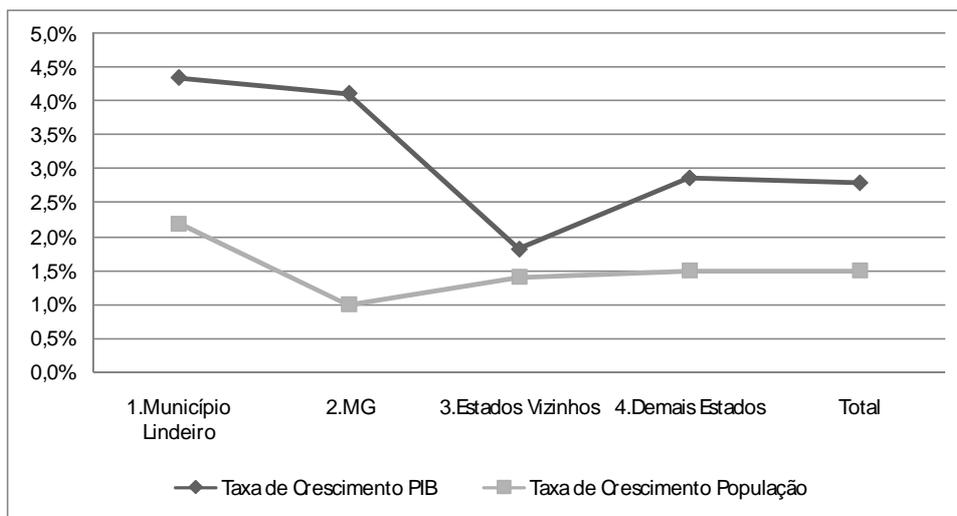


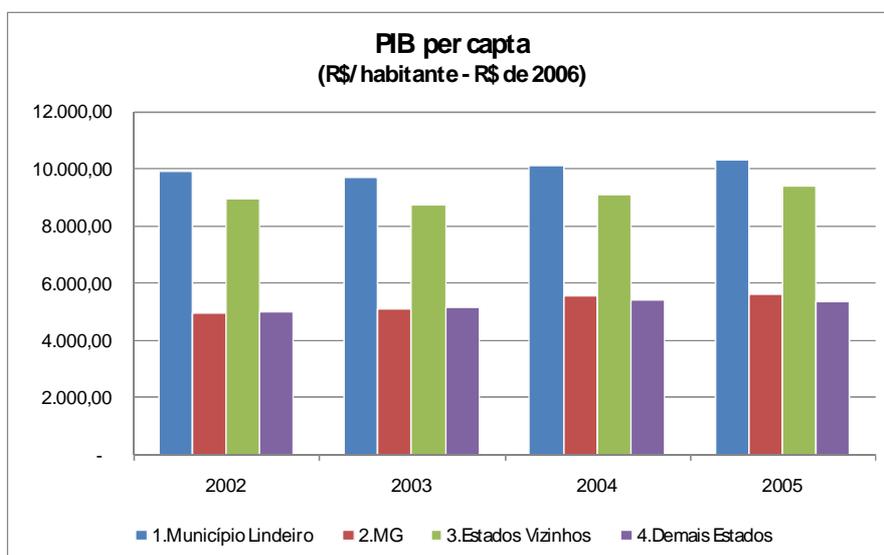
Figura 4.2. Produto Interno Bruto 2005



Em termos de crescimento médio anual de PIB e população, note-se que a evolução dos municípios lindeiros se destaca em relação aos demais grupos de municípios de MG e Estados vizinhos, o que conduz à constatação da importância da dinâmica de atividades no entorno da BR040, no trecho compreendido no âmbito deste estudo.



Em termos de PIB per capita, o padrão do conjunto dos municípios lindeiros é elevado, se equiparando ao grupo de estados vizinhos, os quais englobam os estados “mais ricos” do Brasil. Já o restante do estado de Minas Gerais apresenta um padrão equivalente ao do conjunto de municípios dos demais estados.



O destaque identificado para o grupo de municípios lindeiros à BR040 deve-se, em grande parte, pelo fato de Brasília e Belo Horizonte (municípios e Regiões Metropolitanas) fazerem parte dessa categoria, contribuindo sobremaneira para os índices elevados de sua participação na população e no PIB.

De fato, a população e PIB das regiões metropolitanas lindeiras à rodovia predominam em relação à soma desses atributos dos municípios considerados lindeiros. Somente o município de BH e o DF detêm 50% dessa parcela de população e PIB.

Essa constatação é muito importante na caracterização das contribuições para a demanda da BR040 e respectivas projeções, pois os fluxos envolvidos são de diversas naturezas e tendências.

Tabela 4.4 - População e PIB na Área de Influência Direta

Descrição	% de população 2005		% de PIB 2005	
Região Metropolitana de Belo Horizonte	47%	82%	36,7%	89,1%
Colar Metropolitano da Região Metropolitana de BH	3%		2,2%	
RIDE Distrito Federal	32%		50,2	
demais municípios lindeiros	18%		10,9%	
TOTAL	100%		100%	

Figura 4.3. População 2006 segundo Municípios Lindeiros à Rodovia BR 040

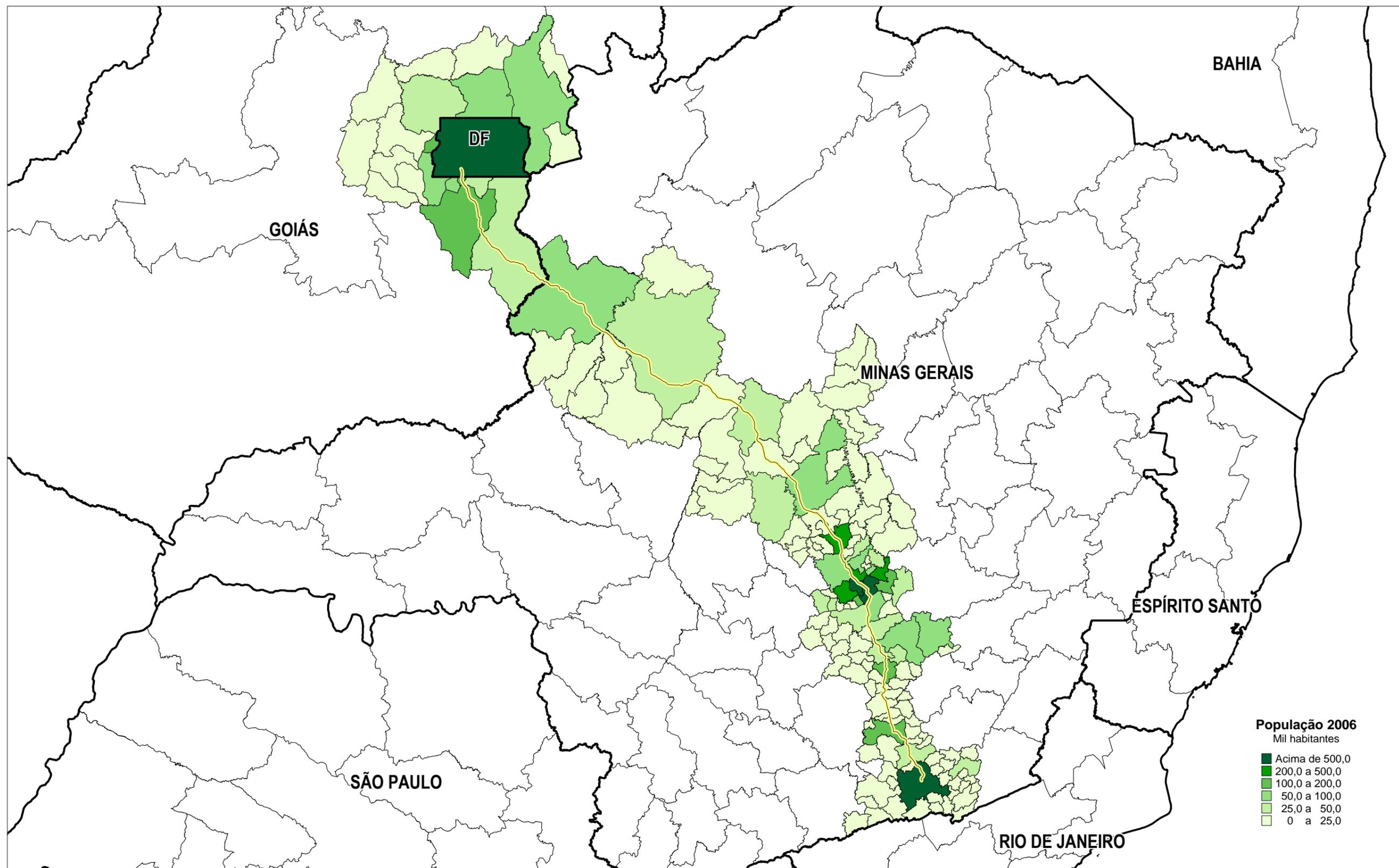
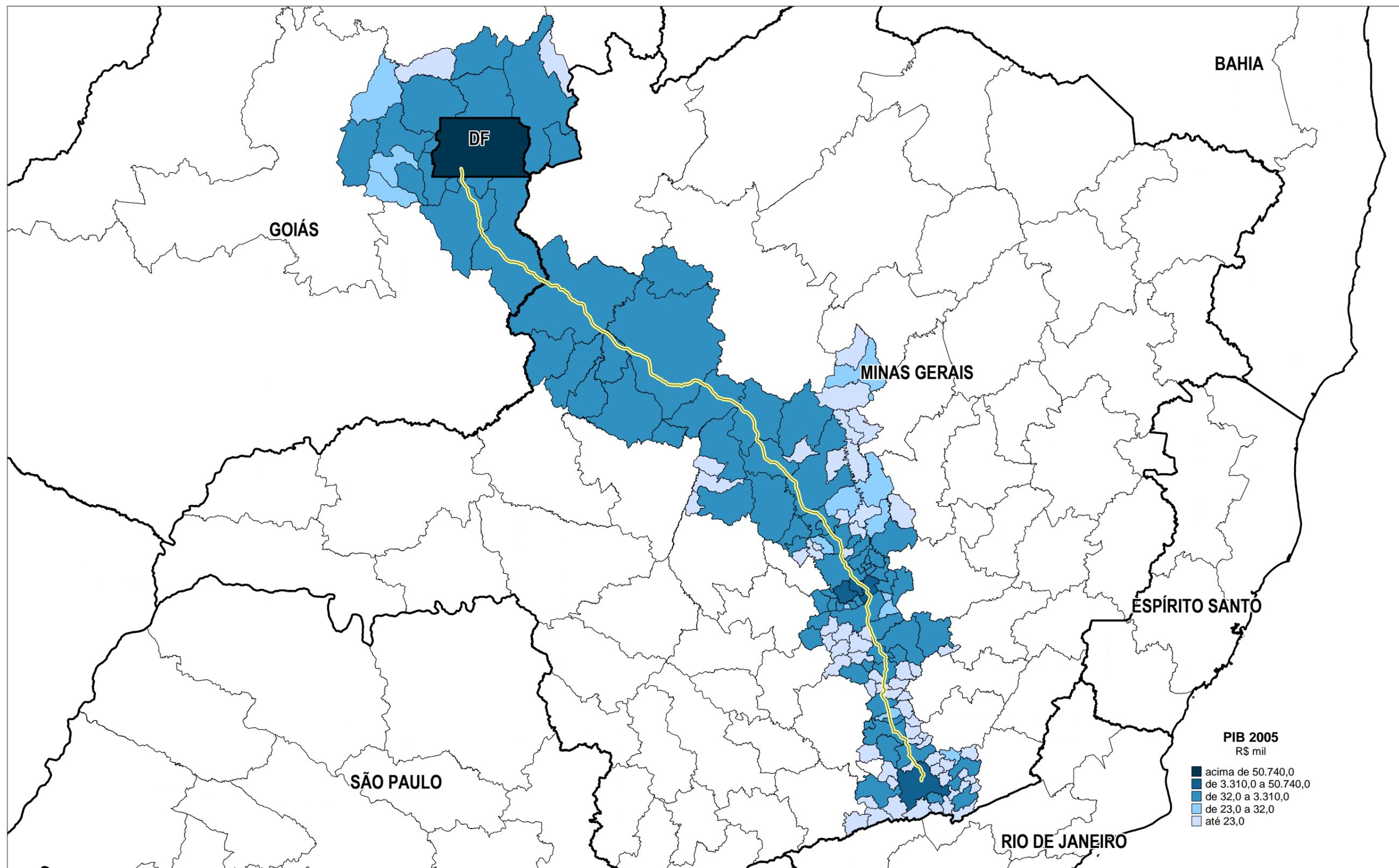


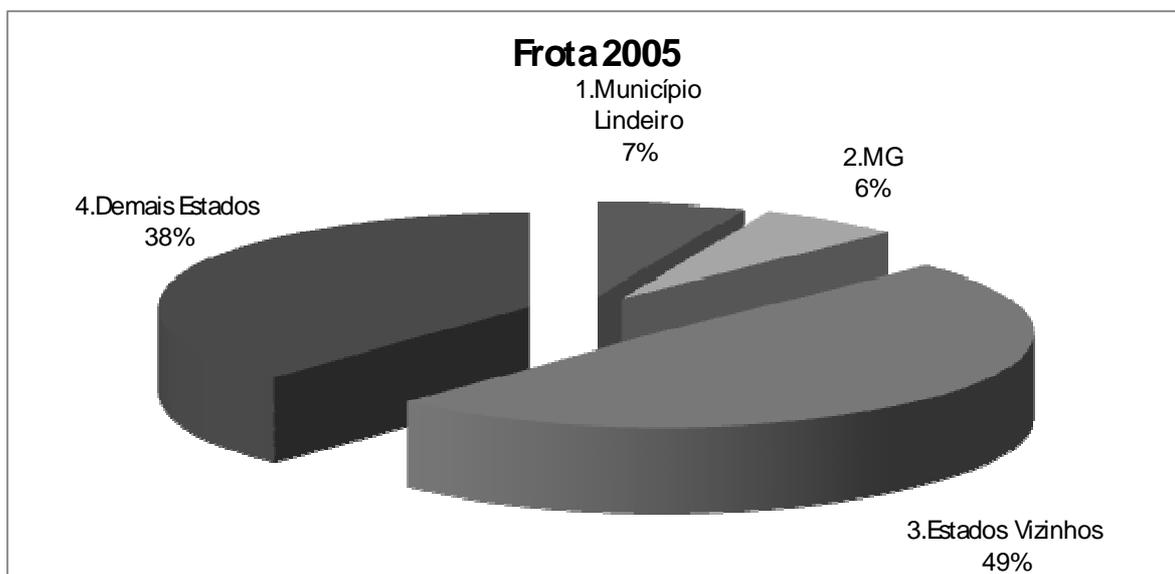
Figura 4.4. Produto Interno Bruto - Municípios Lindeiros à Rodovia BR 040

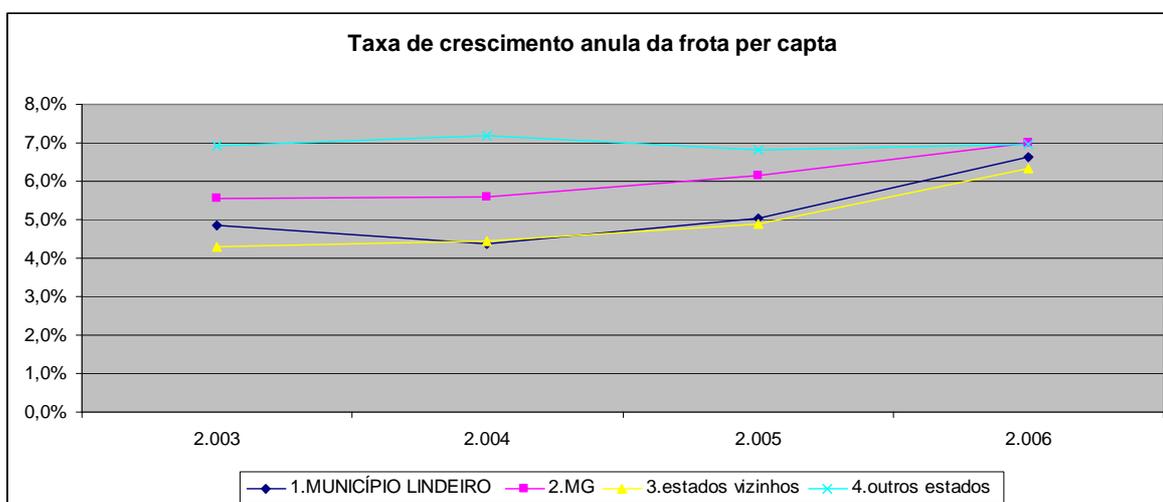


Os dados de frota por município, agrupados segundo a segmentação de análise proposta, refletem de forma aproximada as distribuições de população e PIB, evidenciando, entretanto uma concentração de frota nos estados vizinhos ao estado de Minas Gerais. Apesar desta constatação, a taxa de crescimento da frota per capita é superior nos demais estados, embora em 2006 esse índice de MG e estados vizinhos tenha se aproximado ao dos demais estados.

Tabela 4.5 - Frota de Veículos – Período 2002/2006

ano	FROTA (milhões de veículos)					
	1.Município Lindeiro	2.MG	3.Estados Vizinhos	4.Demais Estados	Total	
2002	2,2	2,2	17,3	12,4	34,1	
2003	2,4	2,3	18,3	13,5	36,4	7%
2004	2,5	2,5	19,3	14,7	39,0	7%
2005	2,7	2,6	20,6	15,9	41,8	7%
2006	2,9	2,9	22,2	17,3	45,2	8%





Finalizando, no mapa apresentado a seguir, é apresentada, em percentual, a distribuição desses três atributos, de forma a evidenciar o comportamento desses volumes.

Pelas informações constantes nas figuras apresentadas fica evidente a distribuição espacial das atividades no Brasil e reforça-se, portanto, a importância da rodovia em estudo no que diz respeito aos territórios de seu entorno, conclusão essa validada pelos resultados da pesquisa OD, a partir da qual se constata que a predominância das viagens no trecho em estudo da BR040 têm origem ou destino nos municípios lindeiros.

Figura 4.5. Frota 2006 segundo Municípios Lindeiros à Rodovia BR 040

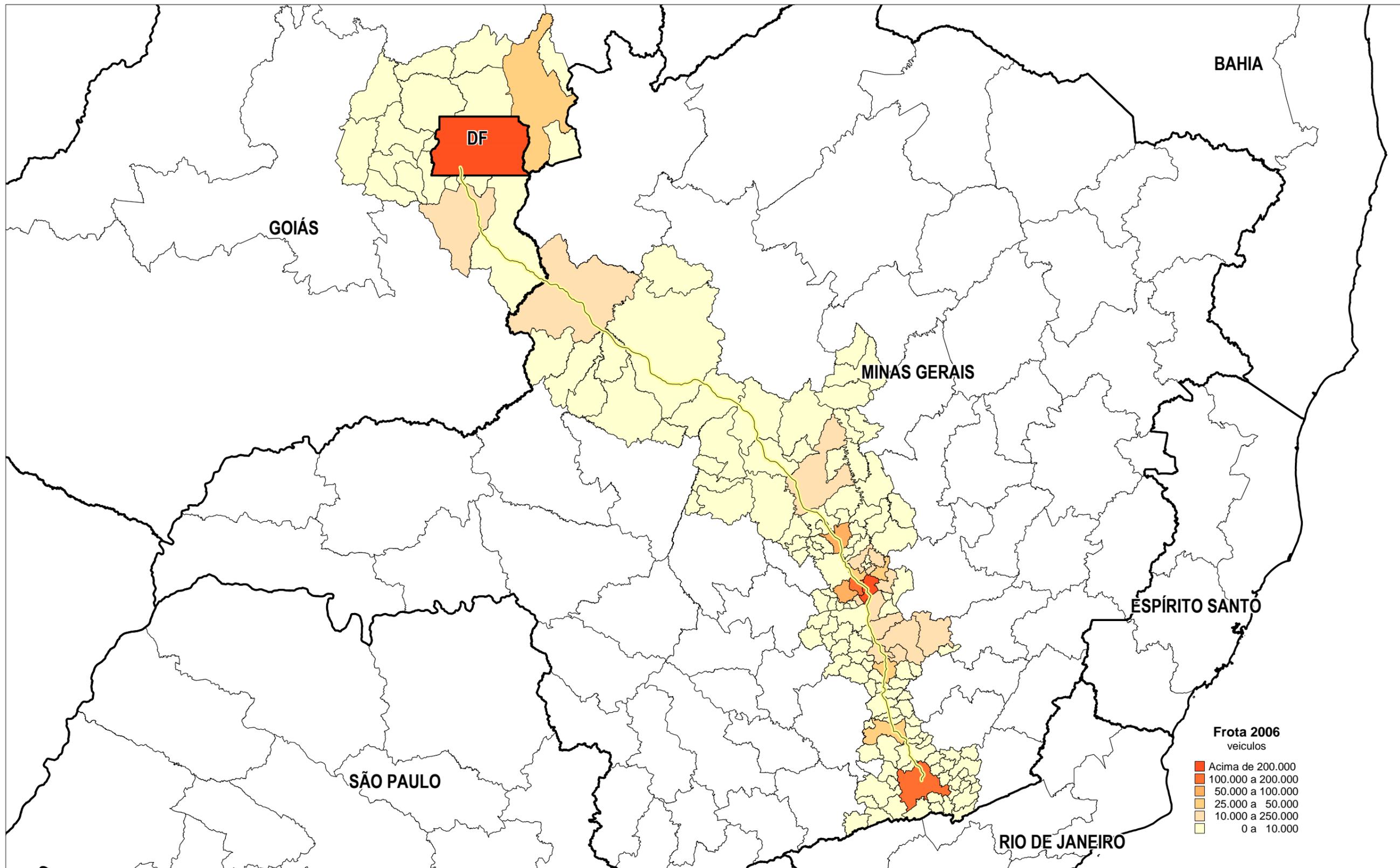


Tabela 4.6. População/PIB/Frota – Municípios Lindeiros – ordenado por população

Municípios	Pop	Frota	PIB	Municípios	Pop	Frota	PIB
Belo Horizonte	2.238.526	927.990	17.888,40	Baldim	8.155	1.068	23,61
Brasília	2.051.146	891.013	50.739,07	Capim Branco	7.900	1.234	18,37
Contagem	538.017	162.964	6.013,29	Lagamar	7.710	1.457	36,41
Juiz de Fora	456.796	132.001	3.312,39	Rio Acima	7.658	1.852	30,99
Betim	306.675	71.880	9.104,37	Lagoa Grande	7.610	1.342	40,93
Ribeirão das Neves	246.846	41.610	503,30	Morada Nova de Minas	7.606	1.182	32,47
Santa Luzia	184.903	33.229	726,23	Belo Vale	7.429	1.392	19,42
Sete Lagoas	184.871	55.644	1.763,95	Bonfim	6.866	1.606	17,51
Luziânia	141.082	23.443	870,16	Desterro de Entre Rios	6.807	1.597	16,36
Ibirité	133.044	21.499	405,54	Cabeceiras	6.758	856	45,96
Sabará	115.352	19.314	433,40	Guarda-Mor	6.656	1.100	69,17
Barbacena	114.126	32.320	612,87	Itaverava	6.388	620	11,01
Águas Lindas de Goiás	105.746	5.553	210,66	Maravilhas	6.232	1.512	34,17
Conselheiro Lafaiete	102.836	32.126	375,95	Inimutaba	6.116	818	18,58
Valparaíso de Goiás	94.856	8.714	237,67	Jeceaba	6.109	791	11,02
Formosa	78.651	27.583	270,15	São Gonçalo do Abaeté	5.432	1.093	38,62
Vespasiano	76.422	13.754	417,34	Santa Rita de Jacutinga	5.218	914	19,36
Paracatu	75.216	15.676	475,20	Inhaúma	5.195	707	29,82
Novo Gama	74.380	3.411	144,14	Jequitibá	5.171	488	20,32
Planaltina	73.718	5.410	149,67	Augusto de Lima	5.159	503	16,05
Curvelo	67.512	17.719	260,65	Rio Preto	5.142	4.559	16,41
Ouro Preto	66.277	16.308	1.021,69	Ibertioga	5.140	530	14,28
Nova Lima	64.387	19.234	1.027,21	Alfredo Vasconcelos	5.101	1.110	33,38
Pedro Leopoldo	53.957	14.193	314,53	Capela Nova	4.964	634	8,85
Santo Antônio do Descoberto	51.897	3.500	103,59	Cristiano Ottoni	4.905	976	15,87
Esmeraldas	47.090	5.063	120,51	Paineiras	4.895	1.259	17,37
Santos Dumont	46.789	8.651	230,74	Confins	4.880	1.511	150,88
Mariana	46.710	10.946	650,17	Santa Bárbara do Tugúrio	4.827	644	11,32
João Pinheiro	41.368	8.753	207,67	Varjão de Minas	4.701	939	43,87
Congonhas	41.256	10.913	295,19	Rio Manso	4.646	1.036	14,20
Cidade Ocidental	40.377	2.794	98,41	Ressaquinha	4.557	966	31,61
Itabirito	37.901	14.220	469,93	Descoberto	4.531	859	15,05
Lagoa Santa	37.872	11.797	249,97	Vila Propício	4.492	175	31,27
Caeté	36.299	8.365	105,56	Crucilândia	4.477	1.186	11,40
Cristalina	34.116	8.340	410,88	Água Fria de Goiás	4.469	314	40,90
Ouro Branco	30.383	10.207	973,83	Moeda	4.469	1.175	10,85
Matozinhos	30.164	7.174	230,04	Bias Fortes	4.392	475	10,00
Brumadinho	26.614	8.081	347,69	Presidente Juscelino	4.319	460	13,61
Pompéu	26.089	5.425	140,84	Piedade dos Gerais	4.274	1.280	10,81
Igarapé	24.838	6.902	97,92	Guarará	4.166	811	10,29
Corinto	24.546	4.196	68,53	Diogo de Vasconcelos	3.972	478	7,21
Mateus Leme	24.144	5.194	151,54	Santana dos Montes	3.944	461	7,40
São João Nepomuceno	23.786	6.464	89,65	Joaquim Felício	3.872	376	10,93
Três Marias	23.568	6.090	528,89	Cachoeira da Prata	3.780	637	16,60
Abaeté	22.360	6.016	102,20	Santana do Deserto	3.774	616	10,08
Padre Bernardo	21.514	2.152	62,54	Santana do Riacho	3.739	311	8,46
Pirenópolis	21.245	4.220	59,48	Pequi	3.717	777	19,70
Carandaí	21.057	5.084	122,75	Ewbank da Câmara	3.608	408	8,27
Paraopeba	20.383	5.052	108,45	Santo Hipólito	3.488	246	14,55
Alexânia	20.047	3.767	146,99	Caranaíba	3.478	318	7,26
Vazante	18.928	4.953	131,79	Belmira Braga	3.427	411	14,95
Barroso	18.359	4.617	88,84	Goianá	3.323	462	10,42
São Joaquim de Bicas	18.152	3.098	109,25	Catas Altas da Noruega	3.288	469	5,46
Presidente Olegário	17.781	3.400	107,11	Vila Boa	3.287	120	11,16
Sarzedo	17.274	3.380	71,41	São Brás do Suaçuí	3.282	712	38,15
Juatuba	16.389	3.064	326,03	Funilândia	3.281	380	10,77
Lima Duarte	15.708	2.315	48,63	Desterro do Melo	3.211	673	8,02
São José da Lapa	15.000	3.475	109,85	Pequeri	3.016	717	10,48
Cocalzinho de Goiás	14.626	1.516	40,44	Piau	3.008	521	17,06
Raposos	14.289	2.420	24,84	Morro da Garça	2.960	341	12,38
Jaboticatubas	13.530	2.390	40,49	Chiador	2.958	349	7,35
Entre Rios de Minas	13.114	3.171	34,68	Coronel Pacheco	2.900	375	9,94
Bicas	12.793	4.049	45,88	Biquinhas	2.821	606	11,06
Felixlândia	12.784	1.910	44,11	Mimoso de Goiás	2.801	74	11,08
Papagaios	12.472	3.437	71,73	Maripá de Minas	2.594	607	8,02
Matias Barbosa	12.323	3.395	155,97	Monjolos	2.579	77	8,00
Brasilândia de Minas	11.473	2.040	80,14	Simão Pereira	2.479	719	9,59
Abadiânia	11.452	1.877	31,23	Fortuna de Minas	2.437	303	10,46
Itaguara	11.302	4.036	51,56	Chácara	2.370	395	6,35
Antônio Carlos	10.870	1.526	35,81	Santa Bárbara do Monte Verde	2.366	2.168	8,08
Mar de Espanha	10.567	2.337	33,60	Olaria	2.304	317	6,69
Mário Campos	10.535	1.815	30,48	Casa Grande	2.264	429	6,58
Buenópolis	10.368	1.244	24,84	Araçai	2.145	223	8,57
Senhora dos Remédios	10.024	1.682	19,62	Oliveira Fortes	2.145	222	6,53
Corumbá de Goiás	9.679	1.393	25,95	Aracitaba	2.086	231	6,22
Santana de Pirapama	8.616	882	24,52	Senador Cortes	2.000	291	5,93
Caetanópolis	8.571	1.805	45,82	Rochedo de Minas	1.907	373	7,83
Rio Novo	8.550	1.718	24,40	Queluzito	1.791	344	7,61
Cordisburgo	8.522	1.069	28,30	Pedro Teixeira	1.787	204	4,85
Itaiaçu	8.517	2.263	89,33	Paiva	1.622	213	5,12
Prudente de Morais	8.232	1.286	39,71	Cedro do Abaeté	1.289	179	4,10

5. METODOLOGIA DE PROJEÇÃO DA DEMANDA

5.1. Apresentação

Considerando a distribuição percentual dos indicadores de população, PIB e frota dentre as regiões que predominantemente interferem na área de estudo, percebe-se uma uniformidade de comportamento dos indicadores analisados, com um leve destaque para o PIB, que se concentra mais nos limites das regiões metropolitanas, principais pólos geradores de viagem do trecho em estudo da BR040.

Por essa razão, não há necessidade de se usar dados muito correlacionados para explicar o mesmo fenômeno, justificando-se assim a adoção do PIB, como atributo a ser investigado para a explicação da demanda. Adicionalmente, foi considerado também o preço do combustível, com valor único para todo o Brasil, como atributo com potencial influência na atividade rodoviária.

A projeção da demanda de tráfego nos postos de pesquisa localizados ao longo da rodovia em estudo correspondentes a locais onde estão previstas praças de pedágio foi elaborada a partir de uma análise preliminar, para efeitos de referência, da evolução da população das zonas de tráfego – aquelas adotadas como base territorial das origens e destinos das viagens de veículos que utilizam a via – seguida da determinação de fatores de crescimento do tráfego para os anos de 2008 a 2042, elaborada com base na relação esperada entre a evolução dos volumes de tráfego e a do nível de atividade econômica das zonas de tráfego, medido por seu PIB – Produto Interno Bruto em valor monetário constante.

Os fatores de crescimento do tráfego foram determinados como multiplicadores do volume do ano-base, estabelecido neste estudo como sendo 2007 em função de terem sido então realizadas as contagens de tráfego e pesquisas de origem-destino em campo. Para determinar tais fatores de crescimento do tráfego foi cumprida a seguinte seqüência de passos:

- a) Obtenção de estimativa da elasticidade dos volumes de tráfego em relação ao PIB – separadamente para veículos leves e pesados;
- b) Projeção do PIB do Brasil para o período da concessão;
- c) Obtenção de relação do PIB das unidades da federação com o do Brasil e do PIB das zonas de tráfego com o do Brasil e com o da unidade da federação em que se situa, com base em valores observados;
- d) Projeção do PIB das unidades da federação de das zonas de tráfego a partir da projeção do PIB do Brasil e da relação indicada acima;
- e) Determinação de fatores de crescimento do tráfego de cada posto e categoria de veículo (leves e pesados) com base na elasticidade-PIB estimada, proporção de viagens segundo zonas de tráfego de origem e destino (conforme dados obtidos das pesquisas realizadas em campo para este estudo) e projeção do PIB das zonas de tráfego.

A adoção da evolução do PIB como base para projetar o crescimento do volume de tráfego da rodovia em estudo se justifica pelo que segue:

- O PIB de determinada localidade – seja o país como um todo, uma unidade da federação ou uma zona geograficamente mais restrita – mede de forma agregada os principais fatores subjacentes à geração de tráfego rodoviário na localidade considerada, que incluem o tamanho de sua população junto com seu nível de renda e de atividade econômica. De fato, como será visto adiante e como se verificou em estudos elaborados anteriormente, a evolução do tráfego de rodovias de maior importância tende a ser altamente correlacionada com a evolução do PIB.
- A evolução do PIB das unidades da federação tende a acompanhar a do PIB do Brasil, ainda que não apresentando necessariamente as mesmas taxas de crescimento ao longo do tempo. De forma análoga, a evolução do

PIB dos municípios tende a acompanhar a da unidade da federação onde se situam, também com eventuais diferenças de taxa de crescimento. Isto se comprova por observação de séries de dados de PIB do país, unidades da federação e municípios (como será visto adiante neste mesmo estudo, inclusive) e pode ser explicado pelo que segue:

- O ambiente macroeconômico do país que vale igualmente para todas suas localidades em termos de moeda, sistema financeiro, sistemas de tributação e vários outros fatores desta ordem;
- A interdependência econômica entre as várias localidades do país, na medida em que em geral a maior parte do produto consumido em determinada localidade provém de outras localidades e a maior parte do produto gerado em determinada localidade se destina a outras localidades;
- A livre movimentação de pessoas, bens e capital entre as diversas localidades do país;
- A crescente predominância da geração de renda das pessoas e das empresas a partir de atividades do setor terciário (comércio e serviços – que respondem por cerca de 65% do valor agregado gerado no país, atualmente), que tendem a ser mais semelhantes nas diversas localidades do que as dos setores primário (agropecuária e extração mineral) e secundário (indústrias), as quais tendem a ter características peculiares a cada localidade em função de fatores locais específicos tais como localização perante mercados, tipo de solo, disponibilidade de insumos e vários outros.

Esses fatores agem no sentido de alinhar a evolução do nível de atividade econômica das diversas localidades do país ou de uma mesma unidade da federação, ainda que cada uma possa durante um período longo apresentar crescimento de sua economia a taxas mais altas ou mais baixas que o país ou que

sua unidade da federação, em função de seu estágio de desenvolvimento, da maior ou menor demanda pelos produtos de suas atividades mais importantes, de fatores climáticos locais e outros motivos. Nota-se, ademais, que as localidades que apresentam maior diferença de evolução de sua economia em relação à do país ou unidade da federação onde se situa são, em geral, as de menor porte.

Também deve ser ressaltado que foi adotado um único valor para a elasticidade-PIB dos volumes de tráfego para todas as zonas de tráfego (porém, com valores estimados separadamente para veículos leves e pesados, como indicado). Isto se deve em parte às mesmas considerações feita acima para a relação da evolução do tráfego rodoviário com a do PIB, bem como à ausência de dados que permitissem estimar valores específicos dessa elasticidade para localidades individuais ou mesmo de forma mais agregada para o tráfego da via nos diversos trechos de interesse.

A metodologia adotada no presente estudo é similar aquela adotada no estudo da BR 116 e BR 324 no estado da Bahia realizado recentemente para o Ministério do Planejamento e BNDES pela IFC – International Finance Corporation, organismo financeiro vinculado ao Banco Mundial, porém valendo-se de dados mais atualizados, inclusive quanto à contabilização do PIB do Brasil, das unidades da federação e dos municípios segundo metodologia revisada recentemente pelo IBGE.

A seguir, é apresentada a análise da evolução da população das zonas de tráfego e a descrição dos passos indicados acima para a determinação de fatores de crescimento de tráfego nos postos considerados para a rodovia, inclusive quanto aos dados adotados e alguns resultados intermediários ou agregados mais relevantes.

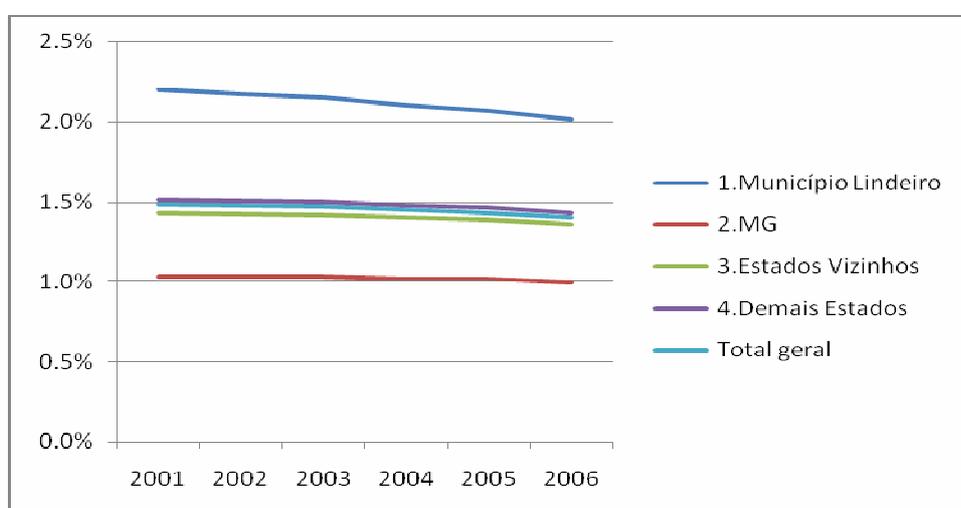
5.2. População

Comparando-se a evolução da população nos últimos anos a partir de dados por município agregado de acordo com agrupamentos das zonas de tráfego em que

foi subdividida a área de estudo, percebe-se, entre 2000 e 2006, um comportamento declinante de todos os segmentos, similar ao que acontece com a população nacional.

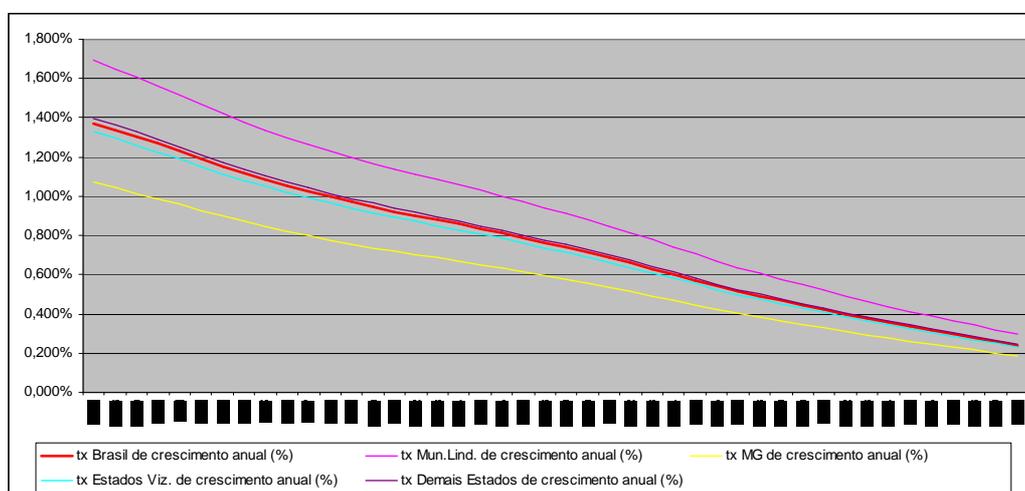
No que diz respeito ao valor absoluto dessas taxas, os municípios lindeiros, embora tenham taxas superiores à média nacional, apresentam queda desta mais acentuada em relação às quedas dos demais grupos.

Figura 5.1 – Taxa de Crescimento Populacional – Período 2001/2006



A expectativa é de redução gradativa da taxa anual de crescimento da população ao longo do período do estudo. Para essa avaliação, citam-se as projeções do IBGE, até 2050, atualizadas em 2004.

Figura 5.2 – Taxas de Crescimento Populacional - Expectativa de crescimento populacional



Com base na projeção da população pelo IBGE, quando se analisa os segmentos de municípios deste estudo, percebe-se uma convergência no futuro para uma taxa comum, em torno de 0,245% ao ano, em 2050.

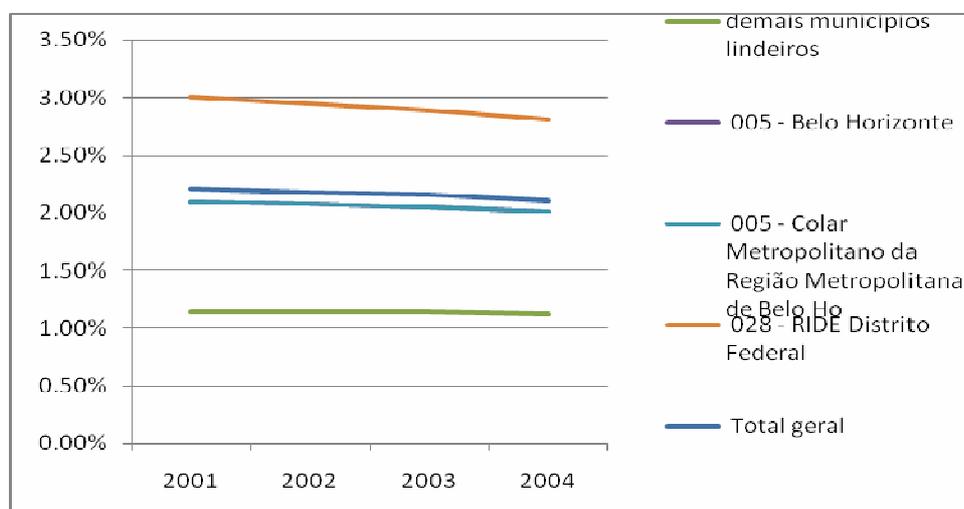
Tabela 5.1 – Taxas de Crescimento População – Brasil e Unidades Territoriais de Interesse

ano	População Brasil	tx Brasil de crescimento anual (%)	tx Mun.Lind. de crescimento anual (%)	tx MG de crescimento anual (%)	tx Estados Viz. de crescimento anual (%)	tx Demais Estados de crescimento anual (%)
2000	171,279,882	1.497%	2.442%	0.595%	1.421%	1.528%
2001	173,821,934	1.484%	1.863%	1.138%	1.432%	1.514%
2002	176,391,015	1.478%	1.848%	1.137%	1.426%	1.507%
2003	178,985,306	1.471%	1.833%	1.135%	1.420%	1.500%
2004	181,586,030	1.453%	1.799%	1.122%	1.403%	1.477%
2005	184,184,264	1.431%	1.776%	1.115%	1.384%	1.462%
2006	186,770,562	1.404%	1.732%	1.094%	1.358%	1.431%
2007	189,335,118	1.373%	1.693%	1.070%	1.328%	1.399%
2011	199,254,414	1.230%	1.516%	0.958%	1.189%	1.253%
2016	210,663,930	1.053%	1.299%	0.821%	1.019%	1.073%
2021	221,098,714	0.922%	1.138%	0.719%	0.892%	0.940%
2026	230,731,063	0.812%	1.001%	0.633%	0.785%	0.827%
2031	239,371,493	0.687%	0.847%	0.536%	0.665%	0.700%
2036	246,652,529	0.542%	0.668%	0.422%	0.524%	0.552%
2042	253,484,968	0.399%	0.492%	0.311%	0.386%	0.406%

Fonte: IBGE, 2007- Perspectivas de Crescimento Populacional

Procedeu-se, adicionalmente, a uma análise mais detalhada da evolução entre 2000 e 2004 dos municípios lindeiros, de forma a identificar possíveis diferenças entre esses municípios, já que incluem regiões tão distintas como a RMBH e demais municípios lindeiros.

Figura 5.3 – Taxas de Crescimento Populacional - Expectativa de crescimento populacional



A análise da evolução histórica da população desses grupos de municípios lindeiros sugere que suas taxas de crescimento são diferenciadas, sendo mais elevadas para aqueles situados em regiões metropolitanas e menores para os demais.

5.3. Determinação de Fatores de Crescimento do Tráfego

5.3.1. Elasticidade - PIB do volume de tráfego

A elasticidade - PIB do volume de tráfego foi estimada com base no índice de atividade da ABCR – Associação Brasileira de Concessões Rodoviárias, para o Brasil, que mede a evolução do volume de tráfego nas praças de pedágio das rodovias sob concessão no país, sendo, portanto, bastante representativo para o tráfego rodoviário em geral. Esse índice foi considerado separadamente para veículos leves (autos) e pesados (caminhões e ônibus, com grande predomínio dos primeiros), uma vez que cada uma dessas categorias vem apresentando evolução claramente distinta em relação à outra ao longo do tempo.

Com vistas a poder se obter estimativas mais confiáveis da elasticidade-PIB, foi também considerada a evolução passada dos preços dos combustíveis, uma vez que vem apresentando expressiva variação de seu valor real ao longo do tempo, que pode ter tido influência potencialmente significativa na evolução do volume de tráfego nas rodovias e que, se não considerada, poderia distorcer as estimativas de elasticidade-PIB pretendidas.

Os dados utilizados para a estimativa da elasticidade - PIB dos volumes de tráfego compreendem:

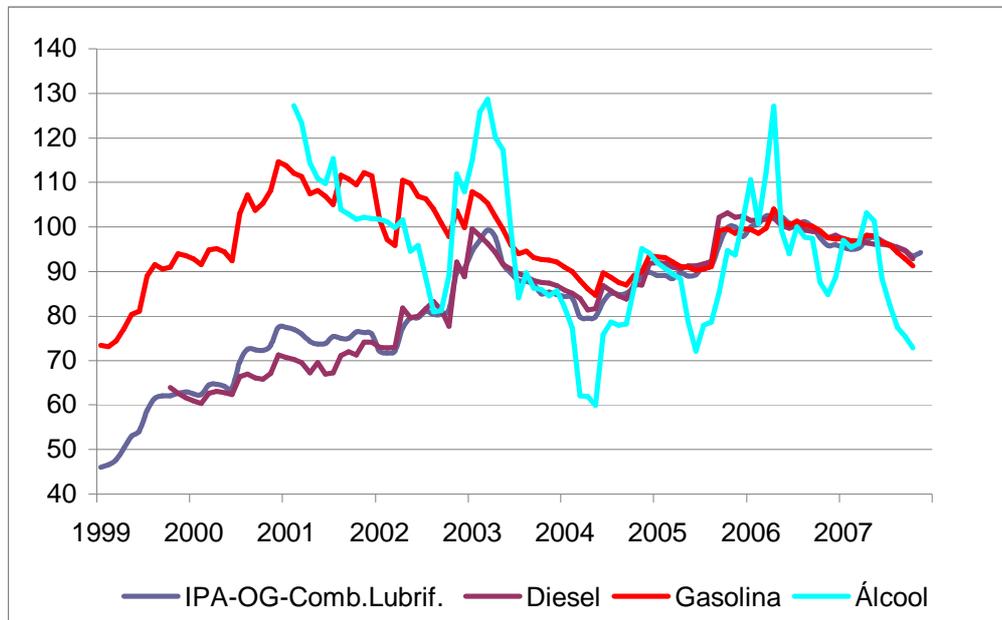
- **Índice de atividade ABCR – Brasil, para veículos leves e pesados separadamente**
 - Fonte: ABCR
 - base mensal
 - Jan-99 a Dez-07

- PIB: índice encadeado – preços de mercado, segundo metodologias adotadas pelo IBGE anteriormente (referência 1985) e atualmente (referência 2000, divulgada desde Março 07)
 - Fonte: IBGE (in IPEADData)
 - base trimestral
 - 1º trimestre-98 a 4º trimestre-07 (no caso do índice referência 1985 até Dez-06, uma vez que o IBGE não o divulga para períodos posteriores a essa data)
- Preço dos combustíveis para os veículos leves: preço de venda no varejo de gasolina e de álcool no município de São Paulo (notando-se que os preços em outras localidades tendem a ter evolução semelhante), em valores correntes (posteriormente corrigido pelo IGP-M)
 - Fonte: “Frota & Cia” (publicação especializada do setor de transportes por veículos automotores leves e pesados)
 - Base mensal
 - Janeiro -99 a Outubro -2007
- Preço dos combustíveis para os veículos pesados: índice de preço no atacado – oferta global – combustíveis e lubrificantes, em valores correntes (posteriormente corrigido pelo IGP-M)
 - Fonte: FGV – Fundação Getúlio Vargas / Conjuntura Econômica (in IPEADData)
 - Base mensal
 - Janeiro -98 a Dezembro -07

Note-se em relação aos preços dos combustíveis, o que segue:

- Os preços da gasolina e do óleo diesel – em valor monetário constante – apresentaram evolução distinta entre 1999 e 2002, passando a apresentar evolução semelhante somente a partir de 2003, como mostra o gráfico a seguir:

Figura 5.4 – Evolução dos preços dos combustíveis - base mensal – Janeiro de 1999 a Outubro de 2007



(1) Observação: Índice – média de 2006 = 100 - (preços em valores correntes corrigidos pela variação do IGP-M)
 (2) Fonte: FGV: Índice de preços no atacado – oferta global – combustíveis e lubrificantes (IPA-OG-Comb.Lubrif.) e IGP-M (Índice Geral de Preços – Mercado)
 Frota e Cia: preços no varejo no município de São Paulo de gasolina, álcool e óleo diesel

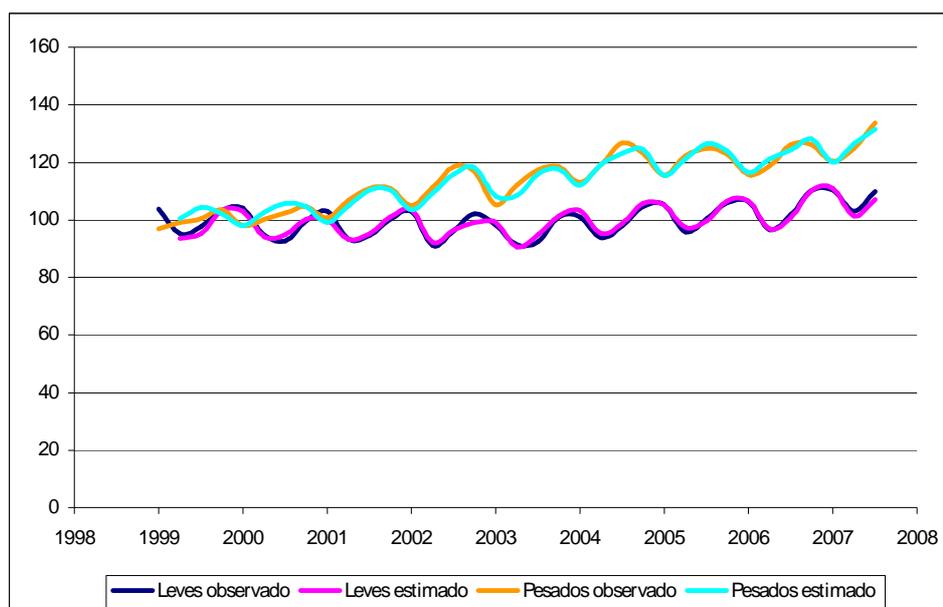
- O índice de preços no atacado de combustíveis e lubrificantes da FGV vem apresentando evolução praticamente igual à do preço no varejo do óleo Diesel no município de São Paulo, como mostra o gráfico acima – tendo isto em vista, bem como que o índice da FGV abrange período mais amplo e mais atualizado, optou-se por considerá-lo como indicador de preço dos combustíveis para os veículos pesados;
- A evolução do preço do álcool acompanha a do preço da gasolina, porém com maior volatilidade, como mostra o gráfico acima – verificou-se que a inclusão do preço do álcool não contribuiria para se obter determinação mais precisa da evolução do índice ABCR de veículos leves, por este motivo não tendo sido posteriormente considerado.

As elasticidades do índice ABCR em relação ao PIB do Brasil e ao preço dos combustíveis foram estimadas por meio de modelo de regressão / série temporal

ajustado com o “software” EViews, para dados agregados em base trimestral (a base em que o PIB é informado), tendo o logaritmo do índice ABCR como variável dependente e os logaritmos do índice do PIB do Brasil e do preço ou índice de preço dos combustíveis como variáveis independentes (junto com “dummies” para os trimestres e termos de auto-regressão e média móvel para correção de autocorrelação de resíduos, quando aplicáveis).

Os modelos de regressão / série temporal ajustados apresentaram estimativas do índice ABCR bem próximas dos valores observados, o que se verifica pelo desvio percentual absoluto médio de 1,1% entre os valores estimados e observados, em base trimestral, no caso de veículos leves e 1,4%, no caso de veículos pesados, bem como pelo coeficiente de determinação (r-quadrado), igual a 0,93 para veículos leves e 0,96 para veículos pesados. Para ilustração, o gráfico a seguir mostra os valores observados e os estimados pelos modelos. Em particular, deve ser ressaltado que as estimativas de elasticidade obtidas pelo ajuste dos modelos são altamente significativas.

Figura 5.5 – Índice ABCR- Brasil – Veículos leves e pesados



Valores observados e valores estimados pelos modelos de regressão / série temporal – base trimestral – 1º trimestre de 1999 ao 4º trimestre de 2007

Adicionalmente, os modelos de regressão / série temporal ajustados tiveram sua adequação diagnosticada em relação a autocorrelação de resíduos (estatística Q de Ljung-Box aplicada aos valores dos resíduos e seus quadrados, bem como teste do multiplicador de Lagrange), heteroscedasticidade (teste de White) e quebra temporal (teste de Chow), tendo apresentado resultados aceitáveis em todos os casos

Para a comparação de resultados, foram feitas análises com base nas duas metodologias de contabilização do PIB (referência 1985 e 2000), bem como diferentes períodos de observação dos dados, incluindo as bases adotadas no estudo da BR116 / BR324 no estado da Bahia, como mostram as duas tabelas a seguir.

Tabela 5.2 – Resultados Veículos leves – estimativas de elasticidade - PIB e - preço dos combustíveis

PIB adotado	Período de observação	Elasticidades					
		valor estimado	PIB		valor estimado	Preço dos combustíveis ¹	
			limites do intervalo de 90% de confiança			limites do intervalo de 90% de confiança	
			inferior	superior		inferior	superior
ref 2000	1999:T1-2007:T4	0,69	0,53	0,86	-0,24	-0,35	-0,13
ref 1985	1999:T1-2006:T4	0,83	0,56	1,10	-0,19	-0,28	-0,11
ref 1985 ²	1999:T1-2005:T3	0,67	0,35	0,98	-0,18	-0,26	-0,09

Notas: 1. A estimativa com base na referência 2000 (1ª linha de dados da tabela) foi obtida considerando o preço no varejo da gasolina, enquanto as estimativas com base na referência 1985 (2ª e 3ª linha de dados da tabela) foram obtidas considerando o índice de preço no atacado de combustíveis e lubrificantes da FGV.
 2. Esta linha corresponde aos resultados obtidos no estudo da BR116/BR324 na Bahia (IFC).
 3. Os valores estimados para as elasticidades acima não diferem significativamente entre os três casos analisados, como se pode constatar pelos limites dos respectivos intervalos de confiança.
 4. O PIB calculado pela metodologia nova do IBGE vem crescendo, mais recentemente, a taxas maiores do que o pela metodologia antiga, o que leva a redução das elasticidades ao se passar do PIB referência 1985 para referência 2000.

Tabela 5.3 – Resultados Caminhões (veículos pesados) – estimativas de elasticidade - PIB

PIB adotado	Período de observação	valor estimado	Elasticidade-PIB	
			limites do intervalo de 90% de confiança	
			inferior	superior
ref 2000	1999:T1-2007:T4	0,93	0,65	1,21
ref 1985	1999:T1-2006:T4	1,11	0,61	1,61
ref 1985 ¹	1999:T1-2005:T3	1,21	0,84	1,59

Notas: 1. Esta linha corresponde aos resultados obtidos no estudo da BR116/BR324 na Bahia (IFC).
 2. Os valores estimados para as elasticidades acima não diferem significativamente entre os três casos analisados, como se pode constatar pelos limites dos respectivos intervalos de confiança.
 3. O PIB calculado pela metodologia nova vem crescendo, mais recentemente, a taxas maiores do que o pela metodologia antiga, o que leva a redução das elasticidades ao se passar do PIB referência 1985 para referência 2000
 4. No caso de veículos pesados a elasticidade-preço dos combustíveis não se mostrou significativamente diferente de zero.

Os resultados utilizados para as projeções de tráfego neste estudo correspondem a aqueles estimados com base no PIB segundo a metodologia mais recente (referência 2000) com dados observados para o período do 1º trimestre de 1999 ao 4º trimestre de 2007 (primeira linha de dados em cada uma das duas tabelas acima), ou seja, elasticidade - PIB igual a 0,69 para veículos leves e 0,93 para veículos pesados.

5.3.2. Projeção do PIB Brasil

A projeção do PIB do Brasil foi elaborada com base no que segue:

- a) Valor do PIB divulgado pelo IBGE para 2006 em valor monetário constante (R\$ de 2000), segundo a metodologia mais recentemente adotada (referência 2000);
- b) As análises iniciais haviam considerado uma taxa média de crescimento do PIB projetada para o Brasil no período de 2007 a 2042 equivalente a 3,8% ao ano, que utilizava como parâmetros básicos as estimativas de crescimento do PIB nacional, do Grupo Focus, do Banco Central, de março de 2007;
- c) Posteriormente, conforme orientações da Secretaria do Tesouro Nacional, do Ministério da Fazenda, STN/MF, foi adotada uma taxa média de



crescimento do PIB nacional de 4,5% ao ano ao longo do período de concessão.

A tabela 5.4 a seguir mostra a projeção assim obtida para do PIB do Brasil e os correspondentes valores da variação em relação ao ano anterior

Tabela 5.4 – Brasil – PIB – valor observado em 2006 e projeção para 2007-2042

Ano	PIB Brasil em R\$ de 2000 (R\$ mil)	Variação % em relação ao ano anterior
2006	1.403.931.813	3,75%
2007	1.476.936.267	5,20%
2008	1.553.281.835	5,17%
2009	1.628.727.375	4,86%
2010	1.706.362.049	4,77%
2011	1.788.040.738	4,79%
2012	1.873.246.808	4,77%
2013	1.962.114.736	4,74%
2014	2.054.783.371	4,72%
2015	2.151.396.044	4,70%
2016	2.252.100.690	4,68%
2017	2.357.049.960	4,66%
2018	2.466.401.344	4,64%
2019	2.580.317.292	4,62%
2020	2.698.965.337	4,60%
2021	2.822.518.222	4,58%
2022	2.951.154.027	4,56%
2023	3.085.056.300	4,54%
2024	3.224.414.188	4,52%
2025	3.369.422.571	4,50%
2026	3.520.282.200	4,48%
2027	3.677.199.834	4,46%
2028	3.840.388.379	4,44%
2029	4.010.067.034	4,42%
2030	4.186.461.432	4,40%
2031	4.369.803.789	4,38%
2032	4.560.333.052	4,36%
2033	4.758.295.049	4,34%
2034	4.963.942.641	4,32%
2035	5.177.535.883	4,30%
2036	5.399.342.171	4,28%
2037	5.629.636.410	4,27%
2038	5.868.701.171	4,25%
2039	6.116.826.853	4,23%
2040	6.374.311.852	4,21%
2041	6.641.462.725	4,19%
2042	6.918.594.361	4,17%

Nota: variação em relação ao ano anterior:

- Preto: observado
- Verde: valores interpolados exponencialmente entre o valor de 2007;
- valor adotado para 2042, igual a 4,17%

A taxa média de crescimento do PIB Brasil no período de 2007 a 2042 correspondentes aos valores acima é igual a 4,5% ao ano.

5.3.3. Projeção do PIB das Unidades da Federação (Estados)

A projeção do PIB de cada uma das unidades da federação (UF) em base anual até 2042 foi elaborada como segue:

- a) Obteve-se do IBGE dados referentes ao PIB das Unidades da Federação (Estado) para o período 2002 a 2005 apurados pela metodologia mais recentemente adotada (referência 2000) – note-se que o IBGE não divulga valores para de PIB das Unidades da Federação segundo esta nova metodologia para anos anteriores, tampouco – atualmente – para anos mais recentes;
- b) Ajustou-se modelo de regressão tendo o logaritmo do PIB de cada UF como variável dependente e o logaritmo do PIB do Brasil como variável independente e, alternativamente, tendo o tempo (anos) como variável independente. Para cada UF foi escolhido o modelo de regressão que apresentou melhor ajuste entre os dois, tendo por base o maior valor do coeficiente de determinação (R^2 -quadrado). A tabela a seguir mostra os resultados obtidos, inclusive o coeficiente de determinação (R^2) – nos caso em que o modelo de regressão de melhor ajuste foi com o tempo, a tabela apresenta o valor da taxa média de crescimento anual estimada, indicada como “Tmca estimada”:

Tabela 5.5 – Brasil – Unidades da Federação (UF) – Estimativas da elasticidade-PIB do Brasil ou taxa média de crescimento anual (“Tmca estimada”) do PIB das Unidades da Federação

UF	Elasticidade-PIB Brasil	Tmca estimada	R ²
Acre	1,76		0,99
Alagoas	0,96		0,98
Amapá	0,32		0,95
Amazonas	1,66		0,98
Bahia	1,35		0,80
Ceará	0,79		0,99
Distrito Federal	0,86		0,89
Espírito Santo	3,05		0,53
Goiás	0,33		0,87
Maranhão		7,6%	1,00
Mato Grosso		11,9%	0,99
Mato Grosso do Sul		2,6%	0,98
Minas Gerais	1,44		0,99
Pará	1,56		0,94
Paraíba		0,7%	0,35
Paraná		2,9%	0,99
Pernambuco	0,76		0,80
Piauí		4,3%	0,61
Rio de Janeiro	1,14		0,87
Rio Grande do Norte	1,16		0,96
Rio Grande do Sul		1,4%	0,49
Rondônia		7,9%	1,00
Roraima		0,8%	0,11
Santa Catarina		5,3%	0,13
São Paulo	0,73		0,87
Sergipe	0,73		0,22
Tocantins		7,0%	0,85

base: PIB do Brasil e das UFs – 2002-2005 (referência 2000)

Verifica-se pelos valores de R² (r-quadrado) mostrados na tabela o bom ajuste obtido, exceto para os estados de Paraíba, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina e Sergipe, os quais, entretanto, têm menor importância para a geração de tráfego na rodovia em estudo.

- c) Com base nos modelos de regressão indicados acima e nos valores do PIB do Brasil informado para 2006 e projetados para 2007-2042 se obteve uma projeção inicial do PIB das Unidades da Federação para o período 2006-2042.

Verificou-se que esta projeção inicial levava a valores implausivelmente altos do PIB dos estados de Espírito Santo e Mato Grosso para anos futuros mais distantes (veja-se na tabela anterior que a elasticidade - PIB do Brasil estimada para o Espírito Santo é igual a 3,05 e a taxa média de crescimento anual do PIB estimada para o Mato Grosso é igual a 11,9% – esses valores são compatíveis com a evolução recente do PIB desses estados, mas não seria razoável se admitir que viessem a se manter até 2042). Diante disto, optou-se por limitar o crescimento futuro do PIB projetado para esses dois estados por meio de fator redutor exponencial que levasse a taxa média de crescimento anual do PIB de 2007 a 2042 na projeção inicial para o valor de 6% (com a aplicação desse fator de redução, as taxas de crescimento do PIB desses dois estados é mais alta nos primeiros anos da projeção, seguindo a tendência recentemente observada, porém decrescente, de forma a que na média do período considerado – 2007 a 2042 – seja igual a 6%);

- d) A partir da projeção inicial do PIB das Unidades da Federação acima se procedeu a uma correção de forma que a soma dos valores do PIB das Unidades da Federação em cada ano igualasse o correspondente valor projetado para o PIB do Brasil, obtendo-se a projeção adotada. Esta correção foi determinada por cálculo correspondente à equação indicada a seguir aplicada iterativamente a cada ano a partir de 2006:

$$PIB_{j,t} = PIB_{j,t-1} + \frac{PIBBR_t - PIBBR_{t-1}}{\sum_j (PIB_{j,t}^* - PIB_{j,t-1})} (PIB_{j,t}^* - PIB_{j,t-1}), \text{ onde:}$$

- $PIB_{j,t}$: PIB da UF “j” projetado para o ano “t” (2006 a 2042) – ou PIB observado no caso de 2005;
- $PIB_{j,t}^*$: PIB da UF “j” inicialmente projetado para o ano “t” (2006 a 2042), com a limitação indicada nos casos dos estados de Espírito Santo e Mato Grosso;

- $PIBBR_t$: PIB do Brasil observado ou projetado para o ano “t” (2006 a 2042).

A tabela a seguir mostra os valores da taxa média de crescimento anual do PIB das UFs no período 2007-2042 conforme a projeção assim obtida:

Tabela 5.6 – Brasil – Unidades da Federação (UF) – Taxa média de crescimento anual (tmca) do PIB projetado – 2007-2042

UF	Tmca PIB 2007-2042
Acre	6,97%
Alagoas	4,05%
Amazonas	6,60%
Amapá	1,76%
Bahia	5,47%
Ceará	3,41%
Distrito Federal	3,68%
Espírito Santo	6,70%
Goiás	1,80%
Maranhão	7,66%
Minas Gerais	5,79%
Mato Grosso do Sul	3,02%
Mato Grosso	6,59%
Pará	6,23%
Paraíba	1,29%
Pernambuco	3,32%
Piauí	4,59%
Paraná	3,30%
Rio de Janeiro	4,68%
Rio Grande do Norte	4,75%
Rondônia	7,89%
Roraima	1,36%
Rio Grande do Sul	1,92%
Santa Catarina	5,54%
Sergipe	3,23%
São Paulo	3,23%
Tocantins	7,09%
Brasil	4,50%

5.3.4. Projeção do PIB das Zonas de Tráfego

De forma análoga, foram determinadas as projeções de PIB para os municípios lindeiros, os demais municípios de Minas Gerais, que foram tratados em termos de

microregião, os demais municipais de Goiás que foram tratados em termos de mesorregião e os municípios dos Estados vizinhos que foram tratados em termos de mesorregião, evitando assim de se adotar uma média geral para esses estados e principalmente para Minas Gerais e Goiás, garantindo a especificidade de cada subtrecho da rodovia em estudo.

5.3.4.1. Zonas sub-UF consideradas

As projeções se referem a 255 zonas definidas como desagregações dos seguintes estados: BA - Bahia (7 zonas), ES - Espírito Santo (4 zonas), GO - Goiás (25 zonas), MG - Minas Gerais (198 zonas), RJ - Rio de Janeiro (6 zonas) e SP - São Paulo (15 zonas).

As zonas de tráfego definidas para este estudo compreendem unidades da federação individuais ou, no caso de alguns estados (Minas Gerais, Goiás e outros), subdivisões territoriais dessas unidades compreendendo um ou mais municípios, como indicado anteriormente. Para o primeiro caso valem os valores projetados por UF, determinados como descrito anteriormente – para o segundo caso foi elaborada uma projeção do PIB das zonas de tráfego como segue:

- a) Obteve-se do IBGE dados referentes ao PIB dos municípios do Brasil para o período 2002 a 2005 apurados pela metodologia mais recentemente adotada (referência 2000) – note-se que o IBGE não divulga valores de PIB de municípios segundo esta nova metodologia para anos anteriores, tampouco – atualmente – para anos mais recentes;
- b) Foram ajustados três modelo de regressão para cada município tendo o logaritmo do PIB de cada Unidade da Federação (UF) como variável dependente: o primeiro tendo como variável independente o PIB do Brasil, o segundo, o PIB da Unidade da Federação (UF) onde se localiza o município, e o terceiro, o tempo (anos). Para cada município foi escolhido o modelo de regressão que apresentou melhor ajuste entre esses três, tendo por base o maior valor do coeficiente de determinação (R^2). A tabela a seguir mostra os resultados obtidos para alguns municípios mais importantes, inclusive o coeficiente de determinação (R^2) – nos casos em que o modelo de regressão

de melhor ajuste foi com o tempo, a tabela apresenta o valor da taxa média de crescimento anual estimada, indicada como “Tmca estimada”:

Tabela 5.7 Brasil – Municípios Selecionados – Estimativas da elasticidade-PIB do Brasil ou - PIB da UF ou taxa média de crescimento anual (“Tmca estimada”) do PIB dos municípios

Município - UF	Elasticidade-PIB		Tmca estimada	R ²
	Brasil	UF		
São Paulo, SP		0,83		0,73
Rio de Janeiro, RJ		0,50		0,51
Belo Horizonte, MG		0,39		0,64
Barueri, SP		4,50		0,97
Salvador, BA		0,57		0,48
Guarulhos, SP		2,01		0,93
Campinas, SP		1,36		0,65
São Bernardo do Campo, SP			4,7%	0,95
Osasco, SP			6,4%	0,99
Duque de Caxias, RJ			7,1%	0,92
São José dos Campos, SP			-1,2%	0,04
Campos dos Goytacazes, RJ			14,9%	0,83
Vitória, ES		1,43		0,97
Betim, MG		1,47		0,99
Goiânia, GO	0,33			0,23
Santo André, SP			2,3%	0,37
Camaçari, BA			11,2%	0,99
Jundiaí, SP	1,94			0,91
Ribeirão Preto, SP		1,48		0,91
Contagem, MG	0,91			0,88
Uberlândia, MG			2,8%	0,92
Sorocaba, SP	1,61			0,98
Santos, SP			-8,8%	0,46
São Caetano do Sul, SP		4,55		0,96
Diadema, SP		2,86		0,98

base: PIB do Brasil, das UFs e dos municípios – 2002-2005 (referência 2000)

Verifica-se pelos valores de R² mostrados na tabela o bom ajuste obtido na maioria dos casos.

- c) Com base nos modelos de regressão indicados acima e nos valores do PIB do Brasil ou de sua Unidade da Federação observados ou projetados para 2007-2042 se obteve uma projeção inicial do PIB dos municípios para o período 2006-2042. A partir dessa projeção inicial do PIB dos municípios se procedeu a

uma correção de forma que a soma dos valores do PIB dos municípios de cada UF em cada ano igualasse o valor do PIB anteriormente projetado para a própria UF, obtendo-se a projeção adotada. Esta correção foi determinada de forma análoga à indicada anteriormente para as Unidades de Federação em relação ao país, conforme anteriormente apresentado..

- d) A partir da projeção do PIB de municípios obtida como acima se determinou por soma o PIB de cada zona de tráfego correspondente a subdivisão de UF.

Note-se que o procedimento adotado para a projeção do PIB dos municípios, em particular a correção adotada para que a soma dos PIB's projetados para os municípios de determinada UF iguale o valor projetado do PIB da Unidade de Federação a cada ano, faz com que o crescimento inicialmente mais acentuado do PIB (positivo ou negativo) tenda a se atenuar ao longo dos anos, como seria de se esperar – como exemplos:

- Campos de Goytacazes, Rio de Janeiro, cujo PIB cresceu à taxa média observada de 14,9% ao ano entre 2002 e 2005, sendo que a taxa média de crescimento anual de sua projeção para 2007-2042 é igual a apenas 4,5%, com variação de seu PIB projetado em relação ao ano anterior igual a 10,2% em 2008 (mantendo inicialmente a tendência a alto crescimento observada recentemente), reduzindo-se gradativamente ao longo dos anos até 2,8% em 2042;
- São Caetano do Sul, SP, para cujo PIB foi estimada elasticidade-PIB da UF igual a 4,55 (e cuja taxa média de crescimento anual observada de 2002 a 2005 foi de 13,5%), sendo que a taxa média de crescimento anual da projeção de seu PIB para 2007-2042 é igual a apenas 5,0%, com variação de seu PIB projetado em relação ao ano anterior igual a 12,3% em 2008, reduzindo-se gradativamente até 2,6% em 2042;

- Belo Horizonte, MG, (exemplo de baixo crescimento inicial, para comparação com os dois exemplos de alto crescimento, acima), para cujo PIB foi estimada elasticidade-PIB da UF igual a 0,39 (e cuja taxa média de crescimento anual observada de 2002 a 2005 foi de 1,5%), sendo que a taxa média de crescimento anual da projeção de seu PIB para 2007-2042 é igual a 1,7%, com variação de seu PIB projetado em relação ao ano anterior igual a 2,8% em 2008, reduzindo-se gradativamente até 1,4% em 2042.

A mesma observação vale para a projeção do PIB das UFs apresentada anteriormente, ainda que neste caso não houve crescimentos tão acentuados quanto os verificados para municípios individuais.

A tabela a seguir mostra a taxa média de crescimento anual do PIB projetado para o período 2007-2042 das zonas de tráfego correspondentes a subdivisões de UFs.

Tabela 5.8 – Taxa Média de Crescimento Anual PIB – 2007-2042 – Municípios Lindeiros

1. Município Lindeiro	4,54%	MG	5,21%	MG	5,21%
DF	3,67%	CHIADOR	0,55%	MORRO DA GARÇA	-1,78%
BRASILIA	3,67%	CONFINES	11,65%	NOVA LIMA	5,22%
GO	2,43%	CONGONHAS	9,31%	OLARIA	0,88%
ABADIANIA	1,24%	CONSELHEIRO LAFAIETE	5,29%	OLIVEIRA FORTES	1,60%
AGUA FRIA DE GOIAS	2,68%	CONTAGEM	2,54%	OURO BRANCO	8,29%
AGUAS LINDAS DE GOIAS	1,99%	CORDISBURGO	1,78%	OURO PRETO	8,23%
ALEXANIA	6,59%	CORINTO	2,01%	PAINEIRAS	0,87%
CABECEIRAS	1,13%	CORONEL PACHECO	3,62%	PAIVA	-0,23%
CIDADE OCIDENTAL	1,79%	CRISTIANO OTONI	2,41%	PAPAGAIOS	5,63%
COCALZINHO DE GOIAS	0,82%	CRUCILANDIA	1,11%	PARACATU	1,76%
CORUMBA DE GOIAS	0,90%	CURVELO	3,69%	PARAOPEBA	4,33%
CRISTALINA	0,05%	DESCOBERTO	0,10%	PEDRO LEOPOLDO	-1,34%
FORMOSA	1,28%	DESTERRO DE ENTRE RIOS	4,01%	PEDRO TEIXEIRA	-0,08%
LUZIANIA	2,23%	DESTERRO DO MELO	1,23%	PEQUERI	4,12%
MIMOSO DE GOIAS	2,28%	DIOGO DE VASCONCELOS	0,45%	PEQUI	1,83%
NOVO GAMA	1,82%	ENTRE RIOS DE MINAS	1,33%	PIAU	3,34%
PADRE BERNARDO	1,93%	ESMERALDAS	1,42%	PIEDADE DOS GERAIS	3,18%
PIRENOPOLIS	-0,13%	EWBANK DA CAMARA	1,40%	POMPEU	5,00%
PLANALTINA	1,58%	FELIXLANDIA	2,07%	PRESIDENTE JUSCELINO	3,39%
SANTO ANTONIO DO DESCOBERTO	1,94%	FORTUNA DE MINAS	0,14%	PRESIDENTE OLEGARIO	1,42%
VALPARAISO DE GOIAS	1,34%	FUNILANDIA	0,97%	PRUDENTE DE MORAIS	2,96%
VILA BOA	0,81%	GOIANA	1,40%	QUELUZITA	-2,19%
VILA PROPICIO	-0,01%	GUARARA	0,61%	RAPOSOS	0,32%
MG	5,21%	GUARDA-MOR	-0,40%	RESSAQUINHA	6,05%
ABAETE	2,60%	IBERTIOGA	1,24%	RIBEIRAO DAS NEVES	1,96%
ALFREDO VASCONCELOS	13,83%	IBIRITE	6,37%	RIO ACIMA	-3,69%
ANTONIO CARLOS	2,51%	IGARAPE	6,67%	RIO MANSO	1,87%
ARACAI	2,08%	INHAUMA	5,87%	RIO NOVO	0,27%
ARACITABA	0,97%	INIMUTABA	4,04%	RIO PRETO	4,44%
AUGUSTO DE LIMA	0,12%	ITABIRITO	5,32%	ROCHEDO DE MINAS	2,37%
BALDIM	2,23%	ITAGUARA	8,27%	SABARA	3,55%
BARBACENA	2,61%	ITATIAIUCU	12,16%	SANTA BARBARA DO MONTE VERDE	0,05%
BARROSO	-2,07%	ITAVERAVA	-0,63%	SANTA BARBARA DO TUGURIO	0,16%
BELMIRO BRAGA	-1,36%	JABOTICATUBAS	2,92%	SANTA LUZIA	4,39%
BELO HORIZONTE	1,69%	JECEABA	0,41%	SANTA RITA DE JACUTINGA	6,60%
BELO VALE	1,67%	JEQUITIBA	1,85%	SANTANA DE PIRAPAMA	1,71%
BETIM	4,82%	JOAO PINHEIRO	4,21%	SANTANA DO DESERTO	-2,06%
BIAS FORTES	0,21%	JOAQUIM FELICIO	1,46%	SANTANA DO RIACHO	4,02%
BICAS	1,34%	JUATUBA	5,62%	SANTANA DOS MONTES	0,01%
BIQUINHAS	0,06%	JUIZ DE FORA	1,81%	SANTO HIPOLITO	2,53%
BONFIM	2,81%	LAGAMAR	0,89%	SANTOS DUMONT	2,47%
BRASILANDIA DE MINAS	6,34%	LAGOA GRANDE	2,38%	SAO BRAS DO SUACUI	13,59%
BRUMADINHO	10,11%	LAGOA SANTA	4,69%	SAO GONCALO DO ABAETE	5,00%
BUENOPOLIS	1,57%	LIMA DUARTE	1,37%	SAO JOAO NEPOMUCENO	2,18%
CACHOEIRA DA PRATA	1,75%	MAR DE ESPANHA	1,79%	SAO JOAQUIM DE BICAS	9,05%
CAETANOPOLIS	4,05%	MARAVILHAS	6,56%	SAO JOSE DA LAPA	4,04%
CAETE	3,24%	MARIANA	9,04%	SARZEDO	-2,19%
CAPELA NOVA	0,21%	MARIO CAMPOS	1,18%	SENADOR CORTES	1,67%
CAPIM BRANCO	0,25%	MARIPA DE MINAS	0,39%	SENHORA DOS REMEDIOS	1,01%
CARANAIBA	1,29%	MATEUS LEME	6,10%	SETE LAGOAS	7,37%
CARANDAI	2,94%	MATIAS BARBOSA	11,23%	SIMAO PEREIRA	1,75%
CASA GRANDE	-0,52%	MATOZINHOS	4,07%	TRES MARIAS	8,96%
CATAS ALTAS DA NORUEGA	0,32%	MOEDA	4,36%	VARJAO DE MINAS	8,27%
CEDRO DO ABAETE	1,95%	MONJOLOS	1,44%	VAZANTE	6,27%
CHACARA	0,04%	MORADA NOVA DE MINAS	2,90%	VESPASIANO	-3,25%

Tabela 5.9 – Taxa Média de Crescimento Anual PIB – 2007-2042 – MG e Estados Vizinhos

2.MG	6,14%	3.Estados Vizinhos	4,06%
MG	6,14%	BA	5,46%
AIMORES	3,25%	CENTRO NORTE BAIANO	5,39%
ALFENAS	3,50%	CENTRO SUL BAIANO	4,98%
ALMENARA	0,92%	EXTREMO OESTE BAIANO	8,56%
ANDRELANDIA	2,40%	METROPOLITANA DE SALVADOR	4,98%
ARACUAI	2,28%	NORDESTE BAIANO	5,44%
ARAXA	7,01%	SUL BAIANO	5,74%
BOCAIUVA	4,07%	VALE SAO-FRANCISCANO DA BAHIA	2,57%
BOM DESPACHO	4,77%	ES	6,55%
CAMPO BELO	8,52%	CENTRAL ESPIRITO-SANTENSE	6,22%
CAPELINHA	8,01%	LITORAL NORTE ESPIRITO-SANTENSE	7,39%
CARATINGA	4,15%	NOROESTE ESPIRITO-SANTENSE	5,43%
CATAGUASES	3,06%	SUL ESPIRITO-SANTENSE	7,85%
CONCEICAO DO MATO DENTRO	1,84%	GO	1,72%
DIAMANTINA	2,22%	CENTRO GOIANO	1,15%
DIVINOPOLIS	6,07%	LESTE GOIANO	3,62%
FORMIGA	3,79%	NOROESTE GOIANO	2,54%
FRUTAL	7,06%	NORTE GOIANO	2,97%
GOVERNADOR VALADARES	1,39%	SUL GOIANO	2,05%
GRAO MOGOL	2,14%	RJ	4,67%
GUANHAES	7,42%	BAIXADAS	7,52%
IPATINGA	6,70%	CENTRO FLUMINENSE	1,55%
ITABIRA	8,78%	METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	2,79%
ITAJUBA	5,36%	NOROESTE FLUMINENSE	6,54%
ITUIUTABA	3,88%	NORTE FLUMINENSE	6,28%
JANAUBA	2,30%	SUL FLUMINENSE	7,18%
JANUARIA	3,34%	SP	3,22%
JUIZ DE FORA	1,85%	ARACATUBA	2,04%
LAVRAS	7,72%	ARARAQUARA	0,44%
MANHUACU	4,92%	ASSIS	3,15%
MANTENA	3,72%	BAURU	4,59%
MONTES CLAROS	3,28%	CAMPINAS	4,83%
MURIAE	3,18%	ITAPETININGA	4,59%
NANUQUE	1,75%	LITORAL SUL PAULISTA	0,62%
OLIVEIRA	5,38%	MACRO METROPOLITANA PAULISTA	4,51%
PARA DE MINAS	5,04%	MARILIA	1,56%
PASSOS	9,18%	METROPOLITANA DE SAO PAULO	2,71%
PATOS DE MINAS	5,71%	PIRACICABA	2,71%
PATROCINIO	3,47%	PRESIDENTE PRUDENTE	1,77%
PECANHA	1,41%	RIBEIRAO PRETO	3,70%
PEDRA AZUL	6,36%	SAO JOSE DO RIO PRETO	2,16%
PIRAPORA	6,71%	VALE DO PARAIBA PAULISTA	2,65%
PIUI	6,04%		
POCOS DE CALDAS	4,35%		
PONTE NOVA	3,57%		
POUSO ALEGRE	6,25%		
SALINAS	3,35%		
SANTA RITA DO SAPUCAI	6,57%		
SAO JOAO DEL REI	7,45%		
SAO LOURENCO	4,84%		
SAO SEBASTIAO DO PARAISO	7,38%		
TEOFILO OTONI	2,18%		
UBA	4,55%		
UBERABA	6,78%		
UBERLANDIA	5,46%		
UNAI	4,65%		
VARGINHA	4,43%		
VICOSA	3,28%		