

Carlos Eduardo da Gama Torres

**TRANSPORTES E DESENVOLVIMENTO REGIONAL: UMA
ANÁLISE DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL SOBRE
OS IMPACTOS NA MELHORIA DA INFRA-ESTRUTURA DE
TRANSPORTE RODOVIÁRIO EM MINAS GERAIS**

Belo Horizonte, MG
UFMG/Cedeplar
2009

Carlos Eduardo da Gama Torres

**TRANSPORTES E DESENVOLVIMENTO REGIONAL: UMA
ANÁLISE DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL SOBRE
OS IMPACTOS NA MELHORIA DA INFRA-ESTRUTURA DE
TRANSPORTE RODOVIÁRIO EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada ao curso de doutorado em economia do
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da
Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal
de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título
de doutor em economia.

Orientador: Prof. Dr. Edson Paulo Domingues

Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Silveira Martins

Belo Horizonte, MG
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional
Faculdade de Ciências Econômicas - UFMG
2009

A NEY TORRES, MARIA DO CARMO, ÉRIKA, ANA BEATRIZ E AQUELA QUE
ESTÁ POR VIR.

AGRADECIMENTOS

A Edson Domingues por sua disponibilidade, compreensão e competência, sem as quais não teria chegado ao final dessa jornada.

À direção da SEPLAG e da Escola de Governo por acreditarem e incentivarem o projeto.

Ao Prof. Dr. Eduardo Haddad pela cessão do modelo e da base de dados, além da atenção dispensada ao longo desta tese.

Ao Prof. Dr. Ricardo Martins por realçar a importância e amplitude do tema, além de sua orientação.

Aos professores do CEDEPLAR-UFMG por terem acreditado no meu potencial.

Aos colegas do curso, em especial Teófilo, por sua amizade e companheirismo, e Héder Carlos pela indispensável ajuda com os mapas.

A todos meus irmãos por ajudarem a reforçar os traços de caráter e honestidade.

Ao professor e amigo André Golgher por compartilhar seu conhecimento e influir na minha escolha profissional.

A Cláudio Burian por sua ajuda sempre pronta nos momentos críticos.

A todos aqueles que mesmo não sendo citados diretamente contribuíram para o término dessa etapa

RESUMO

Este trabalho visa compreender de uma maneira geral a relação entre melhorias na infra-estrutura de transporte rodoviário, o crescimento econômico e a desigualdade regional. Mais especificamente, foram considerados os efeitos relativos aos projetos de duplicação da BR-381, entre Belo Horizonte e Governador Valadares, recuperação da BR-262, no trecho compreendido entre Uberaba e Belo Horizonte, e recuperação da BR-116 nos trechos compreendidos entre a divisa de Minas Gerais com a Bahia e Governador Valadares, e Governador Valadares até a divisa de Minas Gerais com o Rio de Janeiro. Para tanto, estimou-se mediante o modelo de transporte HDM-4, os custos de implantação dos 4 projetos propostos, e os custos de transporte entre 109 zonas de tráfego, antes e após a implantação das melhorias. As alterações nos custos de transporte medidas pelo HDM-4 foram incorporadas como um vetor de choques exógenos ao modelo de equilíbrio geral computável B-MARIA-MG.

A partir dos resultados do modelo B-MARIA-MG, composto por 109 regiões e oito setores, foram calculados indicadores referentes à renda, desigualdade inter-regional, bem-estar, competitividade, emprego, preços, arrecadação de impostos e eficiência. Em conformidade com os trabalhos empíricos descritos ao longo da tese, os resultados do modelo B-MARIA-MG forneceram evidências de que a competição inter-regional desencadeada pela melhoria da oferta de infra-estrutura de transporte rodoviário em Minas Gerais, proporcionaria benefícios principalmente às regiões mais diretamente afetadas pelos investimentos e, em alguns casos, geraram efeitos negativos para outras regiões. No intuito de compreender de maneira mais ampla as relações entre custo/benefício entre os quatro projetos analisados foram ainda incorporados enquanto benefícios a redução nos custos dos acidentes de trânsito.

Palavras-chave: Transporte rodoviário - Minas Gerais. Desenvolvimento regional Equilíbrio geral computável. Infra estrutura (Economia).

ABSTRACT

This study aims to have a broad understanding of the relationship between improvements in the road transportation, economic growth and regional inequality. Specifically, this study took into consideration the effects of the following projects: the addition of a second lane road to BR-381 in the segments between the cities of Belo Horizonte and Governador Valadares; the reconstruction of the segment of the road BR-262 between the cities of Belo Horizonte and Uberaba; the reconstruction of the segment of the road BR-116 between the border of Minas Gerais and Bahia state to the city of Governador Valadares, and the reconstruction of the segment of the road BR-116 between the city of Governador Valadares to the border of Minas Gerais and Rio de Janeiro state. This study utilized the transportation model HDM-4 to estimate the construction costs for the four projects and the transportation costs between 109 traffic zones, before and after the road improvements. Transportation costs changes measured by HDM-4 model were incorporated as a exogenous vector shock to the computable general equilibrium model B-MARIA-MG.

Indexes of income, inter-regional inequality, competitiveness, jobs, prices, tax revenue and efficiency were calculated for the 109 regions and 8 sector of the B-MARIA-MG model. As the empirical work described in this thesis, the results of the B- MARIA-MG model provided evidences that in the the inter-regional competition generated from better transport infrastructure in the state of Minas Gerais tended mainly to benefit the regions that were direct affected by the investments, and, in some cases, generated negative effects in other regions. Saving costs provided by the reduction of car accidents were incorporated to better understand the cost benefit aspects of the four projects analyzed.

Keywords: Road transportation-Minas Gerais. Computable general equilibrium. Regional development. Infrastructure (Economy).

LISTA DE FIGURAS

1	Efeitos esperados decorrentes de reduções nos custos de transporte	34
2	Percentual de pessoas que viviam em domicílios com água encanada em 2000 – Minas Gerais	38
3	Percentual de pessoas que viviam em domicílios com eletricidade em 2000 – Minas Gerais	38
4	Renda per capita em 2000, municípios de Minas Gerais	39
5	Principais rodovias do Brasil	44
6	Principais rodovias de Minas Gerais	45
7	Principais rodovias de São Paulo	46
8	Densidade de rodovias pavimentadas por região geográfica: Minas Gerais, 2002	53
9	Área de atuação do projeto ProAcesso	54
10	Projetos corredores radiais	61
11	Projetos corredores troncais	62
12	Modelagem do subsistema de transportes no PELT-MG	67
13	Custo total do transporte rodoviário	71
14	Componentes dos custos dos usuários do transporte no modelo HDM-4	74
15	Carregamento e nível de serviço da rede rodoviária em 2007	77
16	Organização esquemática do modelo de EGC.	84
17	Zonas de tráfego do PELT-MG.....	85
18	Estrutura padrão de produção para produtos e bens de capital	93
19	Estrutura padrão da demanda regional das famílias	93
20	Participações percentuais por zonas de tráfego nas vendas inter-regionais em Minas Gerais -Produtos e serviços exceto administração pública	108
21	Vendas inter-regionais de Belo Horizonte - Produtos e serviços exceto administração pública	109
22	Vendas inter-regionais de Ipatinga - Produtos e serviços exceto administração pública	110
23	Participações percentuais por zonas de tráfego nas compras inter-regionais em Minas Gerais - Produtos e serviços exceto administração pública	111
24	Compras inter-regionais de Belo Horizonte - Produtos e serviços exceto administração pública	112
25	Compras inter-regionais de Ipatinga - Produtos e serviços exceto administração pública	112
26	Exportações internacionais – Zonas de tráfego de Minas Gerais	113
27	Importações internacionais – Zonas de tráfego de Minas Gerais	114

28 BR-262	116
29 Área de influência - BR-262	117
30 Projeto rodoviário - recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba	118
31 BR-381	120
32 Área de influência - BR-381 e BR-116	121
33 Projeto rodoviário duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares	122
34 BR-116	125
35 Projeto rodoviário recuperação da BR-116 entre a divisa BA/MG e Governador Valadares	126
36 Projeto rodoviário recuperação da BR-116 entre Governador Valadares a e a divisa MG/RJ	128
37 Variações percentuais no PIB real nas zonas de tráfego de Minas Gerais – Projeto BR-262	134
38 Variações percentuais no PIB real nas zonas de tráfego de Minas Gerais – Projeto BR-381	135
39 Variações percentuais no PIB real nas zonas de tráfego de Minas Gerais – Projeto BR-116-N	136
40 Variações percentuais no PIB Real nas Zonas de Tráfego de Minas Gerais – Projeto BR-116-S	137

LISTA DE QUADROS

1 Efeitos de reduções no frete	28
2 Extensão, rodovias e trechos das novas concessões realizadas pela Associação Nacional de Transportes Terrestres	49
3 Projetos rodoviários da carteira inicial do PELT-MG.....	58
4 Custos decorrentes do transporte rodoviário: fatos geradores e classificações	69
5 Fatores influenciando os efeitos sobre os usuários do setor de transportes nos modelos HDM-III e HDM-4	75
6 Classificações possíveis para caracterização da infra-estrutura rodoviária	78
7 Zonas de tráfego internas a Minas Gerais no modelo B-MARIA-MG	86
8 Zonas de tráfego externas a Minas Gerais no modelo B-MARIA-MG	88
9 Principais conjuntos e elementos do modelo B-MARIA-MG	90
10 Matriz de absorção do modelo B-MARIA-MG	91

LISTA DE TABELAS

1 Trechos analisado pela pesquisa CNT em Minas Gerais	46
2 Trechos analisados pela pesquisa CNT em São Paulo	47
3 Extensão dos principais trechos de rodovias concedidas à iniciativa privada nas regiões Sul e Sudeste	48
4 Evolução da rede conservada pelo DER-MG 2003-2006	50
5 Extensão da rede rodoviária federal, estadual e municipal pavimentada e densidade para os estados das regiões Sul e Sudeste em 2000	51
6 Densidade de rodovias pavimentadas Minas Gerais: regiões de planejamento 2001 ...	52
7 Carga total movimentada dentro do estado em diferentes horizontes, por produto	57
8 Lotes passíveis de concessão/PPP.....	60
9 Dados relativos ao transporte rodoviário em Minas Gerais em 2007	79
10 Parâmetros selecionados no Modelo B-MARIA-MG	99
11 Participação marginal de cada bem no consumo das famílias regionais	100
12 Coeficiente de insumo-produto nacionais	101
13 Coeficientes de insumo produto regionais – setor de agropecuária	102
14 Coeficientes insumo produto regionais – todos os setores	103
15 Participação do capital e trabalho sobre os custos totais por indústria e região de destino	104
16 Participação das distintas zonas de tráfego no total de compras e vendas inter-regionais no Brasil	106
17 Informações sobre o projeto de recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba	117
18 Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino selecionados - projeto rodoviário recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba	119
19 Informações sobre o projeto de duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares	122
20 Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino selecionados - projeto rodoviário duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares	124

21	Informações do projeto de recuperação da BR-116 entre a divisa com a Bahia e Governador Valadares	126
22	Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino selecionados - Projeto de recuperação da BR-116 entre a divisa com a Bahia e Governador Valadares	127
23	Informações do projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares a divisa com o Rio de Janeiro	128
24	Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino selecionados - Projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa com o Rio de Janeiro	129
25	Tabela resumo dos choques exógenos para os quatro projetos considerados nas zonas de tráfego de Belo Horizonte, São Paulo e no Brasil.....	131
26	Variações do PIB real em Minas Gerais, no Brasil e em ZTs selecionadas	134
27	Participação percentual das regiões Norte e Jequitinhonha/Mucuri no PIB estadual no ano base e após os choques contrafactuais	138
28	Índice de competitividade e índice de competitividade/volume do comércio inter-regional e internacional para os quatro projetos rodoviários	140
29	Indicadores de emprego, bem-estar e nível de preços para os quatro projetos rodoviários	141
30	Acidentes de trânsito nos trechos rodoviários considerados na tese e em rodovias federais em Minas Gerais em 2005	142
31	Informações sobre os acidentes de trânsito nos trechos considerados entre 2005 e 2008	144
32	Custos estimados dos acidentes de trânsito nos trechos rodoviários considerados na tese	145
33	Indicadores de custo-benefício.....	147
33	Informações sobre as categoria de acidentes ocorridos na BR-381 em 2008.....	148

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCR	Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BDMG	Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
B-MARIA	Brazilian Multisectoral And Regional/Interregional Analysis Model
CEDEPLAR-UFMG	Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional – Universidade Federal de Minas Gerais
CES	Constant Elasticity of Substitution
CFN	Companhia Ferroviária do Nordeste
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DER-MG	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes
EGC	Equilíbrio Geral Computável
FAEMG	Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais
FHWA	Federal Highway Administration
FIEMG	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
FIPE-USP	Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - Universidade de São Paulo
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
HCM	Highway Capacity Manual
HDM	Highway Design and Maintenance Standards Model
HDM-4	Highway Development and Management
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC-FGV	Índice Nacional de Custo da Construção
IPCA-IBGE	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IRI	International Roughness Index
LES	Linear Expenditure System
MIT	Massachussets Institute of Technology
MRS	MRS Logística S.A
NGE	Nova Geografia Econômica
OD	Origem/Destino
PELT	Plano Estratégico de Logística de Transportes
PMT	Plano Multimodal de Transportes
PPP	Parceria Público Privada
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RMVA	Região Metropolitana do Vale do Aço
RTIM	Road Transport Investment Model
RUE	Road User Effects
SACTRA	Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment
SEPLAN	Secretaria de Estado de Planejamento
VOC	Vehicle Operating Costs
VPL	Valor Presente Líquido
ZT	Zona de Tráfego

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	17
1.2	Estrutura do trabalho	18
2	INFRA-ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: O CASO DO SETOR DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO EM MINAS GERAIS	20
2.1	Infra-estrutura e desenvolvimento econômico	20
2.2	Transportes e desenvolvimento econômico	25
2.3	Infra-estrutura de transportes rodoviário no Brasil e em Minas Gerais e o Plano Estratégico de Logística de Transportes.....	37
3	INTEGRAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE AO MODELO DE EGC	63
3.1	Custos de transporte em modelos de equilíbrio geral computável.....	63
3.2	Custos de transporte em modelos de equilíbrio geral computável: a interação com o modelo HDM-4.....	68
4	MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL: ESTRUTURA E BANCO DE DADOS	81
4.1	Estrutura teórica do Modelo B-MARIA-MG	81
4.1.1	Comportamento das firmas e das famílias	92
4.1.2	Comportamento do setor externo e dos governos regionais e federal	95
4.1.3	Demanda por margens	96
4.1.4	Fechamento do modelo e outras especificações	97
4.2	Banco de dados	98
4.3	Base de dados de comércio inter-regional	104
5	SIMULAÇÕES E RESULTADOS	116
5.1	Alterações nos custos de transporte	116
5.2	Resultados do Modelo B-MARIA-MG	133
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	152
	REFERÊNCIAS	158
	ANEXOS.	167

1 INTRODUÇÃO

A relação entre transporte, desenvolvimento econômico e distribuição de renda envolve a interação entre aspectos diversos tais como, produtividade, geração de renda e emprego, meio-ambiente e qualidade de vida. Paralelamente, regiões e setores respondem de maneira diferenciada às reduções nos custos de transporte. Enquanto algumas regiões (setores) podem crescer outras podem sofrer “esvaziamentos”. O setor de transportes gera ainda uma série de externalidades causando efeitos dentro do próprio setor de transportes (congestionamento e acidentes por exemplo) ou fora dele (poluição, barulho, etc.) cujos efeitos são de difícil mensuração.

Desta maneira, investimentos em determinado modal ou região podem implicar em dois dos principais “tradeoffs” que escolhas econômicas envolvem: aumento da eficiência versus diminuição da equidade e geração de riqueza versus deterioração ambiental. Por exemplo, um investimento em infra-estrutura de transportes em determinada região pode aumentar a eficiência do sistema levando também a um aumento da desigualdade regional. Paralelamente, investimentos no modal rodoviário podem aumentar mais a produtividade das firmas do que investimentos em modais que causem menores impactos ambientais.

Nesse sentido, conforme aponta Bartholomeu (2006), o modal rodoviário apresenta diversas características positivas tais como, flexibilidade, disponibilidade e velocidade, mas apresenta também diversas características negativas tais como, baixa produtividade e ineficiência energética, elevados índices de emissão de poluentes atmosféricos e acidentes. No Brasil, dada a grande participação do modal rodoviário na matriz de transportes, os efeitos negativos desse modal são ampliados devido à oferta inadequada da infra-estrutura de transportes e a elevada idade média da frota de caminhões. Dessa forma, identificar quais investimentos em infra-estrutura de transporte rodoviário irão minorar os efeitos negativos e ao mesmo tempo proporcionar os maiores retornos sociais torna-se assim uma tarefa de grande importância.

A compressão dos investimentos públicos em infra-estrutura de transportes observada ao longo das décadas de 80 e 90, a pequena extensão da rede rodoviária concedida a iniciativa

privada e a modesta utilização dos recursos arrecadados pela CIDE em investimentos em infra-estrutura de transportes implicou assim em uma deterioração da oferta de infra-estrutura rodoviária causando conforme Bartholomeu (2006) aponta uma “deseconomia”. Nesse caso o volume poupado em serviços de manutenção da rede implicou não só em gastos futuros com obras de reconstrução, mas também impôs custos adicionais para a sociedade em termos de acidentes e ou poluição ambiental.

Considerando-se ainda que a melhoria da oferta de infra-estrutura por si só não irá propiciar desenvolvimento econômico; sendo que em algumas situações poderá ocorrer crescimento de uma região em detrimento de outra, além da necessidade de se identificar quais os investimentos em transportes deverão ser priorizados, requer-se uma análise mais abrangente que possa também apontar políticas públicas que venham por um lado reforçar os efeitos positivos e por outro lado minorar os efeitos negativos de investimentos em infra-estrutura de transportes rodoviário.

No caso específico de Minas Gerais, dada a carência da infra-estrutura de transportes rodoviário tanto em extensão quanto em qualidade das vias e, sendo ainda que se pode observar que de uma maneira geral as regiões com as piores condições da malha rodoviária apresentam um desempenho econômico mais modesto, a necessidade de avaliação dos investimentos faz-se ainda mais premente. Essa tese insere-se assim no esforço conjunto empreendido pela academia e o setor público na identificação das prioridades de investimento e em certo sentido na viabilização de recursos e projetos.

Embora a colaboração entre a academia e o setor público no planejamento de investimentos em infra-estrutura seja ainda bastante insipiente no Brasil, espera-se que o detalhamento e a análise crítica ao longo desta tese da metodologia desenvolvida no Plano Estratégico de Logística de Transportes (PELT-MG) propicie subsídios para reforçar esta parceria. Deste modo espera-se que a escolha das políticas públicas a serem implementadas possam ser mais freqüentemente orientadas pelos resultados obtidos a partir da agenda de pesquisas em economia e, em especial de pesquisas baseadas em modelos de equilíbrio geral computável (EGC).

No caso do PELT-MG, através de um modelo de transportes georeferenciado foram calculados os custos de transporte rodoviário entre os distintos pares de origem-destino. O modelo de transportes utilizado (Highway Development and Management, HDM-4) foi desenvolvido pelo Banco Mundial, sendo que este se utiliza de informações sobre o relevo, qualidade das vias e fluxo de tráfego entre outras características relevantes. Os custos levantados pelo HDM-4 foram incorporados a um modelo de EGC como “choques exógenos”. Assim, foram apreendidas características reais da rede e do fluxo de transportes que “alimentaram” o modelo de EGC gerando resultados que permitiram propor um “portfólio” com distintas opções de investimento. Os resultados foram organizados em um ranking que analisou critérios de eficiência e equidade proporcionando uma ferramenta eficiente para a revisão de ações dos projetos atuais do Estado assim como para a proposição de novos projetos.

O modelo de EGC utilizado no PELT-MG, modelo B-MARIA-MG, vem sendo desenvolvido e utilizado à bastante tempo a partir dos esforços empreendidos pelo Professor Eduardo Haddad e pesquisadores associados a FIPE-USP tais como, Professores Carlos Azzoni, Joaquim Guilhoto, Eduardo Almeida e Fernando Perobelli, entre outros, conferindo-lhe um caráter de excelência acadêmica. Dessa forma, esta tese não seria possível sem sua inserção no projeto do PELT-MG, dado que o modelo de transportes foi desenvolvido e aplicado por uma equipe de especialistas em economia dos transportes e geoprocessamento (TECTRAN) e o modelo de EGC foi desenvolvido e aplicado à partir de esforços conjuntos da Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (SEPLAG-MG), FIPE-USP, FEA-UFJF e orientadores do CEDEPLAR-UFMG.

Esta tese utilizou-se portanto, do mesmo instrumental desenvolvido no PELT-MG mas, lançou um olhar mais aprofundado sobre 4 projetos: recuperação da BR-262 no trecho compreendido entre Uberaba e Betim, recuperação da BR-116 nos trechos compreendidos entre a divisa de Minas Gerais com a Bahia e Governador Valadares e Governador Valadares e a divisa de Minas Gerais com o Rio de Janeiro e, duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares. Os trechos escolhidos implicaram assim em compreender efeitos sobre a rede de uma ligação transversal (BR-262), uma ligação diagonal (BR-381) e uma ligação longitudinal (BR-116). Note-se ainda que a BR-262 e a BR-381 convergem para

a região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) possuindo portanto um trecho em comum de Belo Horizonte à João Monlevade, dividindo-se novamente à partir desse ponto. Por outro lado os fluxos que se direcionam da RMBH com direção ao nordeste do país utilizam como rota principal a BR-381 que em Governador Valadares encontra-se com a BR-116. O caráter de rede da infra-estrutura rodoviária implica assim em que, embora os projetos analisados situem-se em Minas Gerais, os efeitos das melhorias tendam a se estender impactando distintamente setores e regiões. A necessidade de se incorporar na análise desenvolvida pelo PELT a ótica dos custos dos acidentes será também ressaltada, dado que a viabilidade econômica dos projetos depende de se considerar tal dimensão.

Embora a utilização de modelos de EGC têm sido cada vez mais ampla na comunidade acadêmica, a sua utilização por formuladores de políticas públicas tem sido bastante restrita no Brasil. A presente tese pretende assim também ajudar no aperfeiçoamento e disseminação desta ferramenta no estado de Minas Gerais dado que o modelo estará disponível para ser operacionalizado pela SEPLAG-MG.

1.1 Objetivos

De uma maneira geral este trabalho visa projetar através de um modelo de equilíbrio geral computável, os impactos de melhorias na infra-estrutura de transporte rodoviário em Minas Gerais sobre o crescimento econômico e desigualdade regional, tanto no próprio estado quanto no resto do país.

De uma maneira mais específica busca-se através desta tese atingir os seguintes objetivos:

- a) compreender como os projetos de duplicação da rodovia BR-381 no trecho compreendido entre Belo Horizonte e Governador Valadares, recuperação da BR-262 no trecho compreendido entre Uberaba e Belo Horizonte e recuperação da BR-116 nos trechos compreendidos entre a divisa de Minas Gerais com a Bahia

até Governador Valadares e Governador Valadares até a divisa de Minas Gerais com o Rio de Janeiro influenciam as perspectivas de desenvolvimento de Minas Gerais, de suas regiões e do resto do país sob a ótica de indicadores de renda, desigualdade inter-regional, competitividade, emprego, preços, arrecadação de impostos, bem-estar e eficiência;

- b) detalhar a utilização de um modelo de equilíbrio geral computável inter-regional para Minas Gerais com capacidade de simular melhorias na infra-estrutura de transportes;
- c) contribuir na construção, aperfeiçoamento e disseminação de modelos de EGG, especialmente aqueles que analisem políticas de investimento em infra-estrutura de transportes.

1.2 Estrutura do trabalho

O capítulo 2 têm como objetivos principais discutir o papel da infra-estrutura no desenvolvimento econômico e paralelamente indicar que as carências da infra-estrutura de transportes no Brasil e, especialmente em Minas Gerais, constituem-se em um obstáculo na promoção do crescimento econômico nesse estado. Na seção 1 discute-se a relação entre infra-estrutura e desenvolvimento econômico, ao passo que a seção 2 descreve a relação entre transportes e desenvolvimento econômico indicando que, dada a complexidade dessa relação, modelos de EGC podem ser alternativas importantes enquanto ferramentas analíticas com capacidade de compreender a inter-relação entre setores e regiões. A seção 3 finaliza o capítulo apontando o atraso relativo do setor de transportes rodoviário em Minas Gerais, especialmente com relação a São Paulo, e apresenta os projetos previstos no Plano Estadual de Logística de Transportes no que tange à malha rodoviária, no intuito de minorar esse problema.

O capítulo 3 têm como objetivos principais tecer uma discussão teórica que ressalte a necessidade de se utilizar um modelo de transportes que apreenda os distintos efeitos em setores e regiões decorrentes de melhorias na oferta de infra-estrutura e que ao mesmo tempo

possa incorporar as particularidade desse setor. Esse capítulo é dividido em duas seções de modo que a seção 1 apresenta uma discussão sobre custos de transportes e a seção 2 ressalta as características do modelo de transportes HDM-4 utilizado nesta tese.

O capítulo 4 detalha o banco de dados, a matriz de comércio a estrutura teórica do modelo de EGC e a articulação das modelagens de EGC e transportes. Esse capítulo é dividido em 3 seções, de modo que a seção 1 apresenta, além de uma breve discussão sobre modelos de EGC, a regionalização adotada, os setores e a estrutura teórica do modelo. A seção 2 apresenta indicadores referentes ao banco de dados. A seção 3 apresenta o método utilizado para obtenção da matriz de comércio e ainda indicadores de comércio selecionados para regiões específicas.

O capítulo 5 é dividido em 2 seções, sendo que a seção 1 apresenta as características dos projetos analisados e os resultados das simulações em termos de alterações nos custos/margens de transporte para algumas regiões selecionadas. A seção 2 apresenta os resultados das simulações realizadas sob a ótica de diversos indicadores para cada um dos quatro projetos considerados e ainda incorpora em uma análise de custo benefício a dimensão dos custos de acidentes de trânsito. O capítulo 6 apresenta as principais conclusões desta tese.

2 **INFRA-ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: O CASO DO SETOR DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO EM MINAS GERAIS**

2.1 Infra-estrutura e desenvolvimento econômico

De acordo com a caracterização proposta pelo Banco Mundial (1994), a logística pública é formada pela composição de setores com economias de escala e externalidades positivas. Compreender-se-iam nesse sentido, figurando em um aspecto mais amplo denominado de infra-estrutura, os setores de telecomunicações, transportes e logística, esgoto, saneamento e energia. Dessa maneira, a infra-estrutura, conforme aponta Barros e Raposo (2002), possui atributos que a diferem dos bens privados, tais como:

- a) pode ser não excludente em seu consumo;
- b) pode não estar sujeita à rivalidade entre os consumidores;
- c) pode produzir externalidades positivas;
- d) em geral apresenta custos de capital irrecuperáveis;
- e) a necessidade de uma alta escala de produção pode fazer com que as firmas ofertantes de infra-estrutura, a fim de viabilizarem seus investimentos, sejam alçadas à condição de monopólios naturais.

Barros e Raposo argumentam, ainda, que alguns tipos de infra-estrutura como a energia elétrica, embora privada e, portanto, não sujeita à ineficiências em sua alocação, podem ser ineficientes no processo de produção. Tal ineficiência derivaria da dificuldade de financiamento, em que a presença de “sunk costs” e incerteza tornar-se-ia um inibidor do investimento privado.

Além dos problemas referentes ao alto nível de investimento requerido, outra dificuldade acerca da provisão de infra-estrutura decorre da especificidade dos ativos envolvidos. Como resultado, governos e firmas poderiam agir de maneira oportunista, descumprindo cláusulas

previamente acordadas. Adicionalmente, eventos neutros, isto é, que não decorrem de atitudes dos governos ou empresas, mas de mudanças do ambiente econômico (por exemplo, a desvalorização cambial ocorrida no Brasil em 1999) podem gerar pressões para renegociação de contratos (GUASCH; LAFFONT; STRAUB, 2003).

Straub (2008) argumenta, ainda, que a oferta de infra-estrutura proporciona o consumo de bens finais, tais como água e eletricidade, que possuem um peso significativo no orçamento das populações mais pobres. Paralelamente, outros serviços proporcionados pela infra-estrutura são insumos fundamentais para a produção de qualquer bem ou serviço, possuindo uma forte complementaridade com os demais fatores necessários à produção. Como resultado, a carência na oferta de infra-estrutura é um item fundamental para a compreensão das disparidades nas rendas regionais.

Outra especificidade importante do setor de infra-estrutura decorre do fato de que, enquanto a maior parte dos custos da provisão de infra-estrutura são concentrados no tempo, os benefícios “espalham-se” por longos períodos, implicando um desbalanceamento temporal entre seus custos e benefícios.

Dessa forma, de acordo com as características da oferta de infra-estrutura (notadamente ganhos de escala, externalidades positivas, especificidade dos ativos envolvidos, custos afundados e, em alguns casos, não exclusão e ou não rivalidade) a presença governamental na forma de regulação ou mesmo operação do sistema torna-se fundamental. Deve, contudo, ser cuidadosamente estudada, a fim de que os resultados tragam o máximo retorno com o menor custo possível à sociedade.

Se por um lado existe um consenso sobre a importância da infra-estrutura no desenvolvimento econômico, por outro lado a comprovação empírica desta relação torna-se uma tarefa bastante complexa. Nesse sentido o trabalho de Aschauer (1989) foi um dos primeiros a discutir os efeitos da infra-estrutura sobre a produtividade total dos fatores ao incorporar o capital público em uma função de produção agregada do tipo “Cobb-Douglas”. Posteriormente, diversos trabalhos empíricos apresentaram uma ampla gama de estimativas para a elasticidade

renda do capital de infra-estrutura, suscitando um intenso debate acadêmico sobre a intensidade dessa relação. Assim, enquanto Aschauer obteve elasticidades de 0,39 para a infra-estrutura medida agregadamente, Holtz-Eakin (1992), ao controlar as estimativas por fatores fixos por região, concluiu que a elasticidade do capital do setor público não diferiu significativamente de zero.

Paralelamente, Munnell (1990), Florissi (1996) e Ferreira e Malliagros (1997) encontraram elasticidades significativamente positivas para o estoque de infra-estrutura, utilizando-se de estimativas baseadas em séries temporais, ao passo que Garcia-Mila e McGuire (1992) e Mas *et al.* (1995) apontam valores bem menores, utilizando-se de dados em painel.

Um dos fatores que levam a uma amplitude de resultados sobre a relação entre infra-estrutura e crescimento econômico diz respeito ao fato de que existe uma dependência mútua entre essas variáveis, o que tenderia a viesar as estimativas obtidas (infra-estrutura causa crescimento, mas crescimento aumenta a demanda por infra-estrutura).

Outro motivo que leva a divergências nas estimativas obtidas diz respeito às características estruturais das regiões estudadas. Nesse sentido, Canning e Bennathan (1999) encontraram taxas de retorno para investimentos em infra-estrutura diferenciadas, de acordo com o nível de renda dos países estudados. Observou-se, assim, que em países de renda baixa os retornos de investimentos em geração de eletricidade superaram os retornos de investimentos privados. Por sua vez, países de renda média tal efeito foi observado com relação ao estoque de estradas pavimentadas.

Gonzáles, Guasch e Serebrysk (2008) apontam que os retornos em investimentos de infra-estrutura são em geral maiores nas etapas iniciais do desenvolvimento econômico, quando o estoque de infra-estrutura é escasso e a rede é pouco conectada. Em estágios posteriores do desenvolvimento os retornos tendem a se reduzir.

A fim de detalhar as relações propostas entre crescimento e infra-estrutura em modelos macro-econômicos como discutido acima, Straub (2008) considerou uma função de produção agregada do tipo:

$$Q = A(\theta, K_I).F(K, L, I(K_I)) \quad (1).$$

Nesse caso Q corresponde ao nível de produto, K é o estoque de capital (exceto capital de infra-estrutura), K_I o estoque de capital de infra-estrutura, L a quantidade de horas trabalhadas e $I(K_I)$ corresponde ao consumo de insumos intermediários como função do estoque de infra-estrutura. O termo de produtividade A é influenciado pelo estoque de infra-estrutura K_I e por um fator derivado de outras externalidades θ . Nesse contexto, o estoque de infra-estrutura ocasionará um efeito direto sobre o nível de produção ao reduzir o consumo de bens intermediários, e um efeito indireto ao deslocar o termo de produtividade.

O estoque e a qualidade da infra-estrutura irão, assim, exercer influência sobre a produtividade total dos fatores de diversas maneiras, gerando efeitos positivos ou negativos, dentre os quais Straub (2008) cita 5 principais:

- a) efeitos decorrentes da manutenção inadequada da infra-estrutura existente – a manutenção da infra-estrutura existente é muitas vezes negligenciada em detrimento da ampliação do estoque. Esse fato tende a ocorrer dado que a opção por manter adequadamente a rede existente, além de proporcionar menor visibilidade política comparativamente à sua ampliação, é em geral financiada por impostos. Por outro lado, a ampliação do estoque pode ser financiada através de empréstimos internacionais a custos menores. Como resultado ocorre uma diminuição na vida útil da infra-estrutura existente além de um aumento no custo operacional do capital privado;
- b) efeitos decorrentes de redução nos custos de produção – melhorias na oferta de infra-estrutura permitem um ajustamento no estoque de capital privado;
- c) efeitos sobre a produtividade do trabalho – entre outros efeitos, destacam-se ganhos de eficiência por parte das firmas, decorrentes de diminuições nos custos de deslocamento de pessoas e informações proporcionando uma organização mais eficiente do trabalho;
- d) efeitos sobre o capital humano – decorrem de maiores facilidades ao acesso de saúde e educação o que também proporciona aumentos da produtividade do trabalho;
- e) ganhos de escala e escopo .

Torna-se, portanto, uma questão metodológica, compreender tais efeitos em modelos econométricos como posto acima. Paralelamente, os efeitos da infra-estrutura podem ser superestimados ou subestimados de acordo com as especificações econométricas sugeridas e com as agregações (tanto no âmbito do capital de infra-estrutura quanto das regiões e indústrias envolvidas). Outra dificuldade decorre da mensuração do capital de infra-estrutura, quer seja através de medidas físicas ou monetárias.

Não obstante, modelos nesta linha analítica fornecem “insights” importantes, por exemplo, ao apontar que novos investimentos em infra-estrutura irão proporcionar retornos maiores em países pobres e em desenvolvimento do que em países desenvolvidos. Como corolário, países em desenvolvimento deveriam empenhar uma parcela de gastos em infra-estrutura como proporção do PIB maior do que países desenvolvidos.

Nesse sentido, Calderón e Servén (2004), obtiveram resultados indicando que a taxa de crescimento é afetada positivamente pelo estoque de infra-estrutura e, que um aumento da qualidade e quantidade de infra-estrutura diminui a concentração de renda. Os autores utilizaram dados em painel de 100 países entre 1960 e 2000 incluindo, enquanto variáveis independentes, índices de infra-estrutura refletindo tanto a quantidade como a qualidade da infra-estrutura. Calderón e Servén indicam que, no período compreendido entre 1980 e 2000, a defasagem no estoque de infra-estrutura entre a América Latina e Caribe e Tigres Asiáticos cresceu cerca de 40%, 70% e 90%, considerando-se respectivamente indicadores referentes às estradas pavimentadas, telecomunicações e geração de energia. Tal defasagem seria responsável por 25% da diferença entre as taxas de crescimento do produto entre as duas regiões. Calderón e Servén indicam ainda que, se o estoque e a qualidade da oferta de infra-estrutura da Costa Rica (melhor índice da América Latina e Caribe), fosse aplicado ao Brasil, a taxa de crescimento anual brasileira teria se elevado em 2,9% durante o período compreendido entre 1996 e 2000. Se a referência fosse a Coreia do Sul, o acréscimo da taxa de crescimento anual seria de 4,4%.

2.2 Transportes e desenvolvimento econômico

Enquanto a seção anterior discutiu o papel da oferta de infra-estrutura de uma maneira ampla nessa seção o setor de transportes será discutido de uma maneira mais específica, ressaltando a complexidade que análises sobre esse setor demandam. Dessa forma, procurar-se-á resumir, a seguir, os principais benefícios esperados, decorrentes de melhorias em infra-estrutura de transportes, procurando demonstrar o caráter complexo de sua relação com o desenvolvimento econômico. Por outro lado, no capítulo 3 serão destacados os principais custos associados à atividade de transportes.

A demanda por transportes decorre da necessidade de se satisfazer as lacunas espaciais de atividades diversas. Entre elas, o transporte dos insumos até os locais de produção, a distribuição da produção das fábricas e postos de armazenagem até os pontos de consumo, o transporte de passageiros para o trabalho e lazer. Por outro lado, a infra-estrutura de transportes em conjunto forma a oferta de serviços de transportes. Uma melhoria na infra-estrutura tenderá assim a reduzir os custos de transporte e, conseqüentemente, os custos dos produtos para os quais o transporte é um insumo, afetando as regiões e os setores de maneira distinta.

O fator transportes sempre teve um papel preponderante para a economia regional. Weber (1969), por exemplo, considerava que a questão da localização industrial estava associada à minimização dos custos de transporte dos insumos e da produção até os pontos de consumo. Para Lösch (1973), quanto maiores os custos de transporte maior a dispersão dos pontos de produção ao longo do espaço.

Embora a relevância das abordagens tradicionais da teoria da localização, que possuem como característica comum a comparação dos custos de produção entre distintas localidades, seja reconhecida por Isard (1998), tal autor considera limitações no poder explicativo de tais abordagens enquanto análises de equilíbrio parcial. Assim, ao assumir como dadas as

estruturas de oferta e demanda e, conseqüentemente, os preços de todos os demais setores, análises de equilíbrio parcial acabam por desconsiderar características fundamentais de um sistema inter-regional.

Nesse sentido, Hussain ([2000?]) argumenta que análises de custo benefício, por serem baseadas em equilíbrio parcial, acabam por desconsiderar as interações entre os distintos setores e regiões de um sistema econômico. Dessa maneira, Hussain argumenta que uma alteração no preço de um determinado produto, ocasionada por uma redução no custo de transporte, irá afetar não somente a demanda por esse bem, mas também a demanda por produtos substitutos e complementares causando ainda impactos no mercado de fatores.

Torna-se assim necessário compreender a relação entre transportes e desenvolvimento econômico de uma maneira mais ampla do que proposto pelas análises de custo benefício tradicionalmente utilizadas para a avaliação de políticas públicas nesta área, como por exemplo, no Plano Diretor do DER-MG em 1976 e na avaliação da construção da BR-163 entre o Mato Grosso e o Pará (BRASIL, 2005). Paralelamente, análises de equilíbrio geral computável (EGC) tornam-se ferramentas importantes por permitirem identificar regiões e setores beneficiados ou prejudicados pela melhoria da infra-estrutura (ALMEIDA, HADDAD e HEWINGS, 2003; ALMEIDA, 2004; HADDAD 2004; ARAÚJO, 2006).

Durante a fase da construção da infra-estrutura de transportes, geram-se efeitos temporários sobre a renda e o emprego local. O financiamento das melhorias deve receber atenção particular, dado que pode ocorrer um aumento do endividamento do governo e, portanto, da taxa de juros, o que ocasionaria um esvaziamento do investimento privado (LAKSHMANAN, *et al.*, 2001). Ao lado dos efeitos temporários, irão ocorrer diversos efeitos permanentes, tais como efeitos sobre o comércio, efeitos sobre a produtividade, efeitos sobre os sistemas de distribuição, efeitos sobre o mercado de trabalho. Parte desses efeitos será internalizada pelo mercado através do sistema de preços, enquanto a outra parte irá causar externalidades (positivas e negativas). Paralelamente, melhorias na infra-estrutura de transportes poderão ocasionar crescimento (efeito gerador) ou, simplesmente, reordenar a estrutura de produção econômica (efeito distributivo).

Uma melhoria na infra-estrutura de transportes poderá gerar uma tendência à especialização da produção local, aumentando o fluxo de comércio. Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment (SACTRA, 1999) aponta que melhorias na infra-estrutura de transportes atuarão de maneira similar à redução nas barreiras tarifárias, implicando perdas para firmas pouco eficientes, mas ganhos para a atividade econômica como um todo.

Os efeitos na melhoria da infra-estrutura de transportes irão depender do grau de desenvolvimento econômico do país ou região. De uma maneira geral, quanto maior o grau de desenvolvimento econômico (e, por conseguinte, quanto melhor a infra-estrutura de transportes) menores serão os ganhos extras de um novo projeto. Em contrapartida, deve-se garantir o acesso às regiões pouco desenvolvidas durante todos os dias do ano mediante qualquer tipo de condição climática. (BANISTER e BERECHMAN, 2001).

Considerando-se a relação entre transportes e organização da produção, Anderson e Lakshmanan (2002, 2004) indicam que políticas de liberalização e desregulamentação do setor de transportes nos EUA, conjuntamente com investimentos em infra-estrutura de transportes nas últimas duas décadas, proporcionaram uma redução significativa no custo de transporte em todos os modais. Tal redução, aliada às novas tecnologias de informação levaram a uma extensa reorganização na logística das firmas. Essa reorganização compreendeu principalmente a redução nos estoques, o que, em contrapartida, gerou um aumento na demanda por fretes.

Dessa forma, reduções no tempo de trânsito associadas a um aumento da confiabilidade no prazo de entrega permitirão às firmas reduzir o montante de estoques. Esses efeitos tendem a se estender no tempo, gerando uma série de ganhos em cadeia, conforme o QUADRO 1 abaixo indica.

QUADRO 1

Efeitos de reduções no frete

Benefícios de primeira ordem	Reduções imediatas para transportadores e contratadores de transporte, incluindo reduções no tempo de trânsito e aumento da confiabilidade.
Benefícios de segunda ordem	Efeitos de reorganização das firmas, devido à melhoria da logística permitindo um aumento da produção.
Benefícios de terceira ordem	Ganhos de reorganização refletem-se em melhorias nos produtos existentes e ou na criação de novos produtos.
Outros benefícios	Aumentos da renda e emprego em âmbito regional.

Elaboração própria.

Nota: Dados retirados de: UNITED STATES, 2001.

Dessa maneira, melhorias na infra-estrutura de transportes podem proporcionar não só um aumento dos fluxos, mas também uma reorganização da produção e da distribuição, tornando-as mais intensivas na utilização de transportes. A distribuição espacial das atividades econômicas sofrerá assim alterações significativas.

O efeito de reduções dos custos de transporte sobre o mercado de trabalho é por outro lado bastante controverso. Melhorias na oferta de infra-estrutura tendem a ocasionar uma redução do desemprego ao diminuir as fricções espaciais, proporcionando um melhor ajuste entre a oferta e a demanda por mão-de-obra. Contudo, se os transportes forem considerados como substitutos à utilização de outros insumos como capital e trabalho, conforme proposto por SACTRA (1999), o nível de emprego poderá crescer, manter-se inalterado ou mesmo diminuir, mediante reduções nos custos de transportes.

Torna-se, assim, fundamental compreender se a relação entre transportes e capital e transportes e trabalho é de complementariedade ou substitutabilidade. Nesse sentido,

Lakshmanan, *et al.*(2001, p. 45) argumentam que a relação entre capital, trabalho e distintos “tipos” de infra-estrutura podem ser tanto de substituição quanto de complementariedade.

Por exemplo, melhorias nas estradas reduzirão os requisitos de caminhões e motoristas para uma que uma firma transportadora alcance o mesmo nível de produção (substituição). Por outro lado, canais mais largos poderão ser utilizados por navios maiores (complementariedade) de modo que o número de trabalhadores possa ser diminuído (substituição)¹.

Por outro lado, Moreno, López-Bazo e Artís (2002) obtiveram estimativas indicando que, tanto no curto como no longo prazo, o capital de infra-estrutura é complementar ao fator trabalho e substituto com relação à utilização de bens intermediários. Concluiu-se ainda que o capital público funcionou como um substituto do capital privado.

Uma limitação das abordagens propostas por SACTRA (1999) e Moreno, López-Bazo e Artís (2002) descritas acima decorrem de seu caráter enquanto análise de equilíbrio parcial. Desta forma, mudanças nos custos de transporte deverão causar alterações nos preços relativos dos produtos de acordo com as diferentes intensidades no uso deste fator. Geram-se assim alterações nas demandas por fatores e nas rendas geradas por estes fatores de modo que um novo equilíbrio em diversos mercados será alcançado. SACTRA argumenta assim que a utilização de modelos de equilíbrio geral poderão compreender de maneira mais ampla estas interações.

Venables e Gasiorrek (1999) ressaltam a importância de se compreender a relação entre transportes e imperfeições de mercado. Tais imperfeições se originam basicamente de duas fontes:

- a) por meio de “externalidades tecnológicas” – estas surgem quando a ação de um indivíduo interfere no bem-estar de outrem sem a intermediação do mercado (p.ex congestionamento, poluição);
- b) por meio de “externalidades pecuniárias” – estas surgem quando a ação de um indivíduo interfere no bem-estar de outrem através da intermediação do mercado,

¹ Traduzido do original.

mas os preços não igualam os custos (benefícios) sociais (p.ex poder de monopólio).

Considerando-se as externalidades pecuniárias, os benefícios extras derivados de projetos de infra-estrutura decorrem assim dos seguintes fatores:

- a) efeitos pró-competitivos – benefícios decorrentes do aumento da competição entre firmas localizadas em regiões distintas;
- b) racionalização da atividade produtiva - benefícios decorrentes da reorganização de firmas que operam sob retornos crescentes em unidades maiores para suprir mercados mais amplos;
- c) aglomeração e encadeamento – com a queda dos custos de transporte as firmas poderão se localizar mais próximas aos seus fornecedores (VENABLES; GASIOREK 1999).

McCan e Shefer (2004) consideram também que o impacto que a melhoria da infra-estrutura de transportes acarretará sobre o desenvolvimento local depende do tipo de aglomeração existente, sendo estas divididas em três grupos:

- a) aglomerações puras (Marshallianas) – decorrem de ganhos originados do transbordamento tecnológico da especialização da mão-de-obra e da comercialização de insumos locais. Melhorias da infra-estrutura de transportes gerarão ganhos ao permitir a redução no custo das trocas;
- b) complexos industriais – os ganhos de aglomeração decorrem das conexões produtivas entre as firmas do complexo. Melhorias da infra-estrutura de transportes desempenharão um papel crucial ao permitir vantagens nas relações interindustriais locais vis a vis a dispersão da produção para outras áreas;
- c) rede social – os ganhos de aglomeração decorrem de laços de confiança mútua, reduzindo custos de transação. Melhorias da infra-estrutura de transportes não desempenharão um papel significativo neste contexto.

Embora os custos de transporte do tipo iceberg, utilizados nos modelos da Nova Geografia Econômica (NGE), como por exemplo em Krugman (1991), Krugman e Venables (1995), Fujita e Mori (2005), não reflitam adequadamente as particularidades do setor de transportes², ao se considerar o papel das aglomerações na geração de ganhos de escala, a NGE levantou algumas questões fundamentais. Os transportes poderão ter um efeito tanto aglomerador quanto desaglomerador da atividade econômica, dependendo das diversas inter-relações entre regiões e setores. Economias que apresentam ganhos de escala responderão mais rapidamente a melhorias na oferta de infra-estrutura de transportes do que aquelas em que não ocorrem tais ganhos.

Considerando-se que as aglomerações promovem ganhos (e perdas) para a sociedade como um todo, torna-se então fundamental para o planejamento de intervenções em infra-estrutura de transportes compreender as questões postas por Lakshmanan et al. (2001):

- a) A relação entre a desaglomeração da atividade econômica, a produtividade dos fatores e os limites na capacidade instalada da infra-estrutura;
- b) O nível de aglomeração que a oferta de infra-estrutura de transportes suporta, sem que haja perda de produtividade;
- c) O nível de dispersão que a oferta de infra-estrutura de transportes suporta, sem que haja perda de produtividade.

Lakshmanan, *et al.* apontam que os impactos positivos de melhorias na infra-estrutura de transportes podem ser “esvaziados” por efeitos negativos, quer seja em nível espacial quer seja em nível setorial: são os chamados efeitos distributivos. Podem existir, no entanto, efeitos geradores, quando ocorrerem ganhos líquidos proporcionados pela melhoria na infra-estrutura de transportes na região afetada pelo investimento.

Essa distinção faz-se importante dado que os efeitos geradores tendem a ser superestimados quando a área de estudo definida é pequena. Lakshmanan et al. argumentam assim que, em

² Esse ponto será melhor detalhado no capítulo 3.

geral, as áreas que receberam as melhorias irão obter ganhos (embora esses ganhos não alcancem todos os grupos de interesse envolvidos) enquanto os efeitos indiretos para as outras áreas poderão ser negativos.

Dessa maneira, projetos ligando uma região periférica a uma região central podem transferir renda da periferia para o núcleo, ao contrário do efeito distributivo desejado. Esse argumento é conhecido como “two way road argument” (PRESTON; HOLVAD, 2005; SACTRA, 1999) e converge com as evidências empíricas levantadas por Boarnet (1995, 1996), Chandra e Thompson (2000) e Holl (2004) a serem detalhadas a seguir.

Boarnet (1995) utiliza-se de dados em painel referentes à infra-estrutura de rodovias e ruas para a Califórnia, a fim de testar a hipótese de que o aumento da produtividade decorrente de variações no estoque de infra-estrutura de transportes opera de maneira diferenciada em nível local. Nesse contexto, algumas áreas podem “drenar” recursos de outras regiões, mediante um investimento em infra-estrutura rodoviária. Supõe-se assim que os benefícios da melhoria nas rodovias irão ocorrer em determinadas regiões em detrimento de outras, gerando apenas redistribuição e não, necessariamente, crescimento econômico.

Chandra e Thompson (2000) argumentam que o crescimento de determinada firma situada em uma região, cuja estrada recebeu melhorias, irá depender do custo de produção da firma e da localização dessa em relação à estrada que recebeu a melhoria. Assim, deve-se considerar se a rodovia passa ao longo da região ou em sua adjacência e se os bens produzidos por essa são comercializados localmente ou nacionalmente.

Para comprovar empiricamente a influência dos fatores propostos acima, Chandra e Thompson coletaram dados referentes a 185 “condados” norte americanos, onde foi construída uma auto-estrada entre 1969 e 1993. Utilizaram-se assim variáveis “dummies” temporais, estimando-se equações separadas para cada indústria relevante. Para tratar a hipótese de que o crescimento econômico de determinada região é que gera a melhoria da rodovia e não o contrário (causalidade reversa), estimou-se uma função logística para testar a

probabilidade de uma rodovia “surgir” de acordo com as taxas de crescimento dos períodos anteriores.

De acordo com os parâmetros estimados para cada uma das indústrias em questão, Chandra e Thompsom concluem que, para as indústrias que produzem bens comercializados regionalmente, tal como comércio e outros serviços, uma nova rodovia tenderá a dispersar os ganhos através das regiões por onde passa. Contudo, a rodovia tenderá a reduzir os ganhos nas regiões adjacentes.

Holl (2004), ao analisar os impactos da infra-estrutura rodoviária em municípios espanhóis, também apresenta conclusões semelhantes, ou:

- a) a melhorias na infra-estrutura de transportes rodoviário desempenharam um papel importante na localização industrial ao aumentar a atratividade dos municípios próximos e ocasionar um esvaziamentos da atividade econômica nos municípios distantes da rodovia beneficiada;
- b) a melhoria da infra-estrutura rodoviária influenciou distintamente tanto os municípios como os setores econômicos, embora tanto municípios quanto setores tenham se beneficiado da proximidade das vias melhoradas;
- c) de uma maneira geral, a melhoria do sistema rodoviário gerou um novo padrão de localização, aumentando a dispersão com relação aos centros urbanos tradicionais, mas gerando uma concentração de firmas do mesmo setor em torno dos corredores onde as melhorias ocorreram.

Holl aponta assim que compreender as ligações da cadeia produtiva local é uma variável chave para potencializar os ganhos proporcionados por melhorias no acesso à infra-estrutura rodoviária.

Haddad (2004), conforme a FIG. 1 abaixo, propõe que reduções no custo de transporte, por meio da melhoria da oferta de infra-estrutura, impliquem uma redução na utilização de margens de transporte e, portanto, uma redução na produção do setor de transportes. A redução na produção do setor de transportes irá assim liberar fatores de produção para outros

segmentos da economia, levando a um excesso de oferta de fatores. Como consequência, ocorrerão reduções no custo do capital e nos salários, proporcionando preços mais baixos também no mercado de produtos.

Por outro lado, a redução no preço dos insumos irá reduzir o custo das firmas, aumentando o retorno dos investidores, enquanto a redução no preço dos produtos irá aumentar a renda real das famílias. Esses efeitos combinados tendem a aumentar a produção com um consequente aumento na demanda por fatores e, assim, aumento no custo desses.

O efeito total proporcionado pela redução no custo de transporte, que irá impactar distintamente regiões e setores, corresponderá, portanto, a uma soma destas duas tendências: redução dos custos dos fatores proporcionados pela diminuição na utilização de margens de transporte *versus* aumento no custo dos fatores associados à expansão da demanda decorrente da queda nos custos de produção e do aumento da renda real das famílias.

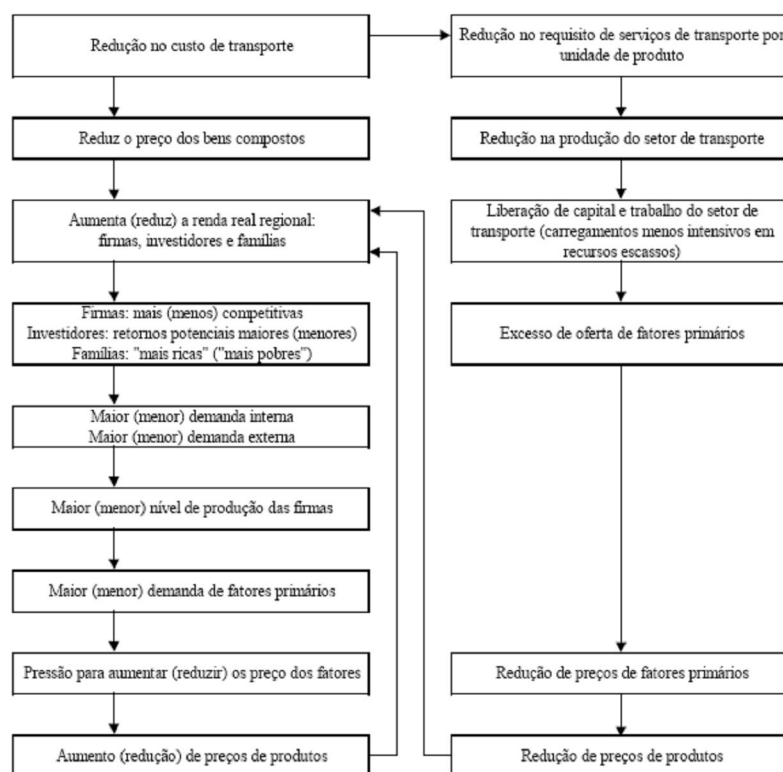


FIGURA 1 – Efeitos esperados decorrentes de reduções nos custos de transporte

Fonte: Haddad, 2004.

Haddad (2004), considerando mais especificamente os efeitos que reduções no custo de transportes deverão acarretar sobre o equilíbrio inter-regional, dada uma região exportadora r e uma região importadora s que comercializam entre si, aponta 3 efeitos de curto prazo e um efeito de longo prazo, ou:

- a) efeito substituição direto - a queda nos custos de transporte entre r e s fará com que a região s substitua bens produzidos localmente e bens importados de outras regiões, que não a região r , por bens produzidos em r ;
- b) efeito substituição indireto – o custo dos insumos na região r cairão mediante a redução dos custos de transporte de modo que sua produção tenderá a expandir;
- c) efeito renda – como a renda real em r deverá aumentar mediante os efeitos substituição direto e indireto, gerar-se-á uma pressão na demanda que tenderá a elevar os preços em r .

O efeito total sobre r no curto-prazo será positivo (negativo), se a soma dos efeitos substituição direto e indireto forem maiores (menores) do que o efeito renda. No longo prazo, poderá ocorrer um efeito de realocização, a partir da reorientação dos fluxos de capital.

Dessa forma, as regiões poderão ser afetadas positiva ou negativamente, mediante alterações na infra-estrutura de transportes, de acordo com a reorientação dos fluxos de comércio.

Pode-se perceber, conforme exposto acima, uma série de questões concernentes à infra-estrutura de transportes, notadamente ganhos de aglomeração, de ampliação da concorrência e da especialização decorrente da melhora logística, da substituição ou complementariedade de fatores, das interações regionais e setoriais. Paralelamente, outras dimensões importantes devem ser consideradas como, por exemplo, a estrutura de concorrência que prevalece no setor de transportes, questões institucionais e técnicas inerentes a cada modal, otimização de rotas, sazonalidade do serviço de transporte, sazonalidade do produto transportado, intramodalidade, poluição, congestionamento e acidentes.

Tem-se assim que a avaliação de investimentos em infra-estrutura de transportes torna-se uma tarefa extremamente complexa, apresentando como principal dificuldade a mensuração dos distintos efeitos setoriais e regionais que tais investimentos proporcionariam e que extrapolam os benefícios percebidos pelos usuários do setor de transportes. Dessa forma, modelos de EGC seriam mais adequados para mensurar custos e benefícios adicionais de investimentos em infra-estrutura de transportes do que modelos baseados em equilíbrio parcial.

Considera-se, no entanto, que existe um *tradeoff* entre modelar o setor de transportes de uma maneira que compreenda suas especificidades e, por outro, lado utilizar modelos de EGC com vários setores e regiões. Ou seja: se por um lado os modelos de EGC compreendem de uma maneira abrangente as inter-relações entre setores e regiões, possuem uma capacidade mais limitada para lidar com os aspectos “reais” da rede de transporte tais como: qualidade do pavimento, capacidade da via, fluxos de tráfego, condições de relevo, tipo de veículo utilizado e níveis de investimento requeridos para a melhoria da infra-estrutura, entre outras variáveis necessárias para um planejamento eficaz.

Haddad (2004, p.50), conforme citação abaixo, destaca assim a limitação das análises de EGC na apreensão de efeitos de melhorias na infra-estrutura de transportes que possam efetivamente nortear a tomada de decisão por parte dos formuladores de políticas públicas:

Mais importante, por exemplo, que conhecer o impacto de uma queda generalizada do custo de transporte, é conhecer o impacto potencial da duplicação de uma estrada que afeta o custo de transporte dentro do sistema, de maneira tal que se possa avaliar estas alterações considerando suas magnitudes (e sinais) específicas.

Paralelamente, modelos baseados apenas em parâmetros da engenharia não possuem a capacidade de perceber as inter-relações entre os diversos setores e regiões da economia como fornecidos pelos modelos de EGC. Portanto, o ponto crítico para a avaliação de projetos de infra-estrutura de transportes diz respeito à inserção do setor de transportes em modelos de EGC de uma maneira capaz de compreender as interfaces discutidas acima e, em especial, incorporar a questão logística. Nessa questão, destaca-se, o tempo despendido para transportar cargas de sua origem até seu destino, gerando custos financeiros e depreciação sobre o estoque em trânsito (HUMMELS, 2001). Em outras palavras, torna-se crucial modelar com

maior precisão as reduções de custos que irão desencadear as relações causais expressas na FIG. 1 acima.

O capítulo 3 retoma essa discussão indicando maneiras alternativas de inserção de custos de transportes em modelos de EGC. Nesse caso procurar-se-á demonstrar que a utilização do modelo HDM-4 representou um avanço teórico importante ao incorporar aspectos físicos da rede de transportes.

2.3 Infra-estrutura de transportes rodoviário no Brasil e em Minas Gerais e o Plano Estratégico de Logística de Transportes

Conforme apontou o estudo realizado por Almeida (2002), a situação da oferta de infraestrutura em Minas Gerais é bastante heterogênea, tanto no tocante aos seus diferentes componentes como com relação às regiões e aos distintos estratos de renda. O referido estudo considerou como razoável a provisão de serviços de energia e de telecomunicações e apontou ainda um agravamento das carências dos serviços proporcionados pelos setores de saneamento, transporte e logística. De maneira geral, esse padrão estendeu-se para o Brasil como um todo.

Note-se, conforme as FIG. 2 e 3 abaixo que, enquanto as regiões mais desenvolvidas de Minas Gerais apresentam altos percentuais de cobertura de eletricidade e de saneamento, o mesmo não ocorre com as regiões menos desenvolvidas do estado.

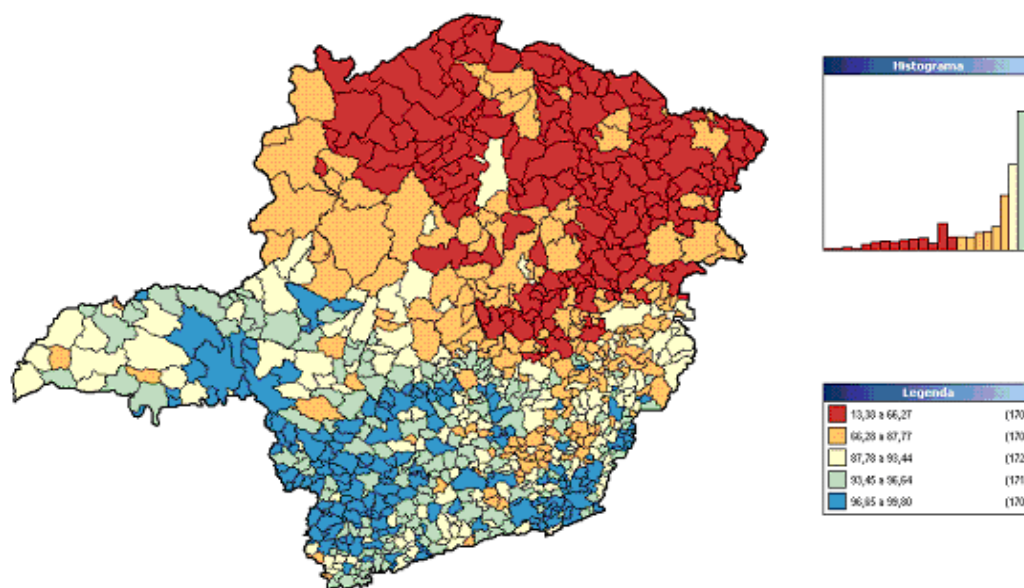


FIGURA 2 – Percentual de pessoas que viviam em domicílios com água encanada em 2000 – Minas Gerais
 Fonte: Atlas do desenvolvimento humano

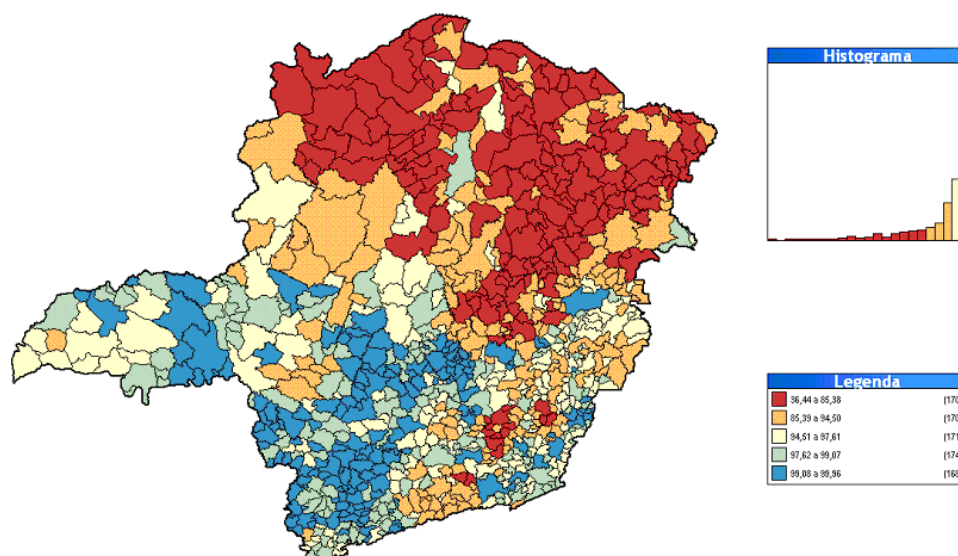


FIGURA 3 – Percentual de pessoas que viviam em domicílios com eletricidade em 2000 – Minas Gerais
 Fonte: Atlas do desenvolvimento humano

Dessa forma, a oferta de infra-estrutura em Minas Gerais é também reflexo da grande heterogeneidade de renda entre suas regiões. Enquanto as regiões Central, Sul e do Triângulo detêm, aproximadamente, 70% da produção do Estado, 56% da população e apenas 32% da área, em um sentido inverso, as regiões do Jequitinhonha-Mucuri, Norte e Noroeste respondem, em conjunto, por, aproximadamente, 8% do PIB estadual, 15% da população e 43% da área (Fundação João Pinheiro). Como resultado, o PIB *per capita* das regiões de planejamento difere significativamente. Por exemplo, a região do Triângulo possui um PIB *per capita* 75% acima da média do Estado, ao passo que a região do Jequitinhonha-Mucuri alcança apenas 38% da média estadual. Dados da Fundação João Pinheiro indicam ainda que as duas regiões metropolitanas do Estado, Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e Região Metropolitana do Vale do Aço (RMVA), responderam, em 2003, por, aproximadamente, 39% do PIB estadual e 28% da população do Estado.

Tal heterogeneidade de renda entre municípios praticamente replica os padrões observados com relação ao percentual de cobertura de eletricidade e saneamento, conforme ilustra a FIG. 4 abaixo.

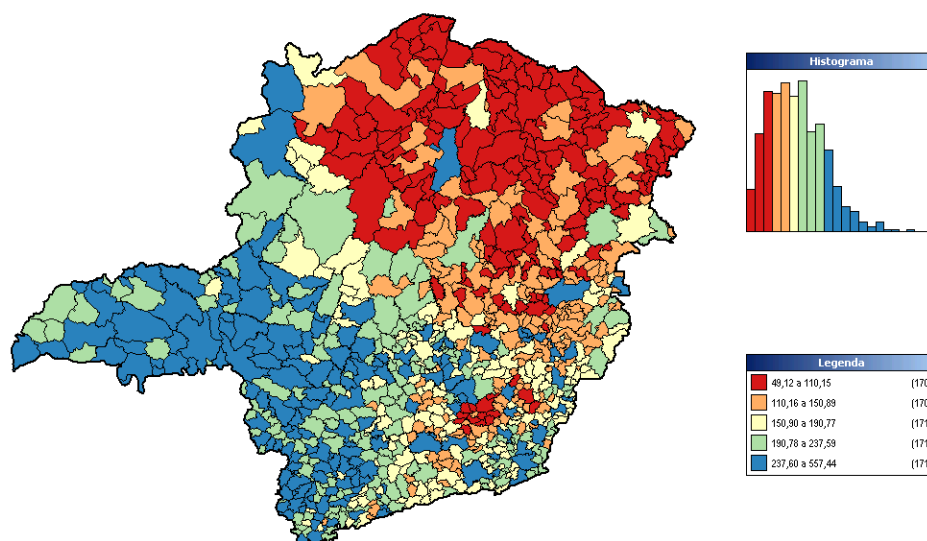


FIGURA 4 - Renda per Capita em 2000, Municípios de Minas Gerais

Fonte: Atlas do desenvolvimento humano

Considerando-se a questão da infra-estrutura de transportes, pesquisa realizada em 1992 para a antiga Secretaria de Planejamento (SEPLAN) no intuito de propor o chamado Plano Multimodal de Transportes (PMT), apontou participações de 53%, 42% e 5% para respectivamente o total da carga transportada pelos modais rodoviário, ferroviário e dutoviário. Nesse caso, o modal aéreo não foi considerado, enquanto o modal hidroviário, restrito à hidrovía do São Francisco, encontrava-se praticamente desativado. Considerando-se os dados da CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES (CNT, 2005) que indicam que o modal rodoviário participou com 61,1% do total transportado no Brasil em 2004, enquanto o modal ferroviário participou com 20,7% deste total, Minas Gerais apresenta uma condição mais favorável em termos de multimodalidade do que o restante do país.

Paralelamente, considerando-se que os serviços de energia e saneamento em Minas Gerais superam a média nacional e aproximam-se dos estados mais desenvolvidos e ainda que sua carência relaciona-se com o baixo nível de renda das regiões mais pobres do estado, o setor de transporte rodoviário, como será discutido abaixo, representa um dos principais obstáculos infra-estruturais ao desenvolvimento mineiro.

Considerando-se assim a questão do transporte rodoviário, embora a promulgação da Lei n.º 9.277 de maio de 1996, a chamada lei das delegações, tenha criado a possibilidade de Estados, Municípios e o Distrito Federal solicitarem a delegação de trechos de rodovias federais para incluí-los em seus programas de concessão de rodovias, até o final de 2006 apenas 5% do total da malha pavimentada nacional tinha sido concedida à iniciativa privada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS-ABCR, 2006). Dessa maneira, Rio Grande do Sul e Paraná avançaram no processo de concessão da malha federal, e São Paulo, no processo de concessão da malha estadual, ao passo que, na maior parte dos estados, não ocorreram concessões.

Paralelamente, Pinheiro (2003) indicou que os investimentos em infra-estrutura rodoviária reduziram-se de uma média de 1,6% do PIB entre 1967 e 1976 para menos de 0,5% do PIB entre 1980 e 1996. A compressão dos gastos públicos em infra-estrutura rodoviária ao longo das décadas de 80 e 90, mediante o quadro de ajuste fiscal e o fim do Fundo Rodoviário Nacional, e o pequeno alcance do programa de concessões na década subsequente, acabaram

implicando uma forte deterioração da rede de transporte rodoviário. Note-se ainda que, embora a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE, incidente sobre a importação e a comercialização de combustíveis, tenha sido instituída em 2001 para auxiliar na manutenção e ampliação da infra-estrutura de transportes, menos de 30% dos recursos arrecadados entre 2002 e 2006 foram efetivamente investidos nessa finalidade (BHARTOLOMEU, 2006).

Como resultado da inadequação do financiamento dos transportes, dados da pesquisa rodoviária da CNT (2002) indicaram que em 1999, o total da extensão avaliada de forma negativa (de deficiente a péssimo) era de 77,5%. Ao longo dos últimos anos, esse quadro não mudou significativamente, de modo que o percentual avaliado de maneira negativa manteve-se em torno de 74% entre 2003 e 2007 (CNT, 2007).

Como proposto por Reis ([2006?]), o tráfego por estradas em mau estado aumenta consideravelmente tanto os custos fixos (depreciação, remuneração do capital, salários de motorista, seguros e licenciamento), quanto variáveis (combustível, pneus, peças, lubrificação e lavagem) dos veículos. A redução na velocidade dos veículos implica um menor número de viagens, aumentando os custos fixos por viagem, enquanto os custos variáveis aumentam também consideravelmente, de acordo com a deterioração na qualidade das vias.

Conforme aponta Lima (2006), o transporte de carga rodoviário no Brasil fatura mais de R\$ 40 bilhões por ano, no entanto, o baixo grau de regulamentação implica uma relativa facilidade de entrada de competidores, levando a um quadro de pulverização da oferta. Dessa forma, segundo Lima, esse setor opera com mais de 350 mil transportadores autônomos, 12 mil empresas transportadoras e 50 mil transportadores de carga própria.

Dessa maneira, um dos principais problemas enfrentados pelo sistemas de transportes no Brasil diz respeito ao baixo valor praticado no mercado de fretes rodoviários. Considerando-se conforme pesquisa do Centro de estudos de Logística (CEL-COPPEAD) realizada para a CNT (2002), mesmo subestimando-se o custo real do transporte rodoviário, ao desconsiderar-se a depreciação do veículo e o custo de oportunidade do capital investido no caminhão, o

preço médio praticado pelos transportadores é significativamente menor do que o custo do transporte conforme, o GRAF. 1 abaixo.

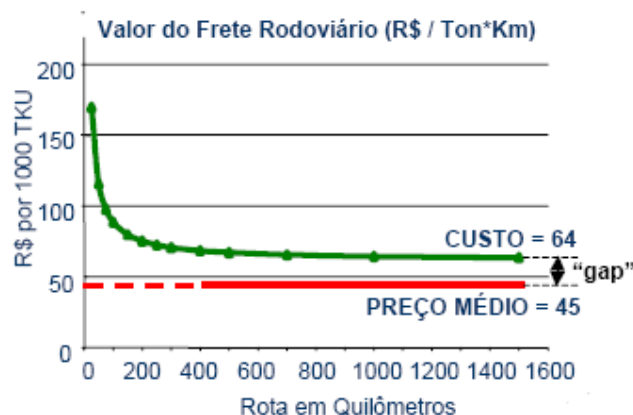


Gráfico 1- Valor do Frete Versus Valor do Custo do Transporte Rodoviário
Fonte: Pesquisa CNT - Centro de Estudos em Logística-COPPEAD (2002)

A defasagem entre preço e custo segundo a referida pesquisa leva à redução nos gastos com manutenção dos veículos, aumento na jornada de trabalho, carregamento acima do limite de peso e, inadimplência fiscal. Como consequência acelera-se a depreciação da malha rodoviária, gera-se um aumento do número de acidentes, da poluição, do consumo de combustíveis e dos congestionamentos entre outras externalidades negativas e, mantêm-se a alta taxa de participação do modal rodoviário. Ocorre assim um ciclo vicioso onde as baixas barreiras à entrada e as altas barreiras à saída do setor de transporte rodoviário levam à um excesso de oferta implicando em aumento da jornada, aumento da carga transportada o que reduz o preço do frete realimentando o ciclo.

Com relação aos acidentes de trânsito, dados do CNT (2002) indicam que o número de mortes por quilômetro de rodovia pavimentada no Brasil em 1996 foi de 10 a 70 vezes superior aos índices observados nos países mais ricos. Paralelamente, pesquisa do INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA, 2006) estimou um custo total de aproximadamente R\$ 21 bilhões (a preços de dezembro de 2005), considerando-se os

acidentes de trânsito nas rodovias federais, estaduais e municipais. Nesse sentido, dados da consultoria NatWay, compilados junto à Polícia Rodoviária Estadual de Minas Gerais, indicam que apenas no trecho de aproximadamente 20 km do Anel Rodoviário de Belo Horizonte ocorreram 1477 acidentes (sendo 1079 sem vítimas, 332 com feridos e 36 com vítimas fatais) entre abril de 2002 e abril de 2003.

Além da má qualidade da rede rodoviária, outra questão importante diz respeito ao seu baixo alcance. A densidade da rede rodoviária no Brasil é de apenas 17,3 quilômetros de estrada pavimentada por quilômetro quadrado de área, contra um índice de 45,3 no México (CNT, 2002). Dessa maneira, conforme apontam Martins e Cypriano (2004), o cerrado brasileiro apresenta cerca de 90 milhões de hectares de terras que poderiam ser aproveitadas pela agricultura e 150 milhões de hectares que poderiam ser aproveitadas pela pecuária em áreas do centro-oeste, nordeste e norte do país. Assim, uma grande extensão de terras, justamente nas áreas mais carentes do país, não são utilizadas basicamente pela inexistência de infraestrutura de transportes.

Por outro lado, Pinheiro (2003) argumenta ainda que, como as tarifas necessárias para cobrir os custos de construção de novas estradas são muito maiores do que aqueles necessários à reabilitação e manutenção, como alternativa para a expansão da rede rodoviária requer-se a participação do governo em projetos de parceria, o que até o presente momento tem ocorrido de maneira tímida.

No entanto, a distribuição e a qualidade da oferta de infraestrutura rodoviária é bastante heterogênea ao longo do país. Se forem consideradas assim as principais rodovias brasileiras, conforme a FIG. 5 abaixo, notar-se-á que a maior extensão de estradas boas e ótimas situa-se em São Paulo, direcionando-se da capital paulista ao interior do estado.



FIGURA 5 – Principais rodovias do Brasil

Fonte: CNT, 2005

Dessa maneira, a pesquisa rodoviária da Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2005), realizada em 12.953 km de estradas mineiras (10.816 km de estradas federais e 2.137 km de estaduais) e 7.535 km de estradas paulistas (1.187 km de federais e 6.348 km de estaduais), aponta a superioridade da malha paulista ao conceituar os trechos analisados nos quesitos referentes à pavimentação, à sinalização e à geometria como medidores do estado geral das rodovias.

Comparando-se Minas a São Paulo, conforme as FIG. 6 e 7 e TAB. 1 e 2 na seqüência, pode-se perceber que a malha rodoviária de São Paulo é notadamente superior à mineira, tanto em qualidade, quanto em densidade.



FIGURA 6 – Principais rodovias de Minas Gerais

Fonte: CNT, 2005.

Considerando-se o *ranking* da CNT (2005) para 109 trechos analisados de rodovias federais e estaduais em todo o país, pode-se perceber que as 20 primeiras posições do *ranking* são ocupadas por trechos interligando municípios paulistas a municípios paulistas ou municípios paulistas a municípios de outros estados. Em um sentido oposto, em Minas Gerais, apenas os trechos ligando Uberaba a São Paulo (estando quase todo ele contido no estado de São Paulo) e Belo Horizonte a São Paulo situaram-se entre os 30 primeiros lugares do *ranking* da CNT.

Paralelamente, dos 19 trechos de rodovias analisadas que passam por Minas Gerais, 13 situaram-se abaixo da quinquagésima posição no *ranking* CNT. Com relação ao *ranking* geral da CNT, deve-se destacar que, sendo formado por uma média aritmética simples a partir dos sub-índices referentes ao pavimento, sinalização e geometria da via, tem-se que, como a geometria das vias depende da topografia, Minas, por suas características de relevo, possui condições mais desfavoráveis que São Paulo levando, assim, sua média para baixo. Não obstante, pode-se verificar que o pavimento possui melhores condições em São Paulo.

TABELA 1

Trechos analisado pela pesquisa CNT em Minas Gerais

Ranking	Ligação	Geral	Pavimento	Sinalização	Geometria da via
23º	Belo Horizonte MG - São Paulo SP	88,4	97,5	77,6	90,1
33º	Brasília DF - Uberaba MG	82,3	88,1	80,2	78,7
37º	Santos SP - Além Paraíba MG	77,9	91,2	84,0	58,7
44º	Brasília DF - Rio de Janeiro RJ	74,7	79,4	75,9	68,9
51º	Ribeirão Preto SP - Belo Horizonte MG	71,6	83,1	83,4	48,3
53º	Uberaba MG - Barretos SP	70,5	76,8	73,1	61,5
61º	Governador Valadares MG - Nova Era MG	68,1	82,4	73,3	48,7
62º	Jataí GO - Vitória ES	68,1	75,9	70,5	57,9
69º	Ourinhos SP - Uberlândia MG	65,0	71,0	76,8	47,1
64º	Rio de Janeiro RJ - Bahia BA	66,4	75,8	63,5	59,9
74º	BR-101 BA - Teófilo Otoni MG	62,4	91,1	51,1	45,0
78º	Prata MG - Goiânia GO	61,4	54,9	63,7	65,5
79º	Uberlândia MG - Cachoeira do Pajeú MG	61,0	67,5	55,4	60,0
84º	Brasília DF - Unaí MG - Paracatu MG	56,5	60,8	57,0	51,5
85º	Poços de Caldas MG - Lorena SP	55,1	68,9	59,6	36,9
92º	Governador Valadares MG - João Neiva ES	49,9	54,5	65,3	30,0
96º	Leopoldina MG - BR-262 MG	48,4	54,9	60,9	29,4
105º	Curvelo MG - Ibotirama BA	45,1	51,4	45,8	38,3

Fonte: CNT, 2005.



FIGURA 7 – Principais rodovias de São Paulo

Fonte: CNT, 2005.

TABELA 2

Trechos analisados pela pesquisa CNT em São Paulo

Ranking	Ligação	Geral	Pavimento	Sinalização	Geometria da via
1º	Limeira SP - São José do Rio Preto SP	98,4	100,0	95,2	100,0
2º	São Paulo SP - Itai SP - Espírito Santo do Turvo SP	97,7	100,0	95,8	97,3
3º	São Paulo SP - Limeira SP	97,2	100,0	91,7	100,0
4º	Sorocaba SP - Cascata SP - Mococa SP	96,8	99,4	97,8	93,2
5º	São Paulo SP - Uberaba MG	96,4	99,2	92,7	97,2
6º	São Paulo SP - Taubaté SP	96,3	100,0	96,9	91,8
7º	Araraquara SP - São Carlos SP - Franca SP - Itirapuã SP	96,2	100,0	95,3	93,2
8º	Campinas SP – Jacareí SP	96,0	100,0	96,3	91,6
9º	Engenheiro Miller SP - Jupia SP	95,8	95,6	92,1	99,7
10º	Piracicaba SP – Mogi-Mirim SP	94,4	100,0	98,8	84,5
11º	Barretos SP - Bueno de Andrade SP	94,3	100,0	90,3	92,7
12º	Rio de Janeiro RJ - São Paulo SP	93,8	98,1	95,0	88,4
13º	Rio Claro SP - Itapetininga SP	93,4	97,2	93,3	89,6
14º	Bauru SP - Itirapina SP	93,2	100,0	94,2	85,4
15º	São Paulo SP - São Vicente SP	93,1	94,2	98,5	86,5
16º	(Imigrantes/Anchieta)				
16º	Tietê SP - Jundiaí SP	93,0	97,2	100,0	81,8
17º	Ribeirão Preto SP - Borborema SP	91,8	97,4	92,8	85,2
18º	Ourinhos SP - Cascavel PR	91,6	99,0	93,4	82,4
19º	Catanduva SP - Taquaritinga SP - Ribeirão Preto SP	91,6	98,2	94,1	82,4
20º	São Paulo SP - Curitiba PR	90,0	94,1	87,1	88,9

Fonte: CNT, 2005

Com relação às rodovias concedidas, existem atualmente em Minas Gerais, apenas 55 km de trecho concedido dos aproximadamente 180 km entre Juiz de Fora e Rio de Janeiro. Destacam-se neste contexto os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo. Nesse estado, existem, aproximadamente, 4.000 km concedidos, entre os quais aproximadamente, 65% de rodovias com pistas duplas, conforme o TAB. 3 abaixo.

TABELA 3

Extensão dos principais trechos de rodovias concedidas à iniciativa privada nas regiões Sul e Sudeste

Estado	Trecho concedido pista simples (km)	Trecho concedido pista dupla (km)	Total (km)
ES	17,50	50,00	67,50
RJ*	278,46	285,90	564,36
SP	1369,68	2593,79	3963,47
PR	1913,06	630,18	2543,24
RS	2340,30	129,90	2470,20

Fonte: ABCR, 2006.

Nota: *Consideraram-se aqui os 55 km administrados pela concessionária CON CER, referentes ao trecho entre Juiz de Fora e a divisa com o estado do Rio de Janeiro.

Considerando-se que a única ligação sob jurisdição estadual em Minas que possui um fluxo significativo de veículos é a MG-050, que liga Juatuba, na RMBH, a Ribeirão Preto, e dado que os trechos sob jurisdição federal não foram concedidos ao Estado, Minas Gerais precisa resolver um problema fundamental: criar um arranjo institucional que permita ao Estado recuperar, adequar, manter e fiscalizar as rodovias federais que o cortam e que correspondem às vias de maior movimentação de cargas e passageiros.

Note-se que o aprofundamento das concessões realizadas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT com a incorporação dos trechos descritos na QUADRO 2 abaixo, não irão alterar significativamente o padrão descrito acima, dado que apenas o trecho Belo Horizonte - São Paulo, que se encontra em boa condição como medido pela CNT, será concedido em Minas Gerais.

QUADRO 2

Extensão, rodovias e trechos das novas concessões realizadas pela Associação Nacional de Transportes Terrestres

Rodovia/Estados	Trecho	Extensão
BR-116/SP/PR	São Paulo - Curitiba	401,6 km
BR-381/MG/SP	Belo Horizonte - São Paulo	562,1 km
BR-116/376/PR e 101/SC	Curitiba - Florianópolis	382,3 km
BR-101/RJ	Divisa RJ/ES - Ponte Presidente Costa e Silva	320,1 km
BR-153/SP	Divisa MG/SP - Divisa SP/PR	321,6 km
BR-116/PR/SC	Curitiba – Divisa SC/RS	412,7 km
BR-393/RJ	Divisa MG/RJ – Entroncamento BR 116 (Dutra)	200,4 km

Fonte: ANTT, 2006

No intuito de minorar as disfunções apontadas acima, o Estado de Minas Gerais procurou investir na recuperação e na conservação da malha estadual, através do projeto estruturador³ Programa de Recuperação e Manutenção Rodoviária do Estado de Minas Gerais (ProMG). Parte dos investimentos realizados centraram-se na recuperação e manutenção (ProMG PLENO), parte na recuperação funcional de rodovias (ProMG Funcional) e parte na recuperação e manutenção das vias de acesso à Estrada Real (ProMG Estrada Real). Dados da Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas (SETOP-MG, 2008) indicam que, desde a implantação do programa em 2003, foram recuperados aproximadamente 11 mil km de estradas, sob manutenção do DER/MG, dos quais 10 mil km na modalidade ProMG Funcional, extinta a partir de 2008, e 1.000 Km na modalidade ProMG, que até dezembro de 2007 era chamada de ProMG Pleno.

A TAB. 4 e o GRAF. 2, abaixo, refletem o fato de que as intervenções no âmbito do ProMG mudaram significativamente a qualidade das rodovias estaduais em Minas Gerais.

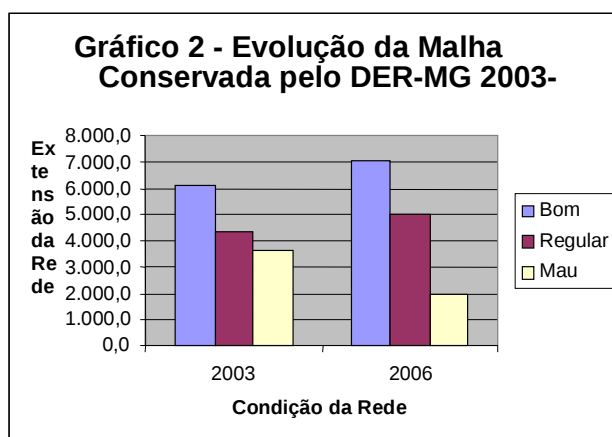
³ Os chamados Projetos Estruturadores são tratados de maneira prioritária pelo Estado tendo verba garantida e uma equipe de gerenciamento específica.

TABELA 4

Evolução da rede conservada pelo DER-MG 2003-2006

Condição da via	Extensão 2003	%	Extensão 2006	%
Bom	6.096,6	43,5%	7.066,50	50,3%
Regular	4.325,8	30,9%	4.996,60	35,5%
Mau	3.584,9	25,6%	1.998,60	14,2%
Total	14.007,3	100,0%	14.061,70	100,0%

Nota: Informações obtidas de relatórios internos do DER-MG e dados trabalhados pelo autor.



Nota: Informações obtidas de relatórios internos do DER-MG e dados trabalhados pelo autor

Com relação à densidade, isto é, quilometragem de rodovias pavimentadas dividida pela área do Estado, a TAB. 5, a seguir, indica que, considerando-se os estados do Sul e Sudeste, Minas Gerais, ao lado do Rio Grande do Sul, é o Estado que apresenta a pior situação.

TABELA 5

Extensão da rede rodoviária federal, estadual e municipal pavimentada e densidade para os estados das regiões Sul e Sudeste em 2000

Estado	Federal (a)	Estadual transitória *(b)	Estadual (c)	Municipal (d)	Total da rede rodoviária pavimentada (e)=(a)+(b)+(c)+(d)	Área em km ² (f)	Densidade (g)= (e*1000)/(f)
MG	9.860	2.554	8.599	1.011	22.024	586.753	37,54
ES	765	294	1.886	145	3.090	46.184	66,91
RJ	1.582	466	2.137	1.298	5.483	43.910	124,87
SP	1.146	4.218	12.202	8.811	26.377	248.809	106,01
PR	3.164	1.330	8.569	2.553	15.616	199.709	78,19
SC	2.111	681	2.775	850	6.417	95.443	67,23
RS	5.001	948	3.684	699	10.332	282.062	36,63

Nota: *Considera-se como rodovia estadual transitória aquela cujo traçado coincide com o das rodovias federais. Informações obtidas de relatórios internos do DER-MG e dados trabalhados pelo autor.

No entanto, deve-se notar, conforme a TAB. 6 abaixo, que, assim como a renda eletricidade e água encanada, a infra-estrutura de transporte rodoviário é também bastante heterogênea ao longo de Minas Gerais. Nesse estado de uma maneira geral, com exceção do Triângulo Mineiro, as regiões mais pobres possuem a menor densidade de rodovias pavimentadas por mil quilômetros quadrados.

TABELA 6

Densidade de rodovias pavimentadas Minas Gerais:
regiões de planejamento 2001

Região de planejamento	<i>Densidade (km/1.000 km²)</i>
Central	46,5
Mata	61,2
Sul de Minas	57,9
Triângulo	39,4
Alto Paranaíba	44,5
Centro-Oeste de Minas	54,6
Noroeste	20,0
Norte de Minas	14,9
Jequitinhonha/Mucuri	19,3
Rio Doce	37,0

Fonte: ALMEIDA, 2002.

Essa tendência é reforçada ao se observarem os dados referentes às microrregiões, conforme a FIG. 8 abaixo.

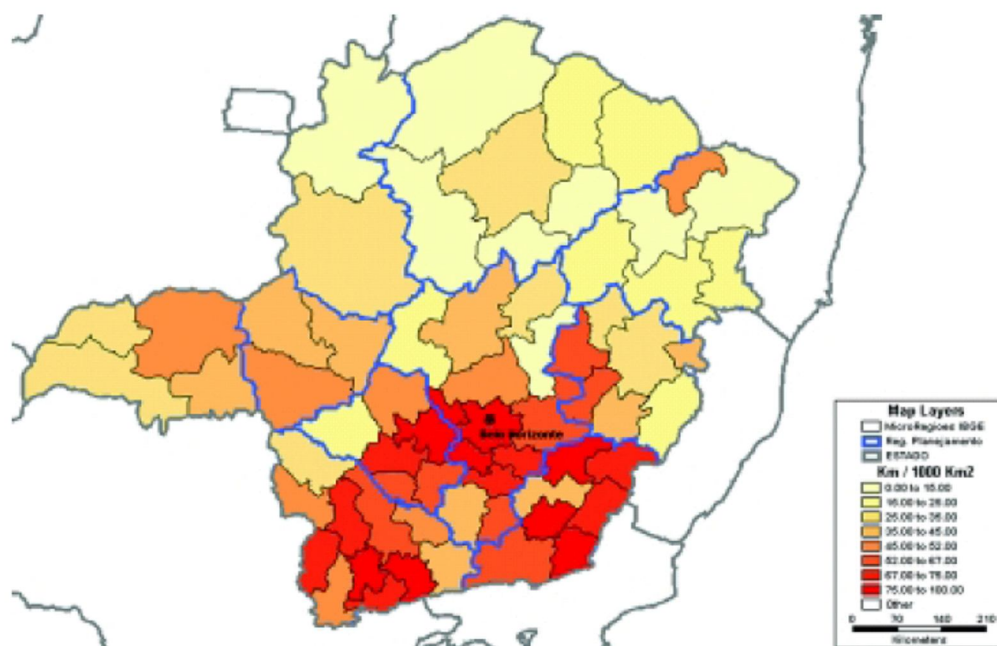


FIGURA 8 – Densidade de rodovias pavimentadas por região geográfica: MinasGerais, 2002. Fonte: ALMEIDA, 2002.

Para lidar com essa discrepância, foi implementado o projeto estruturador Pavimentação de Ligações e Acessos Rodoviários aos Municípios (ProAcesso).

Tal projeto visou

aumentar a acessibilidade da população de 224 municípios de pequeno porte aos mercados e aos serviços sociais básicos, por meio de obras de melhoria e pavimentação dos acessos rodoviários às sedes municipais, totalizando cerca de 5,6 mil quilômetros de extensão (MINAS GERAIS, 2006a)

A FIG. 9, abaixo, evidencia a localização dos municípios mineiros que não possuem acesso pavimentado.

Verifica-se pela FIG. 9, abaixo, que nas regiões de planejamento “Norte, Jequitinhonha-Mucuri, Noroeste e Rio Doce estão concentrados cerca de 60% dos municípios sem acesso pavimentado” (MINAS GERAIS, 2006a).

Pretende-se, assim, possibilitar o acesso de 1,5 milhão de pessoas à rede principal, sendo que, dos municípios com problemas de acesso, 88% deles têm menos de 10 mil habitantes e apenas três possuem IDH maior que o IDH médio estadual (MINAS GERAIS, 2006a). Dados da

SETOP-MG (MINAS GERAIS, 2008), indicam ainda que, até maio de 2008, foram concluídos os acessos a 80 municípios, totalizando 1.632 kms de rodovias pavimentadas para um total previsto de 5.600 km para o programa como um todo.

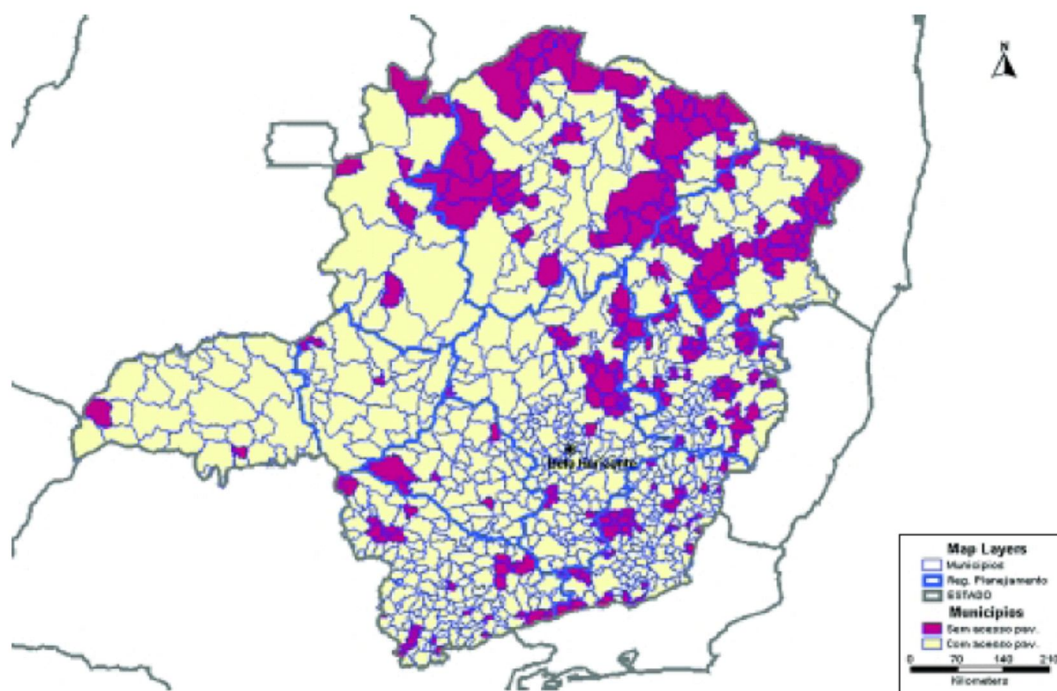


FIGURA 9 – Área de atuação do projeto ProAcesso

Fonte: MINAS GERAIS, 2006a.

Com relação ao Projeto Estruturador Infra-estrutura de Transportes da Região Metropolitana de Belo Horizonte – Linha-Verde, partiu-se do pressuposto de que o sistema atual de transportes da RMBH não comporta a demanda existente, o que se reflete em aumento de congestionamentos e aumento do custo de transporte de cargas. Considerou-se também a exaustão da capacidade do Aeroporto da Pampulha. O Projeto objetivou, portanto, não só a readequação da oferta de transportes na RMBH, como também a consolidação do Aeroporto Tancredo Neves e sua configuração como aeroporto industrial, gerando uma nova perspectiva de desenvolvimento de Belo Horizonte em direção à região Norte.

Além dos projetos estruturadores ProMG, ProAcesso e Infra-estrutura de Transportes da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Linha Verde mencionados acima, o Estado

desenvolveu ainda no setor rodoviário os projetos estruturadores Infra-estrutura de Transportes do Triângulo e Alto Paranaíba e Corredores Radiais de Integração. Tais projetos objetivaram respectivamente melhorar a infra-estrutura de transportes disponível para o setor sucro-alcooleiro no Triângulo e Alto Paranaíba e implementar melhorias nas rodovias federais que convergem para a RMBH.

Com o intuito de “refinar” o planejamento de transportes no Estado, de modo a agrupar projetos de acordo com similaridades, propor formas de financiamento, apontar prioridades e, portanto, propor um cronograma ótimo de intervenções, o Estado contratou a FIPE-USP para a elaboração do PELT-MG.

A metodologia adotada pelo PELT-MG, ao conciliar planejamento rodoviário e um modelo EGC, representou um avanço metodológico importante. Dessa forma, ao longo desta tese, a metodologia utilizada no PELT-MG será documentada, enquanto quatro projetos rodoviários serão considerados em detalhes. Pretende-se assim gerar subsídios para a melhoria da metodologia proposta e ainda contribuir no debate relevando os efeitos dos projetos em questão.

De uma maneira geral, o PELT identificou os trechos atuais da rede com problemas de qualidade e de capacidade (gargalos emergenciais) e, através de projeções de crescimento do tráfego e deterioração da rede, apontou gargalos futuros. Foram ainda observadas necessidades de construção ou, em alguns casos, pavimentação de trechos para complementar a rede multimodal de transportes (elos faltantes). Para cada uma das disfunções detectadas, foi proposto um projeto.

No processo de montagem da carteira de projetos do PELT-MG, inicialmente foram levantados os projetos disponíveis no Estado em distintas fases de andamento. Em um segundo momento, os gargalos atuais da rede foram identificados⁴, ao passo que se selecionou dentro dos projetos disponíveis, de acordo com os seu grau de importância e a dificuldade de

⁴ Os gargalos podem ocorrer tanto devido à relação entre o nível de tráfego existente e a capacidade da rede quanto com relação à qualidade do pavimento. No capítulo 3 as metodologias utilizadas para a definição dos gargalos serão mais bem detalhadas.

implantação, aqueles que comporiam a carteira inicial de projetos. A rede atual foi alimentada com dados referentes à carteira inicial, de modo a identificar outros gargalos não detectados anteriormente assim como elos faltantes, gerando novos projetos que seriam incorporados à carteira inicial.

Note-se que o PELT-MG teve como uma de suas características principais o planejamento de longo prazo. Dessa maneira foram consideradas quatro “janelas de tempo” para se proceder às intervenções. A janela 1 considerou o período entre o início de 2007 e o final de 2010; a janela 2, o período compreendido entre o início de 2011 e o término de 2014; a janela 3, o período compreendido entre o início de 2015 e o término de 2018; e a janela 4, o período compreendido entre o início de 2019 e o término de 2022.

Dentro desse contexto, os dados de carga transportada levantados em 1992 pelo PMT (1994) foram atualizados para 2007, no intuito de se obterem os impactos na rede atual de transportes. Tal atualização foi obtida por meio de multiplicadores da oferta e da demanda elaborados pela FIPE, conjuntamente com o modelo de Fratar⁵. Os resultados foram ajustados por dados disponibilizados pela Secretaria da Fazenda de Minas Gerais, que informou os valores de entradas e saídas referentes ao Estado, ao restante do país e ao exterior por município. Na etapa de ajuste foi também utilizada a matriz OD de 2001 da RMBH, assim como dados consolidados da produção indicados pelo IBGE e pesquisas com setores produtivos através da FAEMG e FIEMG. Para tanto, consideraram-se também as melhorias na rede realizadas nesse período.

Os procedimentos efetuados para a atualização da rede nas janelas subseqüentes consideraram a inclusão dos projetos realizados na rede na janela anterior assim como a deterioração do pavimento. Quanto à demanda por tráfego, consideram-se taxas de crescimento específicas para cada segmento, além da transferência de carga para o modal ferroviário. Os resultados e as taxas de crescimento aplicadas para os distintos horizontes temporais são apresentados na TAB. 7.

⁵ O modelo de Fratar consiste basicamente em um processo de distribuição da carga futura de cada zona de tráfego de acordo com a carga atual modificada pelo fator de crescimento da zona para qual a carga é atraída.

TABELA 7

Carga total movimentada dentro do estado em diferentes horizontes, por produto

Produtos	Total (mil t/ano)						Taxa (% a.a)	
	1992	2007	2011	2015	2019	2023	1992/2007	2007/2023
Minério de Ferro	114.348	216.976	279.239	326.660	418.171	495.747	4,4%	5,3%
Carga Geral	97.679	141.122	144.778	150.449	158.344	169.259	2,5%	1,1%
Petróleo	21.666	33.518	34.850	37.307	38.269	40.794	3,0%	1,2%
Calcário	14.911	24.418	28.047	32.687	34.928	40.295	3,3%	3,2%
Produtos Siderúrgicos	13.628	42.531	45.239	47.557	51.175	55.769	7,9%	1,7%
Ferro Gusa	9.833	16.531	17.986	19.331	21.372	23.760	3,5%	2,3%
Carvão Vegetal	9.444	10.291	11.042	11.761	12.436	13.087	0,6%	1,5%
Cimento	9.390	9.678	11.531	11.902	14.824	17.753	0,2%	3,9%
Adubos e Fertilizantes	9.190	14.630	15.823	16.027	17.580	19.238	3,1%	1,7%
Soja e Derivados	7.606	2.404	2.453	2.462	2.593	2.687	-7,4%	0,7%
Milho e Cereais	6.254	9.950	13.325	15.170	16.079	16.968	3,1%	3,4%
Leite e Derivados	5.694	6.847	7.701	8.763	10.118	11.266	1,2%	3,2%
Carvão Mineral	5.211	10.955	11.692	13.759	14.416	15.088	5,1%	2,0%
Hortifrutigranjeiros	4.738	7.085	7.757	8.157	8.823	9.334	2,7%	1,7%
Outros Minérios	3.971	7.843	10.139	14.126	14.852	16.712	4,6%	4,8%
Álcool	2.747	2.800	3.548	4.067	4.324	5.141	0,1%	3,9%
Açúcar	2.345	2.221	2.702	3.034	3.242	3.419	-0,4%	2,7%
Papel e Papelão	1.987	2.031	2.625	2.790	3.023	3.316	0,1%	3,1%
Gado em Pé	1.576	2.477	2.723	2.871	3.114	3.305	3,1%	1,8%
Café	1.466	2.860	3.108	3.408	3.685	3.928	4,6%	2,0%
Rochas Ornamentais	1.422	3.265	3.658	3.867	4.540	5.383	5,7%	3,2%
Celulose	1.259	1.369	1.451	1.524	1.632	1.763	0,6%	1,6%
Total	346.365	571.802	661.417	737.679	857.540	974.012	3,4%	3,4%

Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

Dessa forma, a carteira inicial para a janela 1 contou com 55 projetos: 44 projetos referentes ao modal rodoviário, 5 referentes ao modal ferroviário, 3 referentes ao modal hidroviário e 3 referentes ao modal dutoviário. O modal aéreo não foi contemplado nessa análise.

Note-se que os projetos estruturadores descritos acima, ProAcesso, ProMG, Infra-estrutura de Transportes da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Linha Verde, Infra-estrutura de Transportes do Triângulo e Alto Paranaíba e Corredores Radiais de Integração, que não tiveram suas ações concluídas, foram reordenados entre os 44 projetos do modal rodoviário selecionados para a carteira inicial, divididos em 6 grupos, conforme o QUADRO 3.

QUADRO 3

Projetos rodoviários da carteira inicial do PELT-MG

Programas	Descrição	Número de Projetos
Corredores Radiais	Compreendem intervenções nas rodovias federais cujos fluxos convergem para a RMBH. Destacam-se intervenções na, BR-040, BR-381 e BR-262.	6
Corredores Troncais	Compreendem intervenções nas rodovias federais cujos fluxos não convergem para a RMBH. Destacam-se intervenções na BR-153, BR-050, BR-365, BR-116 e BR-251.	8
Lotes Estaduais de PPP/Concessão	Compreendem lotes de rodovias estaduais passíveis de concessão.	17
Projetos Especiais	Compreendem projetos rodoviários que visam melhorar a capacidade de tráfego da RMBH, tal como adequação do sistema MG-010/MG-424, duplicação da MG-020, construção do Anel de Contorno Norte de BH, construção de ligações rodoviárias na região industrial de Betim-Ibirité. Compreende ainda intervenções na BR365, BR-153 e BR-050 na região do Triângulo Mineiro.	5
Vetores do PMDI ⁶ - Pavimentação de Rodovias.	Pavimentação de rodovias do ProAcesso, pavimentação de elos faltantes da rede e recuperação de rodovias de acordo com os 4 vetores do PMDI.	4
Vetores do PMDI- Recuperação de Rodovias.	Recuperação de rodovias de acordo com os 4 vetores do PMDI.	4

Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

Destaca-se nesse contexto uma questão crucial: o aumento na extensão da rede rodoviária pavimentada, de acordo com a evolução do projeto ProAcesso, implicaria também aumento do custo de manutenção dessa. Paralelamente, devido à baixa movimentação de cargas e

⁶ O Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI) divide o estado em quatro regiões agrupadas de acordo com as similaridades das cadeias produtivas e aspectos sócio-econômicos comuns a cada uma dessas regiões.

passageiros, não haveria viabilidade econômica para cobrança do pedágio nos trechos do ProAcesso. Por outro lado, parte da rede recuperada através do projeto ProMG apresenta condições de viabilidade econômica para que sejam concedidas à iniciativa privada ou operadas através de parceria público privada (PPP), resultando assim no programa Lotes Estaduais de PPP/Concessão. Ou seja, o Estado procurou compensar os custos adicionais do aumento da extensão da rede pavimentada através da concessão de parte da rede pavimentada que se encontrava sobre sua competência, incorporando ainda trechos de rodovias federais a serem delegadas ao Estado. A TAB. 8, abaixo, apresenta os lotes a serem concedidos, assim como a extensão de rodovias estaduais e federais pertinentes a cada um dos lotes em questão.

TABELA 8

Lotes passíveis de concessão/PPP

Descrição do Lote de Concessão	Federais	Estaduais	Total
Itapecerica-Lagoa da Prata	103,90	355,80	459,70
Pouso Alegre	186,20	187,70	373,90
Curvelo	94,20	191,20	285,40
Uberaba-Iturama	0,00	500,80	500,80
Itajubá	151,30	235,20	386,50
Montes Claros	207,10	228,00	435,10
Lago de Furnas	116,40	290,80	407,20
Uberlândia-Araxá	125,10	380,40	505,50
Patos de Minas	200,20	100,70	300,90
Ouro Preto	125,80	529,00	654,80
São João Del Rei	166,80	189,20	356,00
Formiga-Oliveira	176,70	113,10	289,80
Varginha	192,80	145,60	338,40
Caxambu	340,50	344,10	684,60
Poços de Caldas	127,80	198,10	325,90
Juiz de Fora-Ubá-Viçosa*	167,00	460,10	627,10
Total Geral	2.481,80	4.449,80	6.931,60

Fonte: MINAS GERAIS, 2008.

Nota: *O lote Juiz de Fora-Ubá-Viçosa foi subdividido em 2 lotes de modo que, no total, estão disponíveis 17 lotes passíveis de concessão ou PPP.

As FIG. 10 e 11, abaixo, apontam os trechos referentes aos programas Corredores Radiais e Corredores Troncais. Para efeito desta tese, serão feitas simulações considerando-se melhorias nos trechos da BR-262 entre Betim e Uberaba, BR-381 entre Belo Horizonte e Governador

Valadares (respectivamente projetos R4 e R5 dentro do programa Corredores Radiais) e BR-116 entre as divisas de Minas Gerais com a Bahia até Governador Valadares e Governador Valadares até a divisa com o Rio de Janeiro (respectivamente projetos R8 e R9 dentro do programa Corredores Troncais). No capítulo 5, os quatro projetos em questão serão analisados com maior detalhe, ressaltando-se as alterações nos custos de transporte mediante as melhorias realizadas.

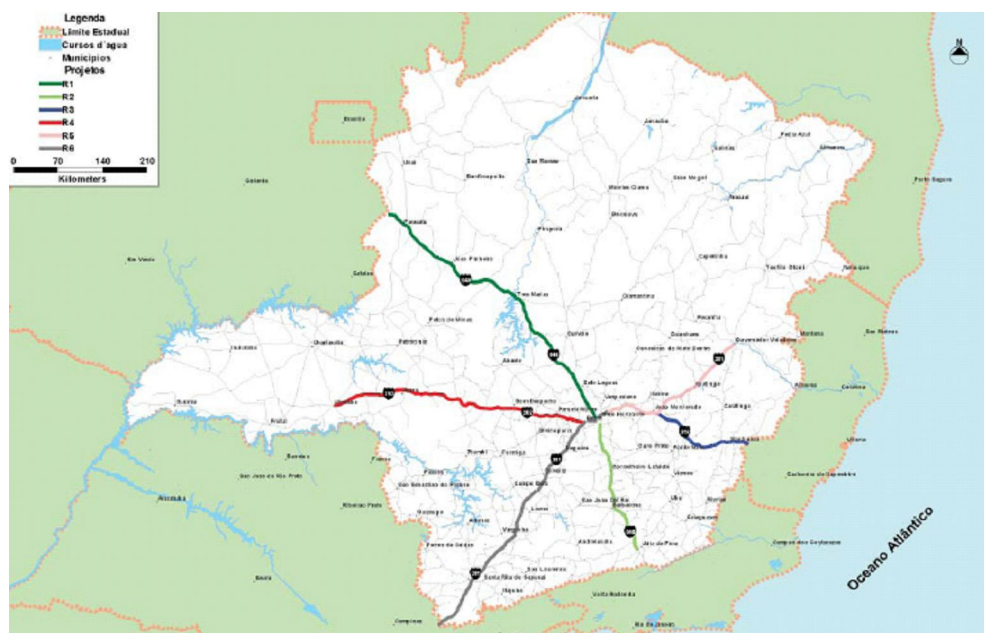


FIGURA 10 – Projetos corredores radiais

Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

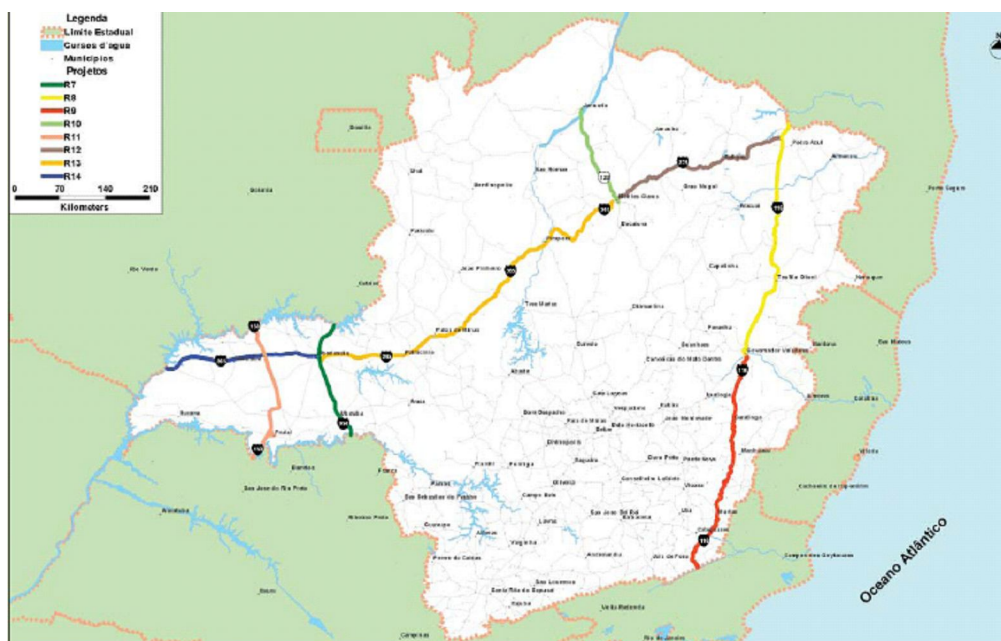


FIGURA 11 – Projetos corredores troncais

Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

Este capítulo procurou assim apontar quatro pontos principais: a relação entre infra-estrutura e desenvolvimento econômico, a necessidade de utilização de ferramentas analíticas mais abrangentes para compreender a relação entre transportes e desenvolvimento econômico, a premência de se atacar o problema do transporte rodoviário no Brasil e em Minas Gerais, e as ações do governo do Estado, com referência especial ao PELT-MG, no intuito de se atacar esse problema.

O capítulo 3, a seguir, reforçará a complexa relação entre transportes e desenvolvimento econômico e apresentará também o modelo de transportes HDM-4, utilizado tanto no PELT quanto nesta tese. Dessa maneira, será enfatizado o avanço teórico decorrente da adoção do modelo de EGC e do modelo de transportes a partir do georeferenciamento da rede.

3 INTEGRAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE AO MODELO DE EGC

3.1 Custos de transporte em modelos de equilíbrio geral computável

Conforme delineado no capítulo anterior uma das questões fundamentais no tocante a utilização de modelos de equilíbrio geral computável na avaliação de alterações na infraestrutura de transportes diz respeito à incorporação dos custos de transporte ao modelo de EGC. Neste capítulo serão discutidas alternativas para a incorporação destes custos procurando demonstrar que o modelo HDM-4 ao calcular custos de transporte de acordo com o tipo dos veículos e a característica das vias, pode incorporar de maneira mais efetiva os impactos na alteração da infra-estrutura de transportes do que modelos baseados em índices de acessibilidade ou custos de transporte do tipo iceberg.

Nesse contexto, a inserção de custos de transporte em modelos de equilíbrio geral computável, segundo Haddad (2004), ocorrem de 3 maneiras:

- a) através da utilização de custos de transporte do tipo iceberg como por exemplo em Almeida, Haddad e Hewings (2003), Almeida (2004) e Bröcker e Schneider (2002);
- b) especificando-se uma fronteira de possibilidades de produção para um setor de transportes otimizador e calculando o custo de deslocamento dos bens baseados em pares de origem e destino como por exemplo em Haddad (2004) e Ando e Meng (2006);
- c) modelando exogenamente o subsistema de transportes de modo a que se obtenha insumos de transporte que irão alimentar as funções de produção do modelo central como por exemplo em Kim e Hewings (2003) e Araújo (2006).

Custos de transportes do tipo iceberg foram introduzidos por Samuelson (1952)⁷ no intuito de se discutir um modelo de comércio internacional. Considerava assim um produto produzido no país local, a um preço P_o em uma quantidade de M_o toneladas. Parte da produção M_o embarcada para o país estrangeiro iria se “perder” no processo de transporte, de modo que a

⁷ Essa parte da análise baseia-se em McCann (2005).

quantidade do bem a ser consumido no estrangeiro (M_d) corresponderia à quantidade embarcada no local de produção multiplicada por um fator constante λ , de modo que $M_d = \lambda M_o$. Nesse contexto, uma parte $(1 - \lambda)$ do valor M_o “derreteria” no processo de transporte. Os preços efetivamente pagos pelo consumidor estrangeiro P_d poderão portanto serem escritos como função do preço do produto no local de origem P_o ou,

$$P_d = \left(\frac{M_o}{M_d} \right) P_o = \frac{P_o}{\lambda} \quad (1).$$

A formulação de Samuelson (1952) previa assim descontinuidades na função de custos de transportes. Em qualquer parte do país de origem os preços dos bens não variam ao passo que movendo-se para uma fronteira internacional os preços dos produtos apresentarão um “salto”. Não há assim geografia econômica relacionada aos transportes no sentido de conecta-lá à distância percorrida entre distintos pontos.

Mc Cann (2005) indica que a principal inovação capaz de permitir uma mudança de paradigma da “nova economia internacional” para a “nova geografia econômica” foi a redefinição dos custos de transporte do tipo iceberg para uma função contínua explicitamente dependente da distância ou,

$$V_d = V_o e^{-\lambda D} \quad (2), \text{ onde:}$$

V_o corresponde ao valor do bem no local de produção;

λ é o parâmetro de “decaimento” associado ao transporte;

V_d o valor da mercadoria no local de consumo;

D a distância percorrida entre a origem e o destino.

Nesse caso, ocorre uma inversão da versão de Samuelson dado que o valor da mercadoria que “derreteria” na formulação original era $1 - \lambda$.

Considerando que $V_d/V_o = M_d/M_o$ e utilizando a relação de preços entre P_o e P_d como proposto pela equação (1) podemos reescrever a equação (2) como:

$$P_d = P_o e^{\lambda D} \quad (3).$$

Tomando as derivada primeira e segunda da equação (3) com relação à distância obtemos:

$$\frac{\partial Pd}{\partial D} = \lambda P_o e^{\lambda D} \quad (4) \text{ e,}$$

$$\frac{\partial^2 Pd}{\partial D^2} = \lambda^2 P_o e^{\lambda D} \quad (5).$$

Derivando a equação (4) com relação ao preço na origem obtemos:

$$\frac{\partial \left(\frac{\partial Pd}{\partial D} \right)}{\partial P_o} = \lambda e^{\lambda D} \quad (6).$$

As propriedades da função de custos de transporte do tipo iceberg como descritas acima, podem ser caracterizadas como:

- a) convexidade em relação à distância percorrida (equação 5),
- b) proporcionalidade entre a variação do preço do produto no destino e a distância percorrida com o preço do produto na origem (equação 4),
- c) invariância entre a distância percorrida o preço no local de origem o custo por tonelada/quilômetro e o peso do produto embarcado na origem (equação 6).

Mc Cann (2005) com relação às propriedades descritas acima argumenta que:

as três propriedades descritas do modelo de custo de transporte iceberg de Krugman são claramente diferentes das propriedades associadas às funções de custos de transporte utilizadas na maioria dos modelos de preços espaciais ou de economia dos transportes (p, 7.).

Dada esta contradição Mc Cann (2005) considera então que estudos empíricos baseados em custos de transporte do tipo iceberg devem ser realizados com bastante ressalva, dada interdependência entre os resultados e as hipóteses propostas.

Além das críticas formais apresentadas por McCann (2005) com relação aos custos de transporte Iceberg Tavassy et al. (2002) argumenta especificamente contra a utilização desta especificação em modelos de EGC ou:

reduções nos custos de transporte Iceberg implicam no fato de que os produtores necessitam produzir menos para satisfazer o mesmo nível de demanda por parte dos consumidores. Assim, o consumo poderá crescer mais do que a produção. Esse fato poderá gerar efeitos perversos em termos de análise de resultados dado que uma queda no custo de transportes implicará em um aumento do consumo, quando a produção efetivamente diminui (p, 10.).

Com relação à utilização de um modelo de equilíbrio geral a partir de um setor de transportes otimizador, Haddad (2004) transformou a matriz de distâncias entre as capitais brasileiras em uma matriz de custos logísticos para cada trecho ao utilizar-se da função para fretes estimada por Castro et.al. (1999). Tal função foi estimada na forma $tariff = 0,25dist^{0,73}$, onde “tariff” corresponde à tarifa de transporte rodoviário de carga e “dist” à distância entre dois pontos.

Araújo(2006), por sua vez propôs uma abordagem exógena para modelar o setor de transportes ao considerar um índice de acessibilidade na forma :

$$IA_i = \frac{\sum_{j=1}^n (I_{ij}PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j} \quad (7), \text{ onde:}$$

IA_i = índice de acessibilidade do nó i –origem;

I_{ij} = impedância através da rede entre os nós i e j-destinos;

PIB_j = produto interno bruto do centro de atividade econômica de destino.

A impedância é estabelecida por rodovia entre os nós de origem e o centro de destino de modo que:

$$I = \sum I_a + \sum I_n \quad (8) , \text{ onde}$$

I_a é a impedância dos arcos e I_n a impedância dos nós. I_a foi calculada através da fórmula

$$I_a = \frac{\text{distância}(Km)}{\text{velocidade}(Km/h)} \quad (9),$$

de modo que para cada tipo de rodovia foi imputada uma velocidade média (por exemplo, pista dupla 100km/h, pista simples 80km/h, etc.).

A impedância do nó foi calculada considerando-se:

$$I_n = 15(\log P * 10) \quad (10),$$

onde P corresponde à população vivendo no local e o logaritmo foi utilizado por considerar-se que o atraso decorrente de congestionamento em grandes aglomerações não aumenta linearmente.

A partir desta definição Araújo (2006) utilizou alterações percentuais no índice de acessibilidade como variável exógena em um modelo de EGC. Melhorias nas vias implicam em diminuições no índice de acessibilidade gerando portanto, uma redução na demanda por margens.

Dessa maneira, tanto em relação a utilização de custos de transporte do tipo iceberg como nos procedimentos descritos em Haddad (2004) e Araújo (2006) foram desconsideradas características vitais do sistema de transporte. Considera-se assim que o PELT-MG representou um avanço metodológico importante na integração de modelos de EGC e modelos de transporte. Nesse contexto, o georeferenciamento da malha proporcionou informações que alimentaram funções interdependentes de custo e capacidade, avaliadas respectivamente pelos modelos HDM-4 e HCM (Highway Capacity Manual). Obteve-se assim, conforme o esquema resumido na FIG. 12 abaixo, uma modelagem exógena do subsistema de transportes que pode compreender mais amplamente algumas das especificidades discutidas no item 2.2.

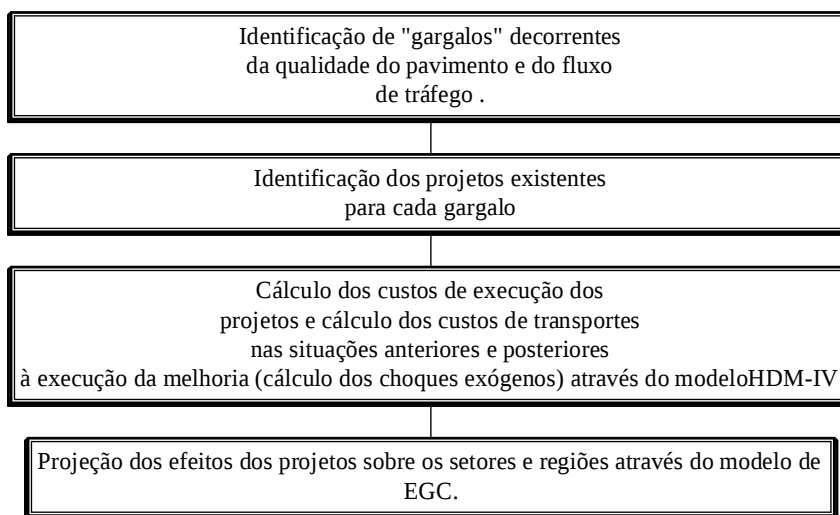


FIGURA 12 – Modelagem do subsistema de transportes no PELT-MG

Elaboração própria

As características do modelo HDM-4 e a incorporação dos custos de transporte avaliados por esse no modelo de EGC será discutida na próxima seção.

3.2 Custos de transporte em modelos de equilíbrio geral computável: a interação com o modelo HDM-4

Segundo Visconti (2000, p.51), de uma maneira geral, o objetivo básico das avaliações econômicas para intervenções na infra-estrutura rodoviária “consiste em procurar aqueles investimentos que minimizem o custo total de transporte”. A apreensão do custo total do transporte, por outro lado, configura-se como uma tarefa bastante complexa, dado que compreende de uma maneira ampla os custos incorridos pelas agências (construção e manutenção), pelos usuários (custos de operação dos veículos, custos do tempo despendido por passageiros, tripulação e carga em trânsito) e custos externos (acidentes, poluição, barulho, etc.).

Os custos do transporte podem ser classificados como fixos, variáveis, “afundados” e externos. Os custos externos podem ainda ser subdivididos em intra-setoriais ou externalidades que os usuários dos transportes impõem uns sobre os outros, e externalidades inter-setoriais ou externalidades impostas sobre a sociedade como um todo, podendo ainda possuir efeitos locais, globais, cumulativos ou instantâneos (LAKSHMAN *et al.*, 2001). Uma dificuldade extra na avaliação dos custos do transporte deriva do fato de que as estradas são propriedade pública, enquanto os veículos são propriedade privada (HEFLEBOWER 1968). O QUADRO 4, abaixo, procura classificar os principais custos decorrentes do transporte rodoviário.

QUADRO 4

Custos decorrentes do transporte rodoviário: fatos geradores e classificações

Gerador do custo	Tipo de Custo	Classificação
Custos originados pela infra-estrutura	Construção da infra-estrutura de transportes;	“afundados”
	Custos de manutenção e operação da infra-estrutura e o nível de depreciação que não dependem do volume de tráfego.	fixos
	Custos de manutenção e operação da infra-estrutura e o nível de depreciação que dependem do volume de tráfego.	variáveis
Custos originados pelos veículos	Efeitos sobre o meio-ambiente que não dependem do volume de tráfego.	Externos e fixos
	Efeitos sobre o meio-ambiente que dependem do volume de tráfego.	Externos e variáveis
	Consumo de combustível, lavagem, lubrificação, desgaste de partes, manutenção, pneus.	variáveis
	Custo de aquisição dos veículos, impostos, seguros, salários dos motoristas e ajudantes, depreciação, custo de oportunidade.	fixos
	Poluição atmosférica e sonora, acidentes.	Externos e inter setoriais
	Acidentes, congestionamentos.	Externos e intra-setoriais
	Congestionamento.	Externo e instantâneo
	Emissão de gás carbônico	Externo e cumulativo
	Barulho e vibração	Externos com impactos locais
	Emissão de gás carbônico	Externo com impactos Globais.

Fonte: LAKSHMANAN, *et al.* 2001; JOHANSSON; MATTSON, 1995; FARIA ; COSTA, 2007.

Desconsiderando-se, no entanto, a questão das externalidades, uma análise de custo de intervenções em infra-estrutura rodoviária deve compreender:

- a) a relação entre os custos de construção e manutenção para os vários padrões de estradas, considerando-se a largura, qualidade do alicerce e superfície;
- b) a interação entre a qualidade, capacidade e a depreciação da estrada e os custos que serão originados sobre os veículos, de acordo com o número, peso e velocidade de operação desses;

- c) a relação entre a qualidade e capacidade da estrada e os custos de operação do transportador, de acordo com a velocidade, certeza do tempo de entrega e possíveis danos ocasionados às mercadorias (HEFLEBOWER 1968).

Dessa forma, a avaliação dos trechos que receberão melhorias irá requerer informações pertinentes a:

- a) dados de tráfego segundo o tipo de veículo;
- b) a taxa de crescimento do tráfego segundo o tipo e trecho da rodovia;
- c) o custo de construção e manutenção da melhoria segundo o trecho e condição da rodovia;
- d) o custo de operação dos veículos segundo o tipo e condição da rodovia;
- e) a taxa de retorno da inversão financeira (MINAS GERAIS, 1976).

Considerando-se assim o custo total do transporte rodoviário como a soma entre os custos de operação dos veículos e os custos de manutenção da infra-estrutura, conforme a FIG. 13, abaixo, tem-se que quanto maior o gasto em manutenção menor o custo de operação dos veículos que trafegam na malha. No entanto, a partir de determinado ponto, uma melhoria do padrão ocasionará um aumento do custo total de transporte. Pode-se assim determinar um nível ótimo de manutenção que irá minimizar os custos totais de transporte.

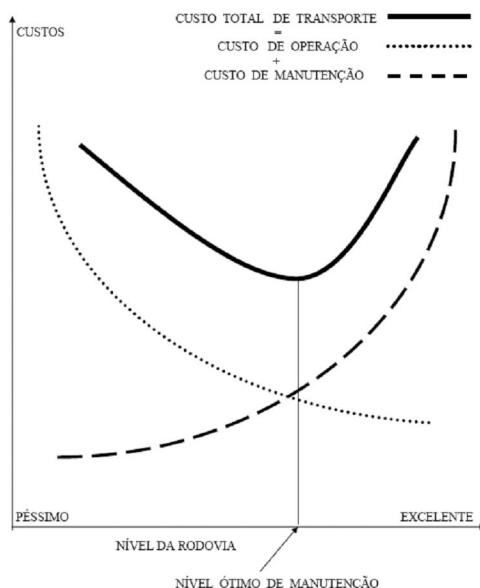


FIGURA 13 – Custo total do transporte rodoviário

Fonte: VISCONTI, 2000.

De acordo com essa lógica, o Banco Mundial desenvolveu o modelo denominado Highway Design and Maintenance Standards Model - HDM com o intuito de avaliar projetos de construção e manutenção rodoviária. O HDM possibilita a comparação entre distintos projetos, avaliando conjuntamente os custos de construção, manutenção e operação dos veículos, além de fornecer indicadores econômicos que permitam identificar os projetos que imputem o menor custo à sociedade. Dessa maneira, conforme aponta Talvitie (2000), no contexto do HDM é possível, por exemplo, compreender os efeitos da redução de gastos com manutenção rodoviária no presente com um conseqüente aumento do custo de reconstrução no futuro.

Segundo Bennet e Greenwood (2007), o processo de desenvolvimento do HDM remonta a 1969, sendo a primeira fase de seu desenvolvimento completada em 1971. Assim, na fase inicial de desenvolvimento do HDM um grupo de pesquisa do Massachusetts Institute of Technology (MIT) desenvolveu um projeto conceitual que relacionava os padrões de construção e operação da infra-estrutura rodoviária aos custos operacionais dos veículos. No entanto, para a obtenção de uma versão do modelo HDM que pudesse servir de fato ao planejamento rodoviário foram necessárias investigações de campo que fornecessem dados sobre o consumo de combustível, custos dos usuários e deterioração dos pavimentos. Foram

assim realizados estudos no Quênia, no período compreendido entre 1971 e 1975, que serviram de base para o modelo Road Transport Investment Model (RTIM). O modelo HDM foi então criado em 1977, incorporando características do modelo RTIM e do modelo desenvolvido pelo MIT.

Estudos realizados sucessivamente no Caribe, Brasil e Índia, levaram à segunda versão do HDM, proposta em 1981. Refinamentos posteriores levaram à terceira versão do modelo, proposta em 1987. Os dados empíricos no Brasil foram levantados pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), por meio da Pesquisa sobre o Inter-relacionamento dos Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR), realizada entre 1975 e 1984 (GEIPOT, 1989, Visconti, 2000).

O DNER passou a adotar o HDM a partir da década de 80, como instrumento para o estudo de viabilidade de projetos de construção ou manutenção de rodovias. O HDM é também utilizado pelo Banco Mundial como critério de avaliação dos projetos sobre sua apreciação para concessão de empréstimos (GEIPOT, 1989, TALVITIE, 2000). Especificamente em Minas Gerais, podem-se citar os estudos do PMT (MINAS GERAIS, 1994), Minas Gerais Século XXI (ALMEIDA, 2002) e o PELT-MG (MINAS GERAIS) como exemplos de aplicações do HDM.

O modelo HDM-III consiste basicamente de três conjuntos de relações de custos interdependentes, cujos valores ao longo do tempo são adicionados e, posteriormente, descontados para a obtenção do valor presente. Tais conjuntos de custos podem ser resumidos, conforme Petersen e Poulsen (1996) descrevem:

- a) Custos de construção - F_1 (tipo do terreno, precipitação pluviométrica, tipo do pavimento, geometria);
- b) Custo de manutenção - F_2 [deterioração da estrada (tipo do pavimento, clima, idade do pavimento, tráfego), padrão de manutenção];
- c) Custo do usuário do transporte - F_3 (geometria, condição da superfície, velocidade, tipo do veículo).

No HDM-III o custo dos usuários (Road User Effects – RUE) incluía tanto o custo de operação dos veículos (Vehicle Operating Costs – VOC) quanto o custo associado ao tempo despendido pelos usuários.

Embora o HDM-III tenha sido aplicado em mais de 100 países, foram apontadas limitações nas relações técnicas utilizadas no cálculo do custo operacional dos veículos e na deterioração dos pavimentos (Bennet e Greenwood 2007). Outra limitação apontada no HDM-III diz respeito ao fato de que esse não modelava condições de tráfego em vias congestionadas, de modo que sua utilização no meio urbano ou em estradas com pontos de congestionamento tornava-se inadequada. Procedeu-se assim à atualização do modelo, sendo que sua quarta versão tornou-se disponível a partir de 2000.

Segundo Bennett e Greenwood (2003), o HDM-4 desenvolveu-se a partir do HDM-III, procurando incorporar as seguintes melhorias:

- a) Adaptação da modelagem dos custos operacionais dos veículos, a fim de refletir mais adequadamente os efeitos da evolução tecnológica dos veículos de transporte sobre a velocidade, consumo de combustível, depreciação, custo do capital e taxa de juros;
- b) Modelagem da poluição ambiental e sonora e de condições de segurança;
- c) Modelagem de efeitos decorrentes do congestionamento nas vias;
- d) Cálculo de impactos no módulo VOC, de acordo com aumento no tempo de viagem decorrente de realização de obras nas vias.

Além da possibilidade de compreender custos externos tais como emissão de poluentes e acidentes, gerando uma medida mais ampla para o custo dos usuários do que medidos anteriormente pelo HDM-III, outra característica importante do modelo HDM-4 diz respeito à habilidade em incluir uma maior variedade de pavimentos e modelar os efeitos das condições climáticas sobre estes pavimentos. Foram incorporados também no modelo veículos não motorizados.

Dessa forma, o modelo HDM-4 passou a proporcionar uma medida mais acurada dos efeitos da utilização de veículos no transporte (BENNETT; GREENWOOD, 2003). A FIG. 14 procura resumir tais relações.

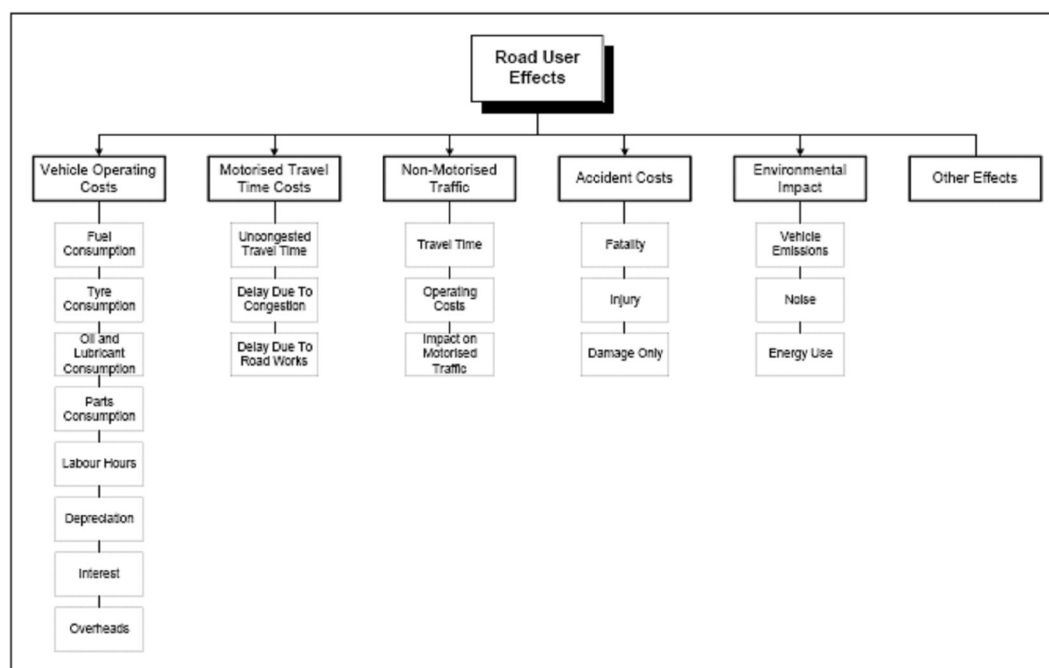


FIGURA 14 - Componentes dos custos dos usuários do transporte no modelo HDM- IV

Fonte: BENNETT; GREENWOOD, 2003.

O QUADRO 5 compara os elementos que compõem os custos dos usuários (RUE) tanto no modelo HDM-III quanto no modelo HDM-4. Por meio dela, pode-se perceber que as principais modificações dizem respeito à influência que a capacidade de tráfego exerce sobre o custo dos usuários no HDM-4, enquanto tal efeito não era modelado no HDM-III. A incorporação dos efeitos do congestionamento é importante, dado que vias congestionadas aumentam a duração das viagens, o custo operacional dos veículos e o volume de emissões.

QUADRO 5

Fatores influenciando os efeitos sobre os usuários do setor de transportes nos modelos
HDM-III e HDM-4

Componentes do RUE*	HDM-III			HDM-4		
	Geometria	Condição do Pavimento	Capacidade	Geometria	Condição do Pavimento	Capacidade
1) Consumo de Combustível	x	x		x	x	x
2) Consumo de Pneus	x	x		x	x	x
3) Despesas com peças para a manutenção dos veículos		x			x	x
4) Despesas com mão-de-obra para manutenção dos veículos		x			x	x
5) Depreciação e juros	x	x		x	x	x
6) Gastos com a tripulação e custos administrativos**	x	x		x	x	x
7) Consumo de óleo lubrificante		x		x	x	x
8) Tempo do passageiro	x	x		x	x	x
9) Construção e manutenção da estrada					x	x
10) Segurança				x	x	x
11) Barulho				x	x	x
12) Emissão de Poluentes				x	x	X

Elaboração própria.

Notas: Dados retirados de: BENNETT, 1999.

* conforme a FIG. 14 acima os itens de 1 a 7 são apreendidos pelo módulo VOC;

** custos administrativos é uma tradução livre para “overhead costs” e compreendem custos administrativos, seguro e licenciamento.

Outra diferença entre o HDM-III e o HDM-4 diz respeito à modelagem dos efeitos da geometria sobre o consumo de óleo lubrificante e os efeitos decorrentes da construção e manutenção de estradas, poluição sonora e ambiental e modelagem de acidentes incorporados no HDM-4. Note-se ainda que as condições do pavimento, segundo Bennett (1998), possuem um impacto maior sobre o consumo de partes no HDM-III em comparação com o HDM-4.

Para cada um dos fatores que influenciam o custo dos usuários, existe uma equação específica, cujos parâmetros dependem basicamente do veículo considerado e do país onde irá se aplicar o estudo. Uma das vantagens da utilização do HDM no Brasil decorre do fato de que a extensiva pesquisa de campo realizada nesse país adequou os parâmetros utilizados no modelo à realidade brasileira. Estudos em outros países requerem alterações dos valores “default” observados no Brasil. Para uma detalhada descrição das equações e parâmetros utilizados no HDM-4, pode-se consultar, por exemplo, Bennett (1996).

Dado que o HDM-4 necessita de parâmetros referentes à capacidade da rede rodoviária para se proceder ao cálculo dos custos de transporte, utilizou-se também o modelo HCM no levantamento de tais parâmetros. O HCM define 6 faixas de serviço que variam de A a F, cada uma definindo uma relação de segurança e conforto resultante da relação volume/capacidade da rodovia (SAN MARTINS *et al.*, [2004?]).

Os volumes de tráfego, definidos de acordo com os procedimentos descritos na seção 2.3, foram transformados em fluxos de veículos, de acordo com o produto transportado e os pares de origem e destino para cada zona de tráfego (ZT)⁸. Dado o foco do PELT-MG no transporte de cargas, considerou-se caminhões de 2 eixos, 3 eixos e 5 eixos. Considerou-se também o carregamento de automóveis e ônibus na rede de acordo com um crescimento estimado de 2% ao ano. A FIG. 13, abaixo, apresenta o carregamento da rede e o nível de serviço de acordo com o HCM para 2007, onde os links classificados no padrão E e F foram considerados como gargalos.

Note-se, conforme a FIG. 15 que, com exceção dos trechos sul da BR-381 e BR-040, os demais corredores que convergem para a RMBH apresentam problemas de adequação. Destaca-se neste contexto o trecho Betim-Juatuba que acumula tráfego da BR-262 e MG-050, representando assim o pior nível de serviço do estado.

⁸ As zonas de tráfego do modelo serão descritas no capítulo 4.

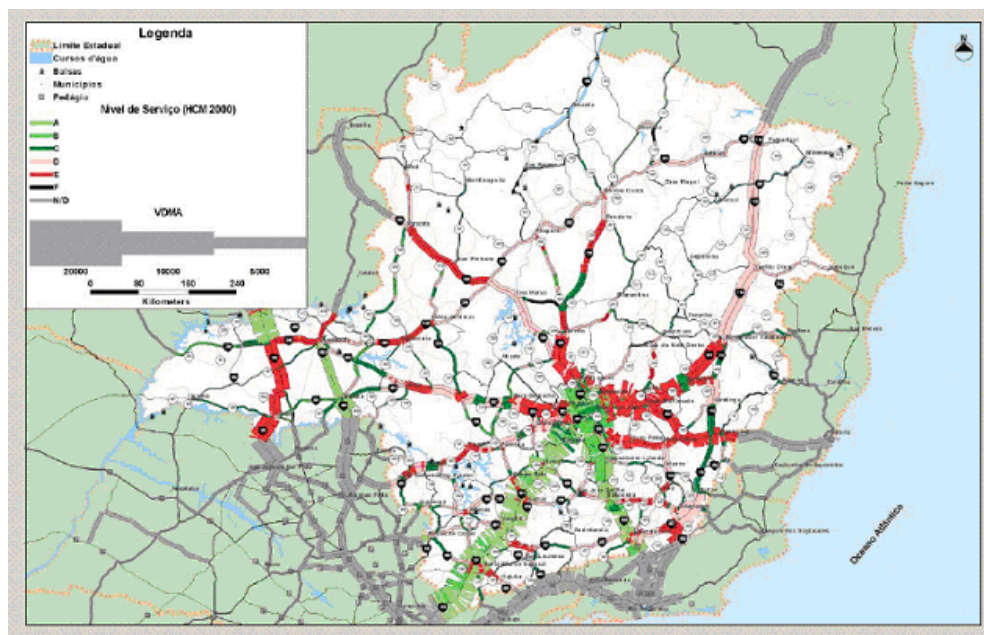


FIGURA 15 – Carregamento e nível de serviço da rede rodoviária em 2007

Fonte: MINAS GERAIS, 2006.

A condição do pavimento foi avaliada de acordo com o International Roughness Index (IRI), que mede o grau de irregularidade da pista. No caso do PELT, considerou-se como bom o pavimento, cujo IRI foi menor que 4, ao passo que, entre 4 e 6, considerou-se o pavimento como regular, entre 6 e 8 ruim e maior do que 8 péssimo. Foram considerados como gargalos os trechos cujo pavimento foi classificado como ruim ou péssimo.

Dessa forma, através das informações referentes ao relevo, ao tipo da pista, à condição do pavimento, ao carregamento e à capacidade da rede, obtiveram-se os custos por quilômetro rodado por tipo de veículo para 100 links. Os parâmetros considerados para caracterização da infra-estrutura rodoviária são descritos no QUADRO 6.

QUADRO 6

Classificações possíveis para caracterização da infra-estrutura rodoviária

Relevo	Tipo de pista	Condição do pavimento
Plano	Simples	Boa
Levemente ondulado	3ª faixa	Regular
Ondulado	Dupla	Mau
Fortemente ondulado	Travessia urbana	Péssima
Montanhoso	Terra	

Fonte: MINAS GERAIS, 2006.

Determinou-se posteriormente o custo generalizado por classe de veículo por link da rede de acordo com a seguinte fórmula:

$$CG_v = (T_v * CT_{vrp}) + (D_{rp} * CD_{vrp}) + CP_v, \quad (11) \text{ onde:}$$

CG_v = custo generalizado incorrido pelo veículo v percorrendo determinado link i ;

T_v = tempo despendido para o veículo v percorrer o link i ;

CT_{vrp} = custo operacional por unidade de tempo para um veículo do tipo v percorrer um determinado link com a condição de relevo r e a condição de pavimento p ;

D_{rp} = extensão do link da categoria rp ;

CD_{vrp} = custo operacional por unidade de distância para um veículo do tipo v percorrer um determinado link com a condição de relevo r e a condição de pavimento p ;

CP_v = custo do pedágio incorrido no percurso do link i .

Para se calcular o custo despendido em mil quilômetros percorridos, utilizou-se o módulo VOC do HDM-4, conforme a FIG. 14 e a QUADRO 5 acima. Dessa forma, alguns elementos do custo operacional são diretamente influenciados pelo tempo (salários, custo da tripulação,

custo do capital etc.), enquanto outros são influenciados pelas condições de relevo e de pavimento (combustível, lubrificantes, manutenção, desgaste de peças etc.) gerando a distinção proposta na equação 2. Os resultados obtidos para o custo operacional dos veículos assim como os dados de tráfego utilizados são descritos na TAB. 9.

TABELA 9

Dados relativos ao transporte rodoviário em Minas Gerais em 2007

Cod	Fórmula	Indicador	Toda a rede ¹						Rede de Minas Gerais					
			Auto	Bus	C2e	C3e	C5e	Total	Auto	Bus	C2e	C3e	C5e	Total
a		Carga transportada (milhões de t)			31,0	94,3	198,0	323,2			31,0	94,3	198,0	323,2
b		Nº de veículos (milhões)	44,5	3,9	6,9	8,7	9,1	73,1	44,5	3,9	6,9	8,7	9,1	73,1
c	a/b	Carregamento médio (t/veic.) ¹			4,5	10,8	21,7	8,7			4,5	10,8	21,7	8,7
d		Momento de transporte (milhões de veic.km)	12.195	1.254	2.849	5.384	5.385	27.067	7.363	740	1.602	2.672	2.959	15.335
e	d/b	Distância média (km)	274	324	412	617	589	370	166	191	232	306	324	210
f		Tempo de viagem (milhões de veic.h)	159,0	17,6	39,5	71,3	73,5	360,9	102,2	10,7	23,4	36,7	41,3	214,3
g	f/b	Tempo médio (h)	3,6	4,6	5,7	8,2	8,0	4,9	2,3	2,8	3,4	4,2	4,5	2,9
h	d/f	Veloc. média em trânsito (km/h)	76,7	71,2	72,1	75,6	73,2	75,0	72,1	68,9	68,6	72,8	71,6	71,6
i		Custo operacional (R\$ milhões)	7.873	2.178	4.946	13.467	18.586	47.048	4.766	1.297	2.815	6.727	10.211	25.816
j	i/d	Custo médio (R\$/veic.km)	0,65	1,74	1,74	2,50	3,45	1,74	0,65	1,75	1,76	2,52	3,45	1,68
k		Custo de combustível (R\$ milhões)	3.574	481	1.145	4.563	6.469	16.232	2.164	286	652	2.279	3.554	8.935
l		Consumo (milhões de litros)	1.425	264	630	2.508	3.556	8.924	862	157	358	1.253	1.954	4.585
m	d/l	Consumo médio (km/l)	8,56	4,74	4,53	2,15	1,51	3,03	8,54	4,70	4,47	2,13	1,51	3,34

Fonte: MINAS GERAIS, 2006

Notas: 1) inclusive rodovias utilizadas fora de Minas Gerais

2) inclui veículos cheios e vazios

As melhorias realizadas na rede iriam assim ocasionar reduções nos custos de transporte, medidos pelo módulo VOC do HDM-4, para cada link e, conseqüentemente, para cada par de origem/destino (OD), de modo a gerarem impactos econômicos distintos por setor e região.

Note-se que a opção por utilizar o módulo VOC do HDM-4 faz com que efeitos importantes considerados pelo módulo RUE, conforme a TAB. 9 acima, tais como tempo despendido

pelos usuários de veículos motorizados e não motorizados, custos de acidentes, impactos ambientais entre outros efeitos relevantes, não sejam apreendidos nessa análise.

Paralelamente à luz da discussão levantada na seção 3.1, o setor de transportes pode também gerar externalidades positivas, decorrentes principalmente da reorganização produtiva das firmas, gerando ganhos de localização (aglomeração de firmas dentro da mesma indústria) e aglomeração, conforme modelado por Larsen, Madsen e Jensen-Butler ([2005?]).

Considerou-se, no entanto, que incorporar todos esses fatores acabariam por adicionar um custo extra que não se justificaria em termos de ganhos de resultados. Ou seja, a utilização do módulo VOC já é um avanço considerável, pois, compreende de maneira satisfatória características pertinentes ao pavimento, geometria e capacidade da rede, conferindo assim um grau de heterogeneidade às distintas regiões.

Nesta tese, compreender-se-ão reduções nos custos de transporte medidas pelo módulo VOC do HDM-4 como os choques exógenos a serem incorporados pelo modelo de EGC. O capítulo 4, a seguir, detalha o modelo de EGC a ser utilizado e apresenta também a integração dos custos de transporte levantados pelo HDM-4 a esse modelo.

4 MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL: ESTRUTURA E BANCO DE DADOS

4.1 Estrutura teórica do Modelo B-MARIA-MG

Conforme discutido nos capítulos anteriores, considera-se que modelos de equilíbrio geral computável, devido à interação entre setores e regiões, constituem-se em um instrumental teórico adequado para compreender os efeitos complexos de melhorias na oferta de infraestrutura sobre o desenvolvimento econômico. Adicionalmente, conforme ressalta Perobelli (2004) modelos de EGC podem incorporar restrições diversas, tais como a capacidade da oferta e o equilíbrio da balança de pagamentos, afetando os diversos agentes econômicos. No capítulo 2 desta tese, discutiu-se o problema dos transportes em Minas Gerais enquanto, no capítulo 3, discutiu-se a modelagem de custos de transportes a ser incorporados ao modelo de EGC. Nesse capítulo será apresentada a estrutura geral do modelo B-MARIA-MG, desenvolvido pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE, 2006) e utilizado no PELT-MG e também nesta tese.

O modelo B-MARIA-MG corresponde a uma aplicação para Minas Gerais do modelo B-MARIA-27 (HADDAD, 2004) que, por sua vez, derivou do modelo B-MARIA (Brazilian Multisectoral And Regional/Interregional Analysis Model), desenvolvido por Haddad (1999). A “família” de modelos B-MARIA possui uma estrutura teórica semelhante àquela utilizada inicialmente pelo modelo MONASH-MRF (PETER *et al.*, 1996), ou seja, são modelos multi-regionais no estilo “bottom up”, nos quais os resultados nacionais derivam de agregações em âmbito regional.

A principal diferenciação do modelo B-MARIA-MG, além da ligação com os custos de transporte tratados pelo modelo HDM-4, diz respeito à regionalização proposta para Minas Gerais. O desenvolvimento do modelo B-MARIA-MG decorreu da vasta experiência dos pesquisadores da FIPE-USP e associados no desenvolvimento de modelos de equilíbrio geral computável, aplicados a distintas finalidades. Destacam-se nesse contexto estudos sobre

impactos de políticas tarifárias Domingues (2002); Haddad et al. (2002)] e interações econômicas entre estados brasileiros [Perobelli (2004); Perobelli e Haddad (2006)], além de diversas aplicações relacionadas à avaliação de políticas de transportes [Almeida, Haddad e Hewings (2003); Almeida (2004); Haddad, (2006); Haddad e Hewings (2007); Haddad et al. (2007); Almeida e Guilhoto (2007)].

A análise de equilíbrio geral computável proporciona a possibilidade de se discutir uma série de políticas, tais como política tributária, política comercial e “política de infra-estrutura”.

Nesse sentido, Domingues (2006, p.3) aponta que:

Uma vantagem que a abordagem de equilíbrio geral apresenta em relação aos métodos tradicionais, como de insumo-produto, é partir da hipótese de preços flexíveis determinados endogenamente. Modelos de insumo-produto também são, por natureza, modelos de equilíbrio geral, consistentes com modelos Keynesianos de multiplicador. Estes modelos assumem implicitamente oferta perfeitamente elástica e preços fixos, de forma que as mudanças projetadas derivam de alterações exógenas na demanda. Um modelo *walrasiano* de equilíbrio geral, que se baseia na teoria neoclássica, especifica elasticidades de oferta imperfeitas, e o equilíbrio entre demanda e oferta é atingido por preços flexíveis. Dessa forma, movimentos de realocação de recursos, que respondem a variações nos preços relativos (decorrentes, por exemplo, de choques exógenos), podem ser avaliados.

O modelo B-MARIA-MG pertence à classe de modelos de EGC do tipo Johansen, nos quais as soluções decorrem da resolução simultânea de um sistema de equações lineares. Conforme apontam Haddad e Hewings (2007), no contexto de modelos de EGC do tipo Johansen, o sistema de equações lineares pode ser descrito como:

$$F(V) = 0 \quad (12);$$

onde V é um vetor coluna de dimensão correspondente às n variáveis, ao passo que F representa as m equações do modelo. Assume-se, assim, que as equações são diferenciáveis e que o número de variáveis é maior do que o número de equações, de modo que $(n-m)$ variáveis devam ser fixadas exogenamente. Esse processo é conhecido como “fechamento” do modelo.

As equações do modelo correspondem à demanda de cada um dos usuários (produtores, investidores, famílias, exportadores, governos regionais e governo federal) por fatores ou produtos finais além de equações decorrentes da hipótese de lucros puros iguais a zero.

Assume-se ainda que uma solução inicial V^* exista, sendo ela obtida através da calibração inicial do modelo. Considerando-se V_1 como o vetor de variáveis endógenas e V_2 como o vetor de variáveis exógenas a equação (12) pode ser reescrita como:

$$F(V_1, V_2) = 0 \quad (13).$$

Diferenciando a equação (13) acima, obtém-se

$$F_1(V^*)dV_1 + F_2(V^*)dV_2 = 0 \quad (14),$$

onde F_1 e F_2 são matrizes das derivadas parciais avaliadas em V^* . A resolução do sistema implica assim em obter uma equação do tipo

$$dV_1 = -F_1^{-1}(V^*)F_2(V^*)dV_2 \quad (15).$$

A equação 15, acima, indica que (dado que o modelo foi linearizado) alterações de um ponto percentual nas variáveis exógenas irão proporcionar variações percentuais correspondentes nas variáveis endógenas. Torna-se ainda condição necessária que a matriz F_1 seja inversível.

Definidas as variáveis exógenas para o “fechamento” do modelo, podem-se gerar choques exógenos, tais como uma melhoria na infra-estrutura de transportes, levando a reduções das margens de transporte e, portanto, alterações do sistema. Dessa maneira, enquanto o modelo de equilíbrio geral fornece resultados referentes à interação entre os diversos agentes, o modelo de transporte fornece a interação entre as regiões (ARAÚJO, 2006). Os resultados acerca das interações regionais estarão condicionados, portanto, à especificação da função transporte. A FIG. 16, abaixo, demonstra de maneira esquemática esse procedimento

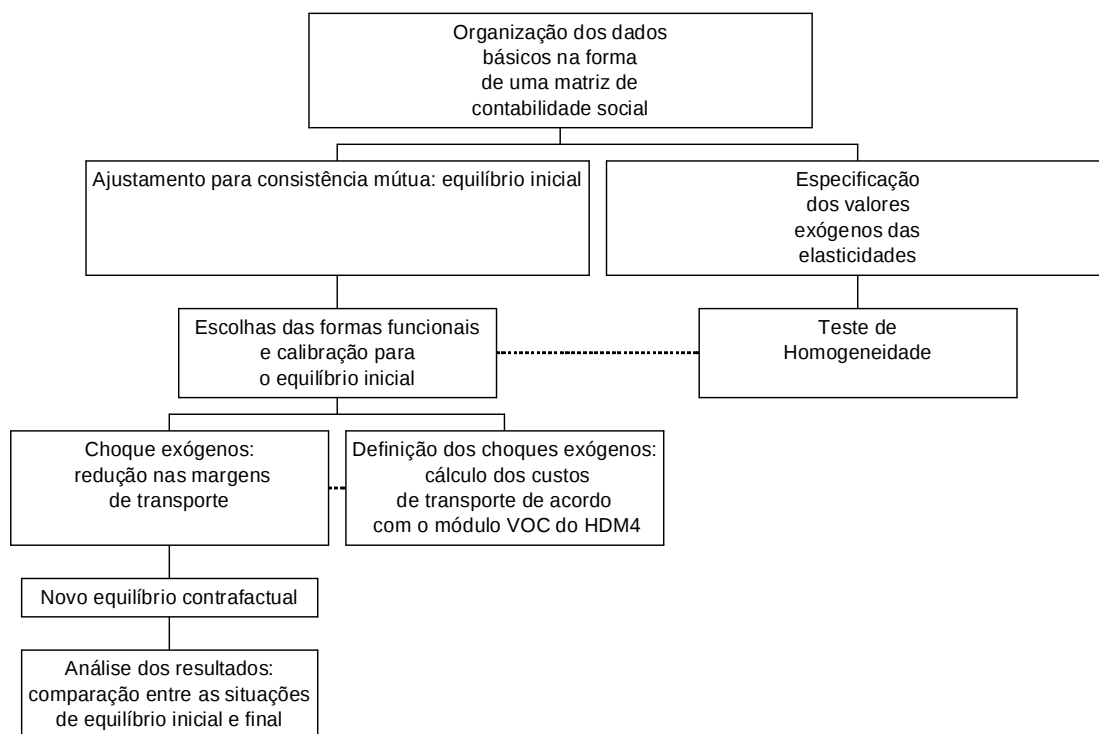


FIGURA 16 – Organização esquemática do modelo de EGC

Elaboração própria.

Nota: Adaptado de: BRAGA; REIS; SANTOS, 2004

Com relação às características específicas do modelo B-MARIA-MG, visto que a base original de dados de fluxo de transporte utilizada no PELT-MG foi a matriz origem destino (OD) de cargas de 1992, utilizou-se o mesmo zoneamento de tráfego adotado pelo PMT (MINAS GERAIS, 1994), considerando-se 75 zonas de tráfego internas a Minas Gerais e 34 zonas de tráfego externas, totalizando 109 regiões, conforme detalhado na FIG. 17 e nos QUADROS 7 e 8 abaixo.



FIGURA 17 – Zonas de tráfego do PELT-MG
Fonte: MINAS GERAIS,

Em Minas Gerais foram consideradas as 66 micro-regiões do IBGE com as seguintes exceções:

- a) a micro-região de Belo Horizonte foi subdividida nas zonas de tráfego de Belo Horizonte, Betim e Vespasiano;
- b) a micro-região de Paracatu foi subdividida nas zonas de tráfego de Paracatu e João Pinheiro,
- c) a micro-região de Unaí foi subdividida nas zonas de tráfego de Unaí e Bonfinópolis de Minas;
- d) a micro-região de Itabira foi subdividida nas zonas de tráfego de Itabira e João Monlevade;
- e) a micro-região de São Sebastião do Paraíso foi subdividida nas zonas de tráfego de São Sebastião do Paraíso e Guaxupé;

- f) a micro-região de Frutal foi subdividida nas zonas de tráfego de Frutal e Iturama;
- g) a micro-região de Três Marias foi subdividida nas zonas de tráfego de Três Marias e Abaeté;
- h) a micro-região de Pirapora foi subdividida nas zonas de tráfego de Pirapora e São Romão.

Considerando-se assim a classificação adotada para Minas Gerais, tem-se que a numeração das ZTs de 1 a 66 correspondem à numeração das micro-regiões do IBGE. Por sua vez, as ZTs numeradas de 67 a 75 foram criadas a partir do desmembramento de determinada micro-região, conforme indica o QUADRO 7, abaixo, que ainda relaciona as ZTs de Minas Gerais às 10 regiões de planejamento do estado.

QUADRO 7

Zonas de tráfego internas a Minas Gerais no modelo B-MARIA-MG

(Continua)

Região de Planejamento	Microregião	Nome e Número da ZT
Nordeste	Unaí	Unaí (ZT01)
		Bonfinópolis de Minas (ZT70)
	Paracatu	Paracatu (ZT02)
Norte		João Pinheiro (ZT69)
	Januária	Januária (ZT03)
	Janaúba	Janaúba (ZT04)
	Salinas	Salinas (ZT05)
		Pirapora (ZT06)
	Pirapora	São Romão (ZT71)
	Montes Claros	Montes Claros (ZT07)
	Grão Mogol	Grão Mogol (ZT08)
	Bocaiúva	Bocaiúva (ZT09)
	Capelinha	Capelinha (ZT11)
Jequitinhonha/Mucuri	Araçuaí	Araçuaí (ZT12)
	Pedra Azul	Pedra Azul (ZT13)
	Almenara	Almenara (ZT14)
	Teófilo Otoni	Teófilo Otoni (ZT15)
	Nanuque	Nanuque (ZT16)
	Ituiutaba	Ituiutaba (ZT17)
Triângulo	Uberlândia	Uberlândia (ZT18)
		Frutal (ZT21)
	Frutal	Iturama (ZT67)
Alto Paranaíba	Uberaba	Uberaba (ZT22)
	Patrocínio	Patrocínio (ZT19)
	Patos de Minas	Patos de Minas (ZT20)
	Araxá	Araxá (ZT23)

QUADRO 7

Zonas de Tráfego Internas a Minas Gerais no Modelo B-MARIA-MG

(Continuação)

Central	Diamantina	Diamantina (ZT10)
	Três Marias	Três Marias (ZT24)
		Abaeté (ZT68)
	Curvelo	Curvelo (ZT25)
	Sete Lagoas	Sete Lagoas (ZT27)
	Conceição do Mato Dentro	Conceição do Mato Dentro (ZT28)
	Pará de Minas	Pará de Minas (ZT29)
	Belo Horizonte	Belo Horizonte (ZT30)
		Betim (ZT72)
		Vespasiano (ZT73)
	Itabira	Itabira (ZT31)
		João Monlevade (ZT74)
	Itaguara	Itaguara (ZT32)
	Ouro Preto	Ouro Preto (ZT33)
	Conselheiro Lafaiete	Conselheiro Lafaiete (ZT34)
Centro-oeste de Minas	São João Del Rei	São João Del Rei (ZT58)
	Barbacena	Barbacena (ZT59)
	Bom Despacho	Bom Despacho (ZT26)
	Piuiú	Piuiú (ZT42)
	Divinópolis	Divinópolis (ZT43)
	Formiga	Formiga (ZT44)
Rio Doce	Campo Belo	Campo Belo (ZT45)
	Oliveira	Oliveira (ZT46)
	Guanhães	Guanhães (ZT35)
	Peçanha	Peçanha (ZT36)
	Governador Valadares	Governador Valadares (ZT37)
	Mantena	Mantena (ZT38)
Sul de Minas	Ipatinga	Ipatinga (ZT39)
	Caratinga	Caratinga (ZT40)
	Aimorés	Aimorés (ZT41)
	Passos	Passos (ZT47)
		São Sebastião do Paraíso (ZT48)
	São Sebastião do Paraíso	Guaxupé (ZT75)
Mata	Alfenas	Alfenas (ZT49)
	Varginha	Varginha (ZT50)
	Poços de Caldas	Poços de Caldas (ZT51)
	Pouso Alegre	Pouso Alegre (ZT52)
	Santa Rita do Sapucaí	Santa Rita do Sapucaí (ZT53)
	São Lourenço	São Lourenço (ZT54)
	Andrelândia	Andrelândia (ZT55)
	Itajubá	Itajubá (ZT56)
	Lavras	Lavras (ZT57)
	Ponte Nova	Ponte Nova (ZT60)
	Manhuaçu	Manhuaçu (ZT61)
	Viçosa	Viçosa (ZT62)
	Muriae	Muriae (ZT63)
	Ubá	Ubá (ZT64)
	Juiz de Fora	Juiz de Fora (ZT65)
	Cataguases	Cataguases (ZT66)

Fonte: MINAS GERAIS, 2006.

Com relação às 34 zonas externas a Minas Gerais, conforme indica o QUADRO 8, alguns estados foram desmembrados em diversas zonas de tráfego, enquanto outros estados foram unidos em apenas uma zona de tráfego. O QUADRO 8, abaixo, detalha assim as zonas externas a Minas Gerais, indicando o nome, número e os estados que a compõem.

QUADRO 8

Zonas de tráfego externas a Minas Gerais no Modelo B-MARIA-MG

Estado	Nome e Número da Zona de Tráfego
Bahia	Barreiras (ZT76) Brumado (ZT77) Salvador (ZT78) Porto Seguro (ZT79) Aracaju (ZT80)
Sergipe	
Alagoas	
Pernambuco	
Rio Grande do Norte	Natal (ZT81)
Paraíba	
Piauí	Fortaleza (ZT82)
Ceará	
Amapá	Belém (ZT83)
Maranhão	
Pará	
Espírito Santo	Colatina (ZT84) São Mateus (ZT85) Vitória (ZT86) Cachoeira do Itapemirim (ZT87) Campos de Goytacases (ZT88) Rio de Janeiro (ZT89) Volta Redonda (ZT90)
Rio de Janeiro	São José do Rio Preto (ZT91) Ribeirão Preto (ZT92) Barretos (ZT93) Franca (ZT94) Araçatuba (ZT95) Bauru (ZT96) Campinas (ZT97) São Paulo (ZT98) Santos (ZT99) Taubaté (ZT100)
São Paulo	Maringá (ZT101) Curitiba (ZT102) Curitiba (ZT102)
Paraná	
Santa Catarina	
Rio Grande do Sul	
Goiás/Distrito Federal	Goiânia (ZT103) Rio Verde (ZT104) Catalão (ZT105) Brasília (ZT106) Campo Grande (ZT107) Palmas (ZT108) Cuiabá (ZT109)
Mato Grosso do Sul	
Tocantins	
Mato Grosso	
Amazonas	
Roraima	
Rondônia	
Acre	

Fonte: MINAS GERAIS, 2006.

Dentre as regiões externas a Minas Gerais, destacam-se as ZTs de São Paulo, Curitiba, Rio de Janeiro e Campinas, como as principais origens ou destinos dos fluxos de comércio desse estado.

O modelo B-MARIA-MG, alimentado pelos dados referentes à redução dos custos de transporte entre as 109 zonas de tráfego, conforme detalhado no capítulo 2, irá gerar como resultado alterações em diversos indicadores tais como: produto regional bruto (PRB), arrecadação de impostos, emprego, exportações, concentração de renda, nível de atividade e bem estar (variação equivalente). Os resultados são considerados não só sobre cada uma das regiões, como também sobre cada um dos oito setores consideradas pelo modelo, ou:

- setor 1 – agropecuária (AGP);
- setor 2 - extrativa mineral (MNG);
- setor 3 - indústria (IND);
- setor 4 - construção (CNT);
- setor 5 – transporte (TRN)
- setor 6 – comércio (CME);
- setor 7 - administração pública (ADP);
- setor 8 – serviços (OTS).

O QUADRO 9, abaixo, descreve os principais conjuntos e elementos do modelo B-MARIA-MG.

QUADRO 9

Principais conjuntos e elementos do Modelo B-MARIA-MG

Conjunto	Descrição	Elementos	Dimensão
IND	Setores	Agricultura (setor 1) Extrativa (setor 2) Indústria (setor 3) Construção (setor 4) Transportes (setor 5) Comércio (setor 6) Serviços de Utilidade Pública (setor 7) Comércio e outros serviços (setor 8)	8
COM	Bens	Agricultura (bem 1) Extrativa (bem 2) Indústria (bem 3) Construção (bem 4) Transportes (bem 5) Comércio (bem 6) Serviços de Utilidade Pública (bem 7) Comércio e outros serviços (bem 8)	8
ALLDEST	Todos os Destinos	ZT01 até ZT109 mais uma região externa	110
ALLSOURCE	Todas as origens	ZT01 até ZT 109 mais uma região externa	110
MARGCOM	Bem de margem	Transporte	1
FAC	Fatores primários	*Terra, Trabalho e capital	3
OCC	Tipo de ocupação	Um tipo de trabalho padrão	1

Fonte: MINAS GERAIS, 2006.

Nota:* presente na estrutura teórica, no entanto não foi utilizado (valor nulo na base de dados).

O modelo B-MARIA-MG foi especificado com seis tipos de agentes: setores produtivos, investidores, famílias, setor externo, governo regional e governo federal. Dessa forma, cada região compreende uma família, um governo regional, oito setores produzindo oito bens, além

do governo federal. A FIG. 16, abaixo, apresenta a matriz de absorção do modelo B-MARIA-MG na qual as colunas representam os seguintes agentes:

- a) produtores domésticos (usuário 1) distribuídos em J indústrias e Q regiões;
- b) investidores (usuário 2) distribuídos em em J indústrias e Q regiões;
- c) famílias (usuário 3) representativa para cada uma das Q regiões;
- d) um setor externo (usuário 4);
- e) governo regional (usuário 5) para Q regiões;
- f) governo federal (usuário 6) para Q regiões.

QUADRO 10

Matriz de absorção do modelo B-MARIA-MG

			1	2	3	4	5	6
			Produtores	Investidores	Famílias	Exportações	Governo Regional	Governo Federal
dimensão			8x109	8x109	109	1	109	109
Fluxos Básicos	8	ZTO1 até ZTIO9, importação	BAS1	BAS2	BAS3	BAS4	BAS5	BAS6
Margens	8	ZTO1 até ZTIO9, importação	MAR1	MAR2	MAR3	MAR4	MAR5	MAR6
Impostos	8	ZTO1 até ZTIO9, importação	TAX1	TAX2	TAX3	TAX 4	TAX5	TAX6
Capital	1	CAP						
Trabalho	1	TRAB						
Outros Custos	1	OCT						

Elaboração própria.

As linhas da matriz de absorção representam a origem (setorial e regional) dos fluxos básicos, margens e impostos. Além dos insumos intermediários, são utilizados os fatores capital e trabalho no processo produtivo, ao passo que a linha de outros custos opera como um resíduo de gastos das indústrias. Conforme aponta Perobelli (2004), através da matriz de absorção,

pode-se perceber que a estrutura teórica do modelo deve conter: equações de demanda para os 6 usuários, equações determinantes de preços dos produtos e fatores, equações de equilíbrio dos mercados e equações que definam os impostos e margens que incidem sobre os bens.

As subseções a seguir descrevem o comportamento de cada um dos usuários do modelo e ainda detalha a demanda por margens, dado que esse é o canal de incorporação dos choques exógenos de transportes ao módulo de EGC.

4.1.1 Comportamento das firmas e das famílias

A FIG. 18, abaixo, ilustra a tecnologia de produção conforme considerada pelo modelo B-MARIA-MG. No primeiro nível da função de produção, os bens domésticos são combinados por uma função CES, a partir das 109 origens regionais. No segundo nível da função de produção, os bens domésticos são combinados, também através de uma CES, aos bens importados. No terceiro nível da função de produção, os agregados dos bens domésticos e importados são combinados aos demais bens e fatores primários por uma função do tipo Leontief, gerando o produto final. A produção dos bens de capital também possui uma estrutura semelhante, exceto pelo fato de que é desconsiderada nesse caso a utilização de fatores primários.

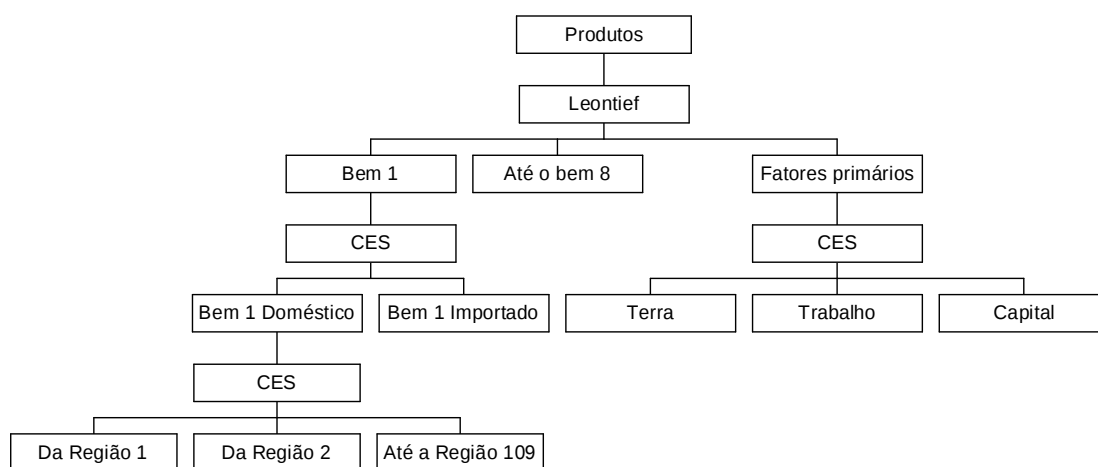


FIGURA 18 – Estrutura padrão de produção para produtos e bens de capital

Os valores das elasticidades de substituição inter-regional (elasticidades de Armington) e de substituição doméstico/importado são apresentados na seção que descreve a base de dados do modelo. Nessa seção, são também descritos os valores das elasticidades de substituição regional e doméstico/importado entre outros parâmetros, necessários à estimação da demanda regional das famílias, conforme a FIG. 19, abaixo.

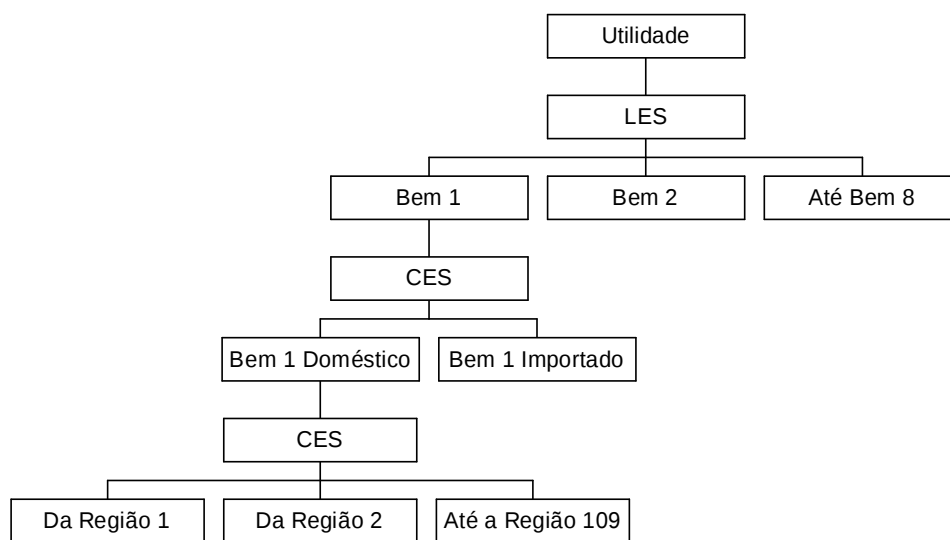


FIGURA 19 – Estrutura padrão da demanda regional das famílias

Conforme a FIG. 19 ilustra, para modelar a demanda das famílias no contexto do modelo B-MARIA-MG, são utilizadas funções do tipo LES (Linear Expenditure System) como uma opção à utilização de funções do tipo Cobb-Douglas. Enquanto funções do tipo Cobb-Douglas são homotéticas, de modo que variações na renda mantêm as proporções de gastos com os bens inalterados, funções do tipo LES permitem alterações nas proporções do consumo dos bens à medida que a renda aumenta (ver POWELL *et al.*, 2002). O modelo B-MARIA-MG adota, assim, como especificação da utilidade das famílias representativas de cada região uma função do tipo Stone-Geary ou,

$$U^r = \sum_i \frac{1}{Q^r} \left(X_i^r - \gamma_i^r \right) \beta_i^r \quad (16) \text{ onde:}$$

U^r = nível de utilidade da família representativa da região r ;

Q^r = número de famílias da região r ;

X_i^r = consumo agregado do bem i na região r ;

γ_i^r = consumo agregado dos bens de subsistência;

β_i^r = participação orçamentária marginal sobre os gastos totais em bens de luxo sendo que

$$\sum_i \beta_i^r = 1.$$

Dessa forma, podem-se mensurar melhorias no bem estar através da seguinte medida de variação equivalente (HADDAD, 2004).

$$EV^r = \left(\frac{U^r(1) - U^r}{U^r} \right) I^r \quad (17), \text{ onde:}$$

EV^r = variação equivalente que corresponde ao valor monetário que deveria ser transferido para uma família representativa para que ela atingisse a mesma utilidade que atingiria com a implementação de determinada política;

$U^r(1)$ = nível de utilidade após a implementação da política;

U^r = nível de utilidade antes da implementação da política;

I^r = renda disponível referencial;

A soma dos valores de EV^r para cada uma das regiões gerará uma medida agregada nacional.

Haddad (2004) apresenta ainda como medida de bem-estar a chamada variação equivalente relativa (REV^r), que representa a variação percentual da renda referencial que a família representativa necessitaria para atingir o nível de utilidade contra-factual, ou:

$$REV^r = \frac{EV^r}{I^r} \quad (18).$$

4.1.2 Comportamento do setor externo e dos governos regionais e federal

Com relação à demanda por exportações no modelo B-MARIA-MG, tem-se que esta é representada pela equação (19) abaixo:

$$x4r(i,s)-feq(i)=EXP_ELAST(i)*[p4r(i,s)-fep(i)-natfep] \quad (19).$$

A equação (19) acima indica que as variações percentuais nas exportações do bem i a partir da origem s [$x4r(i,s)$] dependem da variação percentual nos preços [$p4r(i,s)$] e das variáveis de deslocamento [$fep(i)$, $feq(i)$ e $natfep$], que representam, respectivamente, um termo de deslocamento no preço e na quantidade do produto i e um termo de deslocamento global da economia. O termo [$EXP_ELAST(i)$] corresponde à elasticidade da demanda por exportações pelo bem i .

Com relação à demanda do governo regional, tem-se que essa é representada pela equação (20) abaixo:

$$x5a(i,s,q)=cr(q)+f5a(i,s,q)+f5gen(q)+natf5gen \quad (20).$$

A equação (20) acima indica que a variação percentual na demanda do governo regional pelo bem i produzido em s e consumido em q [$x5a(i,s,q)$] depende da variação percentual na renda das famílias nas regiões [$cr(q)$] e das variáveis de deslocamento [$f5a(i,s,q)$, $f5gen(q)$ e $natf5gen$], que representam, respectivamente, um termo de deslocamento na demanda do governo regional específica por produto e origem, específica por região e geral. A demanda do governo federal nas regiões segue uma estrutura semelhante, com a exceção de que é proporcional à renda nacional e não regional.

4.1.3 Demanda por margens

As margens no modelo B-MARIA-MG incluem serviços de transporte, compreendendo, assim, custos de transferência de uma maneira geral. Dessa maneira, embora na estrutura teórica do modelo exista mais de um tipo de bem margem, em sua operacionalização considerou-se apenas um tipo de margem, conforme detalhado o QUADRO 9, acima. A exemplo da demanda por exportações e da demanda por gastos do governo, existe também uma proporcionalidade entre as demandas por margens e os fluxos dos bens associados, conforme demonstra a equação (21) abaixo:

$$XMARG(i, s, q, r) = AMARG(i, s, q, r) [\eta(i, s, q, r) * X(i, s, q)^{\theta(i, s, q, r)}] \quad (21), \text{ onde:}$$

$XMARG(i, s, q, r)$ = margem r sobre o fluxo do bem i produzido em s e consumido em q ;

$AMARG(i, s, q, r)$ = variável tecnológica no uso de margens relacionada a cada bem e par de origem-destino;

$\eta(i, s, q, r)$ = coeficiente de margem relacionada a cada bem e par de origem-destino;

$X(i, s, q)$ = fluxo do bem i produzido em s e consumido em q ,

$\theta(i, s, q, r)$ = parâmetro refletindo economias de escala nos transportes.

Linearizando a equação (21), igualando o parâmetro θ^9 a 1 e derivando obtém-se:

$$xmarg(i, s, q, r) = x(i, s, q) + amarg(i, s, q, r) \quad (22).$$

A equação (22) nos indica que a variação percentual da demanda por margens corresponde à soma entre a variação percentual da quantidade transportada e a variação percentual na tecnologia de transportes (uso de margens por unidade de produto).

Haddad (2004) e Araújo (2006) conforme destacado na seção 3.1, por exemplo, utilizaram a variável $amarg(i, s, q, r)$ para incorporar choques exógenos através de reduções nas margens. Haddad (2004), por meio de uma estimativa econométrica, associou as distâncias entre as capitais estaduais a custos logísticos, considerando posteriormente reduções das distâncias

⁹ No caso do modelo BMMG, ao se considerar θ igual a 1, assume-se que não ocorrem ganhos de escala no setor de transportes. Essa abordagem segue Haddad (2004).

(melhorias na infra-estrutura) como reduções nas margens. Araújo (2006), por sua vez, calculou um índice de acessibilidade que foi incorporado à equação de demanda por margens.

Por outro lado, conforme relatado no capítulo 3, no modelo B-MARIA-MG os custos de transporte são calculados pelo módulo VOC do HDM-4, nas situações anteriores e posteriores à melhoria da infra-estrutura. Dessa forma as reduções percentuais nos custos de transporte corresponderão às reduções percentuais da variável $\text{amarg}(i,s,q,r)$, o que implicará uma redução na demanda por margens, desencadeando o mecanismo causal, representado na FIG. 1 (seção 2.2).

A articulação dos custos de transportes calculados por meio do HDM-4 ao modelo B-MARIA-MG tornou-se assim uma inovação teórica importante no esforço de incorporação de características da rede física de transportes a análises de EGC. Poder-se-ia, conforme destacado no capítulo 3, como opção alternativa, incorporar no modelo de EGC um setor de produção de transportes que contivesse dados sobre a rede de transportes e as logísticas regionais. No entanto, as especificidades da rede não seriam tratadas com tanto detalhe nesse caso.

4.1.4 Fechamento do modelo e outras especificações

No caso do modelo B-MARIA-MG no “fechamento” de curto prazo, o estoque de capital é considerado como fixo, implicando a imobilidade desse tanto entre indústrias como regiões. A oferta de trabalho, os diferenciais nos salários entre regiões e o salário real nacional são também fixados no curto prazo, de modo que a taxa de emprego em nível regional é função do nível salarial. Considerando-se o lado da demanda, uma vez que as firmas definiram o nível de investimento, esse não pode ser reavaliado. Paralelamente, enquanto o consumo das famílias depende da renda disponível, o consumo dos governos estaduais e federal é também mantido fixo. Preferências e tecnologia são também definidas exogenamente. São ainda fixados no curto prazo o superávit da balança comercial como percentagem do PIB, a taxa de juros, a oferta nacional de mão-de-obra, a taxa média de retorno do capital e os termos de deslocamento da demanda por exportações, entre outras variáveis exógenas.

Com relação ao “fechamento” de longo prazo, considera-se a mobilidade do capital tanto entre indústrias como entre regiões. Dessa forma, capital e trabalho são deslocados para as áreas e indústrias onde a produção se torna mais lucrativa, como consequência da melhoria na oferta de infra-estrutura. Como resultado do aumento na oferta de fatores, ocorrerá também uma queda na rentabilidade desses de modo que as diferenças entre os níveis de salário regionais e as taxas de retorno do capital voltam para seus valores iniciais. Nos resultados das simulações a serem apresentadas no próximo capítulo, são considerados os efeitos de longo prazo.

Além da curta exposição aqui apresentada, para uma melhor compreensão do modelo B-MARIA-MG, pode-se consultar, por exemplo, Haddad (1999, 2004), que descreve com detalhes a estrutura dos modelos B-MARIA e B-MARIA-27. Perobelli (2004), por sua vez, apresenta uma descrição detalhada da estrutura do modelo B-MARIA27-IT.

4.2 Banco de dados

No modelo B-MARIA-MG, as elasticidades de substituição entre os fatores capital e trabalho são semelhantes para todas as indústria e regiões (0,5). As elasticidades de substituição inter-regional da estrutura de Armington são as mesmas para os distintos usuários ou produtores, investidores e consumidores. Assume-se, no entanto, valores distintos para cada produto. O mesmo ocorre no tocante à elasticidade de substituição entre domésticos e importados. A TAB. 13, abaixo, apresenta os valores referentes a tais elasticidades estimados por Haddad (2004). Note-se ainda, conforme a TAB. 10, que as elasticidades de substituição domésticos/importados e inter-regional diferem apenas com relação aos setores agropecuário e industrial.

TABELA 10

Parâmetros selecionados no modelo B-MARIA-MG

Setores	Elasticidade de substituição doméstico-importado	Elasticidade de substituição inter-regional
1 AGP	0,343	1,57
2 MNG	0,001	0,001
3 IND	1,278	2,079
4 CNT	0,002	0,002
5 TRN	1,465	1,465
6 CME	0,694	0,694
7 ADP	0,007	0,007
8 OTS	1,465	1,465

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

O parâmetro de Frisch que, segundo Perobelli (2004), pode ser interpretado como “a flexibilidade da utilidade marginal do gasto das famílias” é idêntico entre regiões e setores (-3,7). Conforme se pode observar pela TAB. 11 abaixo, a participação marginal de cada bem sobre o consumo das famílias em geral é igual dentro das ZTs de um mesmo Estado, mas difere de estado para estado. Padrões semelhantes a esse são observados em outros indicadores a serem detalhados abaixo.

TABELA 11

Participação marginal de cada bem no consumo das famílias regionais

Regiões	1 AGP	2 MNG	3 IND	4 CNT	5 TRN	6 CME	7 ADP	8 OTS	Total
ZT01 até ZT075 (ZTs dentro de Minas Gerais)	0,16	0,26	0,04	0,00	0,25	0,05	0,02	0,22	1,00
ZT76 até ZT79 (Zts dentro da Bahia)	0,05	0,41	0,05	0,00	0,08	0,13	0,03	0,24	1,00
ZT80	0,07	0,40	0,07	0,00	0,08	0,12	0,05	0,21	1,00
ZT81	0,05	0,39	0,07	0,00	0,12	0,10	0,04	0,23	1,00
ZT82	0,05	0,43	0,06	0,00	0,09	0,08	0,04	0,26	1,00
ZT83 (Belém - Parte do Norte mais MA)	0,20	0,22	0,06	0,00	0,11	0,10	0,03	0,28	1,00
ZT84 até ZT87 (ZTs dentro do ES)	0,01	0,31	0,03	0,00	0,09	0,22	0,03	0,31	1,00
ZT88 até ZT90 (ZTs dentro do RJ)	0,06	0,27	0,08	0,00	0,08	0,07	0,08	0,36	1,00
ZT91 até ZT100 (ZTs dentro de SP)	0,02	0,41	0,04	0,00	0,11	0,12	0,03	0,25	1,00
ZT101 até102 (ZTs dentro da região Sul)	0,02	0,12	0,1	0,00	0,16	0,21	0,03	0,35	1,00
ZT103 até ZT105 (Goiás exceto Brasília)	0,06	0,21	0,05	0,00	0,15	0,14	0,05	0,34	1,00
ZT 106 (Brasília)	0,01	0,23	0,03	0,00	0,03	0,36	0,2	0,14	1,00
ZT107 (Campo Grande)	0,11	0,36	0,05	0,00	0,18	0,09	0,01	0,20	1,00
ZT108 (Palmas)	0,12	0,31	0,09	0,00	0,08	0,08	0,05	0,27	1,00
ZT109 (Restante do Norte mais Mato Grosso)	0,20	0,34	0,05	0,00	0,1	0,02	0,02	0,26	1,00

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Com relação à estrutura de produção setorial e regional do modelo B-MARIA-MG, podem-se observar, conforme a TAB. 12 abaixo, os coeficientes de insumo-produto definidos para os oito setores do modelo, agregando-se todas as regiões.

TABELA 12

Coeficiente de insumo-produto nacionais

Insumos/Produtos	1 AGP	2 MNG	3 IND	4 CNT	5 TRN	6 CME	7 ADP	8 OTS
1 AGP	0,15	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
2 MNG	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 IND	0,19	0,13	0,37	0,30	0,36	0,27	0,07	0,1
4 CNT	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01
5 TRN	0,02	0,02	0,02	0,01	0,09	0,04	0,01	0,01
6 CME	0,04	0,02	0,04	0,04	0,05	0,02	0,03	0,02
7 ADP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 OTS	0,01	0,06	0,03	0,02	0,07	0,13	0,14	0,24
Total	0,42	0,24	0,6	0,41	0,57	0,46	0,27	0,38

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Note-se, conforme a TAB 13 abaixo, que os coeficientes de insumo-produto necessários à produção do bem 1 (agropecuária) em cada região, em geral, possuem um mesmo valor nas ZTs dentro do mesmo estado. Também possuem coeficientes semelhantes as seguintes ZTs: ZTs 83 e 108, que compreendem grande parte da região Norte; as ZTs 80 a 82, que compreendem o Nordeste, exceto a Bahia e Maranhão; e as ZTs 101 e 102, que compreendem a região sul. Esse resultado deriva das hipóteses de regionalização utilizadas na construção da base de dados do B-MARIA-MG, apresentando um padrão semelhante ao demonstrado na TAB. 11.

TABELA 13

Coeficientes de insumo produto regionais – setor de agropecuária

Setores	ZT01 até ZT075 (ZTs dentro de Minas Gerais)	ZT76 até ZT79 (Zts dentro da Bahia)	ZT80 até ZT82 (Zts restantes do Nordeste exceto MA)	ZT83 (Belém - Parte do Norte mais MA)	ZT84 até ZT87 (ZTs dentro do ES)	ZT88 até ZT90 (ZTs dentro do RJ)	ZT91 até ZT100 (ZTs dentro de SP)	ZT101 até102 (ZTs dentro da região Sul)	ZT103 até ZT106 (ZTs dentro de Goiás)	ZT107 (Campo Grande)	ZT108 (Palmas)	ZT109 (Restante do Norte mais Mato Grosso)
1 AGP	0,21	0,16	0,18	0,17	0,15	0,20	0,13	0,14	0,17	0,13	0,17	0,15
2 MNG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 IND	0,22	0,15	0,17	0,13	0,17	0,21	0,16	0,18	0,29	0,21	0,13	0,24
4 CNT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5 TRN	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02
6 CME	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,03	0,05
7 ADP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 OTS	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Para os demais bens produzidos encontrar-se-á o mesmo padrão descrito pela TAB. 16, exceto em algumas situações nas quais, devido ao fato de valores considerados para determinadas ZTs serem muito baixos, geraram-se distorções, como no caso da zona de tráfego de Bonfinópolis de Minas (ZT70). Dessa maneira, somados todos os insumos e obtido o coeficiente regional total, serão obtidos valores semelhantes para as ZTs dentro do mesmo Estado (e em algumas regiões como descrito acima), exceto para o caso da ZT70, conforme demonstra a TAB. 14.

TABELA 14

Coeficientes insumo produto regionais – todos os setores

Setores	ZT01 até ZT075 - exceto ZT70	ZT70	ZT76 até ZT79	ZT80 até ZT82	ZT83	ZT84 até ZT87	ZT88 até ZT90	ZT91 até ZT100	ZT101 até102	ZT103 até ZT106	ZT107	ZT108	ZT109
1 AGP	0,52	0,52	0,37	0,42	0,36	0,4	0,49	0,37	0,39	0,56	0,41	0,36	0,48
2 MNG	0,45	0,98	0,25	0,27	0,55	0,17	0,16	0,33	0,36	0,64	0,46	0,55	0,29
3 IND	0,67	0,67	0,61	0,59	0,61	0,59	0,53	0,6	0,58	0,71	0,82	0,61	0,54
4 CNT	0,4	0,4	0,5	0,48	0,41	0,34	0,42	0,35	0,4	0,58	0,43	0,41	0,36
5 TRN	0,61	0,61	0,6	0,61	0,5	0,47	0,58	0,52	0,62	0,69	0,59	0,5	0,54
6 CME	0,4	0,4	0,39	0,39	0,45	0,4	0,43	0,46	0,47	0,54	0,5	0,45	0,62
7 ADP	0,25	0,25	0,32	0,31	0,27	0,21	0,22	0,26	0,28	0,31	0,23	0,27	0,25
8 OTS	0,37	0,37	0,39	0,4	0,34	0,3	0,38	0,39	0,36	0,51	0,39	0,34	0,36
Total	3,67	4,2	3,43	3,47	3,48	2,88	3,2	3,28	3,46	4,55	3,81	3,48	3,43

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Considerando-se o quociente entre as despesas com capital e trabalho sobre os custos totais por região, pode-se perceber, conforme a TAB. 15, abaixo, um padrão semelhante ao observado nas tabelas anteriores, isto é, coeficientes semelhantes para as ZTs dentro de um mesmo estado (ou região).

TABELA 15

Participação do capital e trabalho sobre os custos totais por indústria e região de destino

Setor	ZT 01 a 75	ZT 76 a 79	ZT 80 a 82	ZT83	ZT84 a 87	ZT88 a 90	ZT91 a100	ZT101 e 102	ZT103 a106	ZT107	ZT108	ZT109
1 AGP	0,45	0,61	0,56	0,59	0,43	0,45	0,58	0,57	0,42	0,56	0,59	0,47
2 MNG	0,47	0,69	0,67	0,37	0,70	0,78	0,54	0,56	0,29	0,46	0,37	0,53
3 IND	0,25	0,26	0,33	0,30	0,23	0,34	0,25	0,30	0,23	0,11	0,30	0,30
4 CNT	0,55	0,44	0,46	0,53	0,51	0,51	0,58	0,52	0,36	0,50	0,53	0,53
5 TRN	0,34	0,34	0,32	0,41	0,38	0,32	0,37	0,27	0,25	0,33	0,41	0,32
6 CME	0,55	0,56	0,56	0,49	0,51	0,51	0,47	0,46	0,41	0,44	0,49	0,31
7 ADP	0,73	0,65	0,66	0,69	0,70	0,74	0,68	0,67	0,66	0,74	0,69	0,67
8 OTS	0,69	0,67	0,66	0,68	0,67	0,65	0,71	0,71	0,64	0,66	0,68	0,63

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

4.3 Base de dados de comércio inter-regional

Uma das questões críticas na construção de um modelo de equilíbrio geral computável regional diz respeito à estimação dos fluxos de comércio entre os distintos pares de origens e destinos. Na ausência de uma matriz de origem e destino, a solução usual é estimar os fluxos através de procedimentos matemáticos (DIXON; RIMMER, 2004).

A fórmula proposta por Horridge, Madden e Wittwer (2003), adotada na construção da matriz de comércio do modelo B-MARIA-MG, segue a linha dos modelos gravitacionais comumente utilizados em análises de economia regional. De uma maneira geral, são estimadas matrizes de participações dos fluxos intra-regionais e inter-regionais, levando-se em consideração a

demanda e a oferta de bens nas distintas origens e destinos e a distância entre os pares OD. São ainda utilizados parâmetros específicos que variam de acordo com a maior facilidade de se comercializar determinado bem ou serviço. O detalhamento desse procedimento, conforme descreveram Dixon e Rimmer (2004), é apresentado no ANEXO A

No caso da montagem da base de dados do modelo B-MARIA-MG, as ofertas e demandas totais por setor e produto para cada uma das regiões foram estimadas de acordo com informações da Secretaria de Fazenda (SEFAZ-MG) referentes às entradas e saídas de cada município para dentro e fora do Estado, assim como para o exterior, considerando-se o ano de 2002. A partir dessa informação, o procedimento de Horridge, Madden e Wittwer (2003) foi implementado.

A TAB. 16, abaixo, apresenta as participações estimadas de algumas ZTs selecionadas no total de compras e vendas inter-regionais realizadas no Brasil (exceto setor de administração pública). Nesse contexto, grande parte das ZTs de Minas Gerais possuem uma pequena participação no comércio inter-regional nacional. Dessa forma, as 19 zonas de tráfego, cujo centróide localizam-se acima do paralelo 18, participam em conjunto com apenas 0,97% e 1,11% do total de vendas e compras inter-regionais realizadas no país. A saber: Januária, Janaúba, Salinas, Pirapora, Montes Claros, Grão Mogol, Bocaiúva, São Romão (Norte de Minas), Unaí, Paracatu, Bonfinópolis de Minas, João Pinheiro (Noroeste) Araçuaí, Teófilo Otoni, Capelinha, Nanuque, Almenara, Pedra Azul (Jequitinhonha/Mucuri) e Diamantina (Central).

A TAB. 16, abaixo, destaca que a ZT de São Paulo participa isoladamente com aproximadamente 20% do total de vendas inter-regionais do país, e as ZTs de São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Campinas participam em conjunto com aproximadamente 45% e 43% do total de vendas e compras inter-regionais no Brasil.

TABELA 16

Participação das distintas zonas de tráfego no total de compras e vendas inter-regionais
no Brasil

Zonas de Tráfego/Regiões	Participação sobre as Vendas Inter-regionais no Brasil	Participação sobre as Compras Inter-regionais no Brasil
Belo Horizonte	2,96%	3,15%
Uberlândia	0,59%	0,46%
Ipatinga	0,43%	0,48%
Juiz de Fora	0,44%	0,41%
Governador Valadares	0,18%	0,16%
Norte de Minas, Noroeste, Jequitinhonha/Mucuri e Diamantina	0,97%	1,11%
Outros MG	6,19%	6,05%
Total MG	11,76%	11,82%
São Paulo	20,15%	17,94%
Curitiba	11,94%	13,49%
Rio de Janeiro	8,07%	8,44%
Campinas	5,35%	3,63%
Outros	42,73%	44,68%
Brasil	100,00%	100,00%

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Note-se que, embora os fluxos de comércio intra-regionais apresentem as maiores participações em termos do fluxo total de comércio¹⁰, os custos de transporte desses fluxos não são apreendidos pelo modelo de transportes. Paralelamente, os fluxos com origem ou destino localizados fora do estado agregam diversas microregiões (ou em alguns casos estados) representando, assim, uma escala de valores bastante superior àquela observada nas diversas ZTs de Minas Gerais, conforme destaca a TAB. 16, acima. Note-se que Minas Gerais foi particionado em 75 ZTs, e o restante do Brasil, em 34 ZTs.

Dessa forma, para uma melhor compreensão dos efeitos de reduções dos custos de transporte sobre as relações de comércio realizadas dentro de Minas Gerais, a análise subsequente apresentará as relações de comércio de ZTs com origem e destino em Minas Gerais, excetuando-se os fluxos intra-regionais. Tais dados referem-se a um agregado dos fluxos de comércio de todos os setores do modelo, exceto administração pública. Com relação à representação gráfica por meio de mapas, optou-se por considerar as zonas de tráfego de Belo Horizonte, e Ipatinga, dado que essas possuem, respectivamente, a maior e a terceira maior participação em termos de trocas dentro de Minas Gerais, sendo ainda tais ZTs diretamente influenciadas pelos projetos em questão. Note-se ainda que praticamente todos os principais fluxos inter-regionais no Estado possuem como origem ou destino Belo Horizonte.

Conforme a FIG. 20 abaixo ilustra, pode-se perceber que aproximadamente 21% das vendas inter-regionais realizadas em Minas Gerais possuem como origem Belo Horizonte (marcada em marrom escuro). A FIG. 20 destaca, ainda, as participações das ZTs de Juiz de Fora, Ipatinga, Betim, Divinópolis, Varginha, Poços de Caldas e Uberlândia (marcadas em marrom claro). Note-se que essas 8 ZTs em conjunto participam com aproximadamente 45% do total do comércio inter-regional, enquanto em um outro sentido a maior parte das ZTs do estado possui participações no total de vendas inter-regionais abaixo de 1%.

¹⁰ Por exemplo, as compras e vendas da ZT Belo Horizonte dentro da própria ZT (excetuando o setor de administração pública) representaram, respectivamente, 75,53% das compras totais de bens e serviços e 76,66% das vendas totais de bens e serviços dessa ZT. Um padrão semelhante pode ser observado nas demais ZTs.

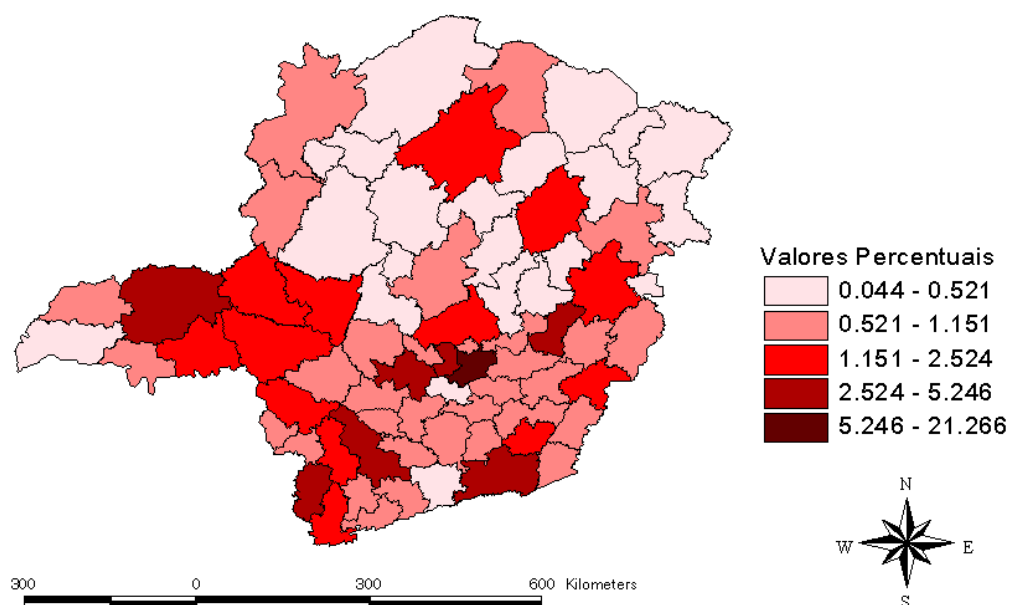


FIGURA 20 – Participações percentuais por zonas de tráfego nas vendas inter-regionais em Minas Gerais - Produtos e serviços exceto administração pública
Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

No tocante às vendas realizadas pela ZT de Belo Horizonte¹¹, pode-se perceber pela FIG. 21, abaixo, a maior relevância dos fluxos direcionados para as ZTs de Betim, Divinópolis e Ipatinga (marcadas em marrom escuro). Outros fluxos relevantes referentes às vendas da ZT de Belo Horizonte dizem respeito àqueles direcionados para as ZTs de Manhuaçu, Juiz de Fora, Ouro Preto, Patos de Minas, Uberlândia, Varginha, Alfenas e Poços de Caldas (marcadas em marrom claro). As 12 ZTs listadas acima representam aproximadamente 40% do total das vendas inter-regionais da ZT de Belo Horizonte.

¹¹ Note-se que nesse mapa a ZT de Belo Horizonte está marcada em rosa claro, dado que o fluxo intra-regional foi desconsiderado para efeito de análise conforme descrito ao longo do texto. Os mapas posteriores também obedecerão esse mesmo critério.

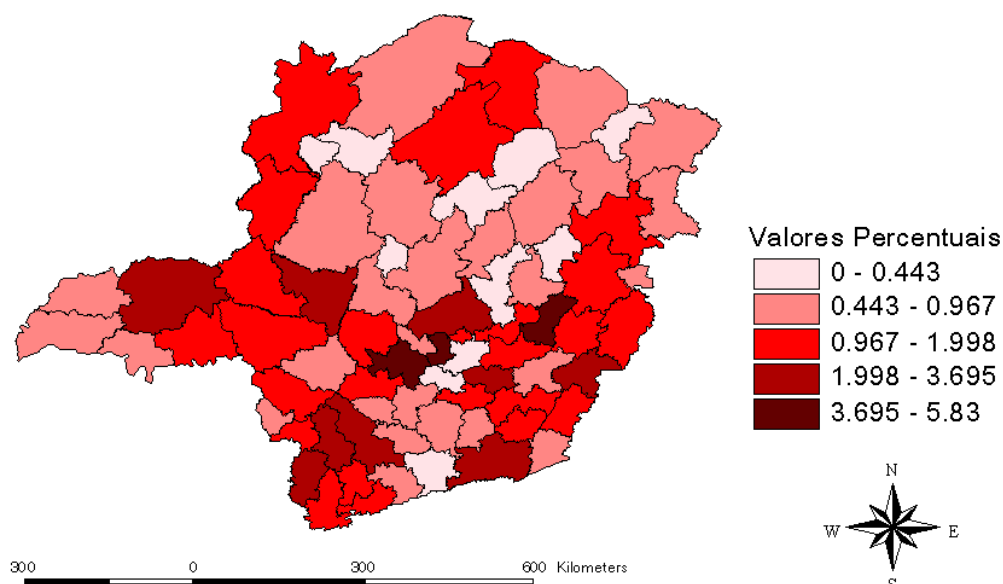


FIGURA 21 – Vendas inter-regionais de Belo Horizonte - produtos e serviços exceto administração pública

Fonte: Banco de dados do Modelo B-MARIA-MG

A FIG. 22, abaixo, apresenta os dados referentes às vendas inter-regionais da ZT de Ipatinga. Destacam-se, além das vendas da ZT de Ipatinga para a ZT de Belo Horizonte (representando aproximadamente 25% das vendas inter-regionais de Ipatinga), as vendas de Ipatinga para as ZTs de Divinópolis, Betim, Uberlândia, Sete Lagoas, Varginha, Alfenas, Juiz de Fora e Manhuaçu. Essas 9 ZTs respondem em conjunto por 46% do total de vendas inter-regionais da ZT de Ipatinga.

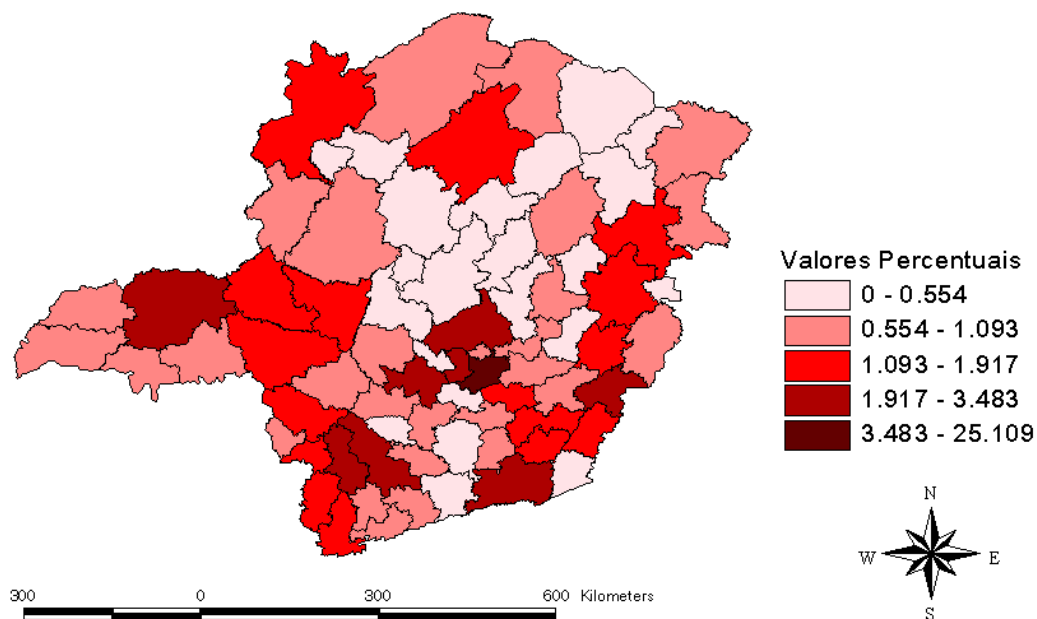


FIGURA 22 – Vendas inter-regionais de Ipatinga - Produtos e serviços exceto administração pública
 Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

A FIG. 23, abaixo, ilustra a estrutura de compras inter-regionais em Minas Gerais. Pode-se perceber que aproximadamente 23% das compras inter-regionais realizadas em Minas Gerais possuem como destino Belo Horizonte. A FIG. 23 destaca, ainda, as participações das ZTs de Ipatinga, Betim e Divinópolis (marcadas em marrom claro).

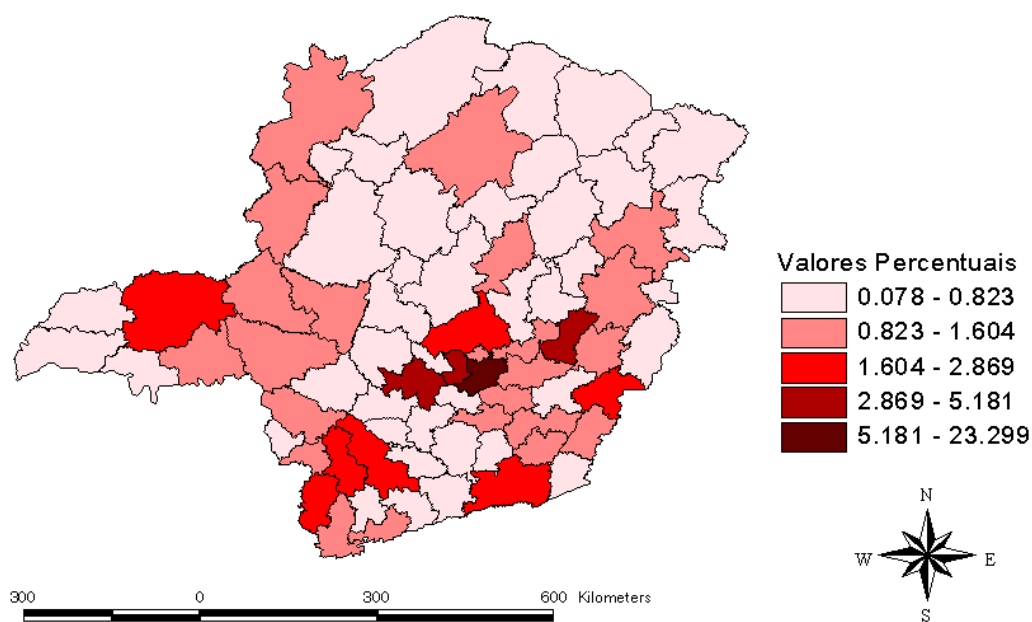


FIGURA 23 – Participações percentuais por zonas de tráfego nas compras inter-regionais em Minas Gerais - Produtos e serviços exceto administração pública

Fonte: Banco de Dados do modelo B-Maria-MG

Com relação ao total de compras realizadas pela ZT de Belo Horizonte, pode-se observar, conforme a FIG. 24 abaixo, a maior relevância dos fluxos originados (descritos em ordem decrescente) a partir de Uberlândia, Poços de Caldas, Varginha e Juiz de Fora (marcadas em marrom escuro), Divinópolis, Ipatinga, Betim, Patos de Minas, Uberaba, Alfenas, Pouso Alegre, Manhuaçu, Sete Lagoas e Patrocínio (marcadas em marrom claro). Esses 14 fluxos em conjunto representam aproximadamente 46% do total das compras realizadas pela ZT de Belo Horizonte, indicando um padrão de compras relativamente disperso em âmbito regional.

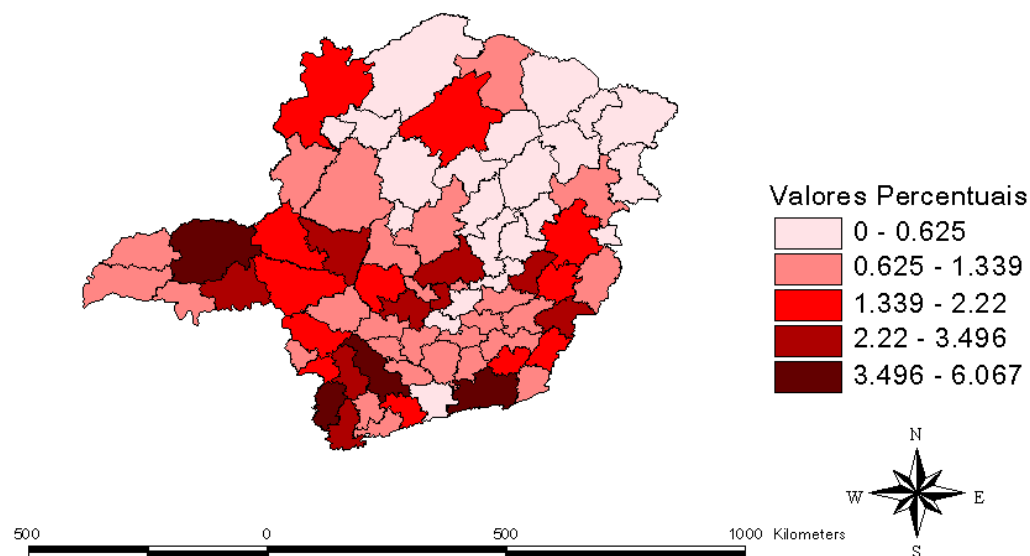


FIGURA 24 – Compras inter-regionais de Belo Horizonte - Produtos e serviços exceto administração pública.
Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

A FIG. 25 representa os fluxos inter-regionais de compras destinadas à ZT de Ipatinga e também aponta que os fluxos originados em Belo Horizonte, Uberlândia, Juiz de Fora, Poços de Caldas e Varginha são os mais relevantes. Essas cinco ZTs em conjunto representam aproximadamente 40% do total de compras inter-regionais de Ipatinga.

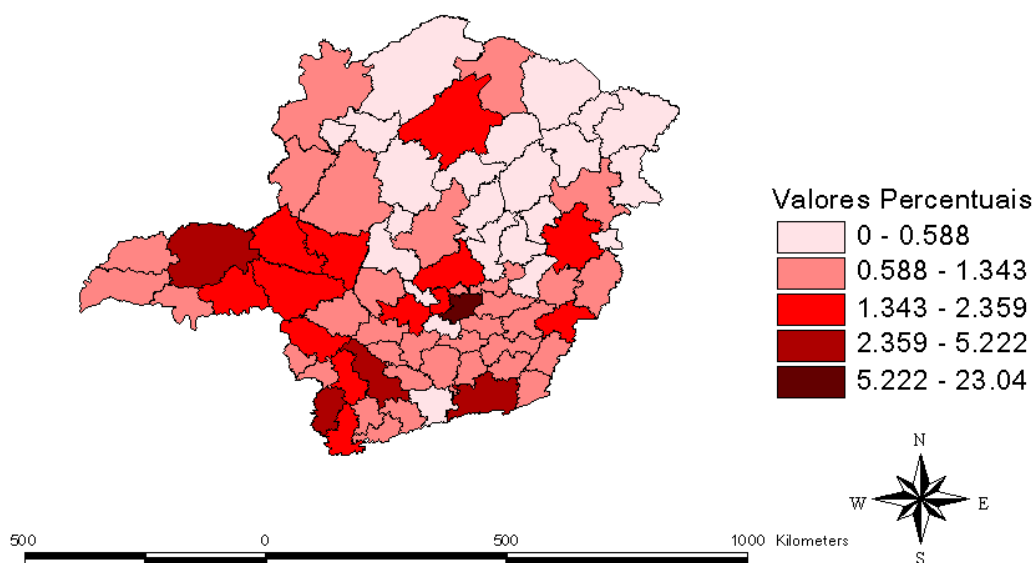


FIGURA 25 – Compras inter-regionais de Ipatinga - Produtos e serviços exceto administração pública.
Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Os dados sobre exportações e importações internacionais em Minas Gerais são descritos nas FIG. 26 e 27, abaixo. A FIG. 26 reforça o peso das ZTs de Belo Horizonte, Ipatinga e Juiz de Fora e ainda destaca a importância das ZTs de Itabira e Ouro Preto¹². Essas 5 ZTs (marcadas em marrom escuro e marrom claro) representam aproximadamente 48% do total de exportações internacionais do estado.

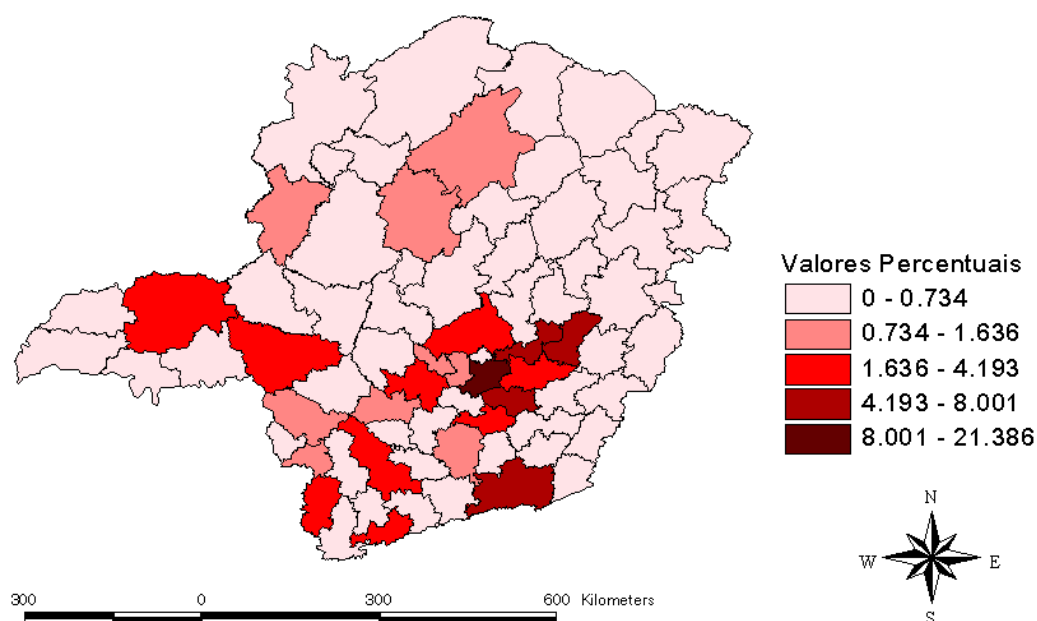


FIGURA 26 – Exportações internacionais – Zonas de tráfego de Minas Gerais

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

A FIG. 27, abaixo, reforça mais uma vez o peso das ZTs de Belo Horizonte, Uberlândia, Juiz de Fora e Ipatinga que representam aproximadamente 45% do total de importações internacionais do estado.

¹² Note-se que a maior parte dos fluxos de exportação dessas duas ZTs decorrem da atividade de mineração, sendo em geral escoados por outros meios que não o rodoviário.

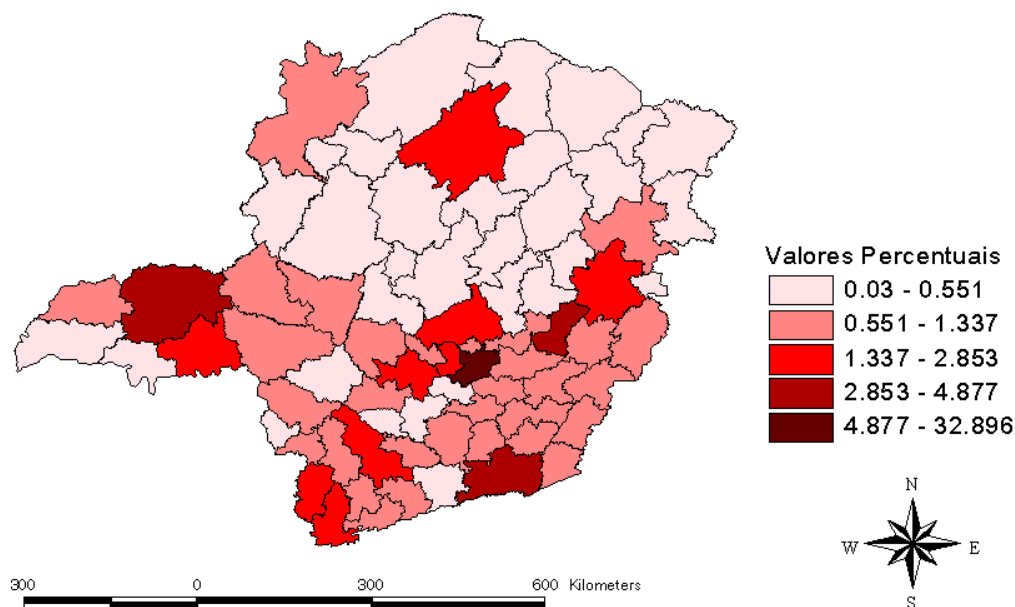


FIGURA 27 – Importações internacionais – Zonas de tráfego de Minas Gerais

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Em que pese o fato de que a matriz de comércio do modelo B-MARIA-MG seja uma estimativa, a descrição dos dados referentes ao comércio inter-regional e internacional em Minas Gerais reforçam o peso da ZT de Belo Horizonte e dos fluxos com origem e destino em Uberlândia, Divinópolis, Betim (ressaltando a importância de melhorias na BR-262), Poços de Caldas, Varginha, Juiz de Fora e Ipatinga (ressaltando a importância de melhorias na BR-381). Os fluxos com origem ou destino em Governador Valadares não apresentaram participações significativas. Também não foram identificados fluxos inter-regionais importantes sobre a área de influência da BR-116.

Note-se ainda que as rodovias analisadas nessa tese constituem-se em ligações de origens e destinos que podem extrapolar os limites de Minas Gerais. Dessa forma, melhorias nessas ligações irão ocasionar efeitos complexos além das zonas de tráfego focadas acima. Assim, embora uma análise baseada nos fluxos de comércio inter-regionais indiquem que as melhorias na BR-262 ou na BR-381 deverão surtir maiores efeitos sobre setores e regiões do que melhorias na BR-116, a análise dos resultados do modelo de EGC indica impactos em outras regiões do Brasil.

O capítulo 5 aprofunda essa discussão, focalizando os efeitos sobre as distintas regiões, a partir dos resultados das simulações com o modelo B-MARIA-MG. Para tanto, na seção 1

serão apresentadas as características dos projetos e rodovias analisadas e os choques exógenos em termos da alteração nos custos de transporte. A seção 2 apresentará uma comparação sobre os efeitos dos 4 projetos nas distintas regiões e setores de Minas Gerais e Brasil a partir de diversos resultados baseados no modelo B-MARIA-MG.

5 SIMULAÇÕES E RESULTADOS

5.1 Alterações nos custos de transporte

Conforme se discutiu no capítulo 2, os quatro projetos analisados nesta Tese inserem-se no contexto do PELT-MG nos grupos denominados corredores radiais (BR-381 e BR-262) e corredores troncais (BR-116). Nessa seção, os quatro projetos e os choques exógenos em termos de alterações nos custos de transporte serão analisados com maior profundidade. Note-se que cada um dos quatro projetos implicou alterações nos custos de transporte, medidos através do modelo HDM-4, para 11.772 links (109 origens vezes 109 destinos menos 109 destinos e origens coincidentes).

Com relação à BR-262, pode-se perceber, conforme ilustra as FIG. 28 e 29 abaixo, que ela conecta Vitória no Espírito Santo a Corumbá, no Mato Grosso do Sul, sendo assim uma rodovia transversal com 2.253 km de extensão. A BR-262 configura-se, portanto, como a principal ligação rodoviária entre o centro-oeste do país e o Triângulo Mineiro à Belo Horizonte e ao porto de Vitória. Aproximadamente 963 km dessa rodovia está contida em território mineiro.

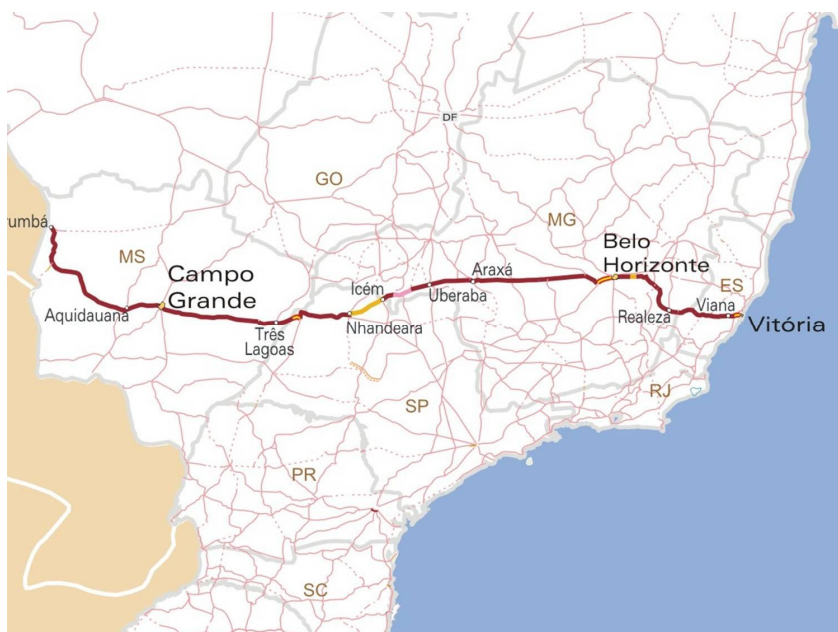


FIGURA 28 – BR-262
Fonte: BRASIL, 2007

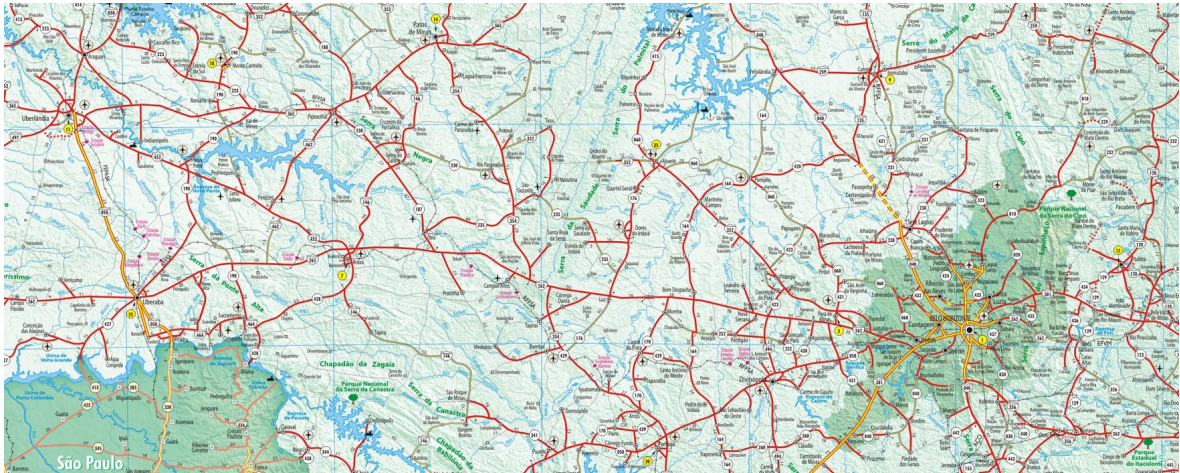


FIGURA 29 – Área de influência - BR-262

Fonte: DER-MG, 2009

As informações sobre o projeto de recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba são resumidas na TAB. 17 abaixo e na FIG. 30 a seguir.

TABELA 17

Informações sobre o projeto de recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba

Características	Custo Total Estimado*	Extensão
Duplicação do trecho entre Betim e Nova Serrana.	R\$ 399,2 milhões	88,7 km
Construção de terceira faixa entre Nova Serrana e Araxá.	R\$ 155,0 milhões	248,0 km
Concessão do trecho entre Araxá e Uberaba.	...	116,6 km
Total	R\$ 554,2 milhões	453,3 km

Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.
Nota: *Valores correntes para o ano de 2007

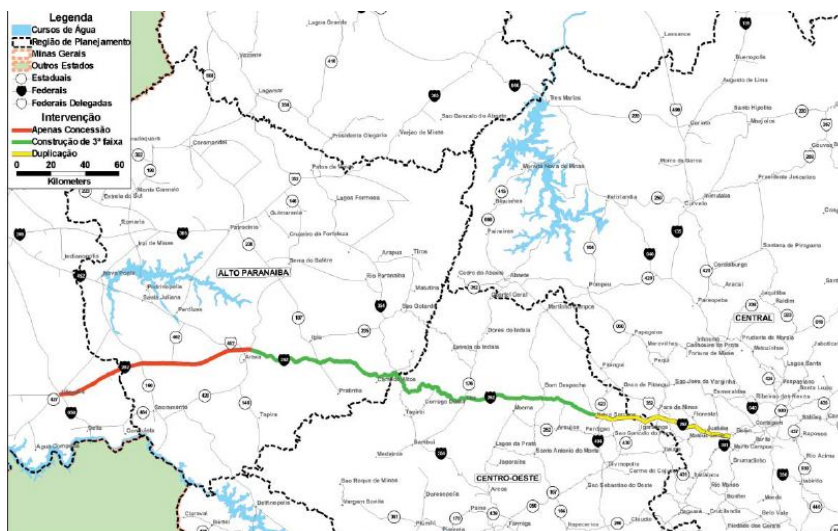


FIGURA 30 - Projeto rodoviário - recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba

Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

A TAB.18, abaixo¹³, apresenta as rotas de tráfego que sofreriam os maiores impactos a partir do projeto de melhoria da BR-262 entre Uberaba e Betim. Pode-se perceber, por meio dela, que algumas das ligações entre as ZTs da região do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Centro-oeste de Minas e Central apresentaram reduções significativas em termos de custos/margens de transporte, enquanto algumas das ligações entre as regiões Central, Zona da Mata e Vale do Rio Doce apresentaram pequenos aumentos nos custos de transporte. Ou seja, os impactos dos projetos em termos de reduções de custos sobre as possíveis combinações de pares de origem e destino são bastante diversos, conforme a reorientação dos fluxos de tráfego. No caso da simulação em questão, 1599 links apresentaram reduções nos custos de transporte acima de 1%, enquanto 1033 links apresentaram aumentos de custos acima de 0,01%. Os demais apresentaram alterações de custos com valores situados entre – (1%) e 0,01%.

¹³ Na apresentação dos resultados das variações percentuais nos custos de transporte, considerou-se somente um dos pares com origem e destino coincidentes. Por exemplo, no tocante ao projeto da BR-262, embora a maior redução de custos tenha sido observada no par com origem em Betim e destino em Pará de Minas, e a segunda maior variação tenha sido observada no par com origem em Pará de Minas e destino em Betim, somente a maior variação (em termos absolutos) foi representada na tabela.

TABELA 18

Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino selecionados -
recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba

Nome Origem	Nome Destino	Variação %*
BETIM	PARA DE MINAS	-9,65%
BOM DESPACHO	BETIM	-8,88%
UBERABA	BETIM	-8,25%
BOM DESPACHO	BELO HORIZONTE	-8,21%
PARA DE MINAS	BELO HORIZONTE	-8,14%
VESPASIANO	BOM DESPACHO	-8,04%
ARAXA	BETIM	-7,92%
UBERABA	BOM DESPACHO	-7,78%
BELO HORIZONTE	UBERABA	-7,63%
UBERABA	PARA DE MINAS	-7,54%
UBERABA	ARAXA	-7,49%
UBERABA	VESPASIANO	-7,22%
ARAXA	BELO HORIZONTE	-7,12%
DIVINOPOLIS	UBERABA	-7,04%
ARAXA	PARA DE MINAS	-6,96%
ITABIRA	BELO HORIZONTE	0,20%
CARATINGA	ITABIRA	0,21%
ITABIRA	PONTE NOVA	0,23%
IPATINGA	ITABIRA	0,26%
PONTE NOVA	ITABIRA	0,26%

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG

Nota: *Resultados obtidos de acordo com o módulo VOC do HDM-4

Note-se, assim, que as variações observadas em termos de aumento nos custos de transporte, além de pouco pronunciadas, ocorreram em um número bastante limitado de rotas. Essa mesma observação pode ser feita para os demais projetos.

Considerando-se a BR-381, conforme ilustra as FIG. 31 e 32 abaixo, temos que essa é uma rodovia diagonal que liga São Mateus no norte do Espírito Santo à capital paulista. Dos 980km de extensão total da BR-381, aproximadamente 580km situam-se entre Belo Horizonte e São Paulo, trecho que já se encontra duplicado. A BR-381 configura-se assim como a principal ligação entre Governador Valadares e Ipatinga e Ipatinga e Belo Horizonte¹⁴.



FIGURA 31 – BR-381

Fonte: BRASIL, 2007.

¹⁴ Podem-se propor rotas rodoviárias alternativas entre Governador Valadares e São Paulo como, por exemplo, tomando a 116 em direção ao Rio e depois, a São Paulo (via Dutra).

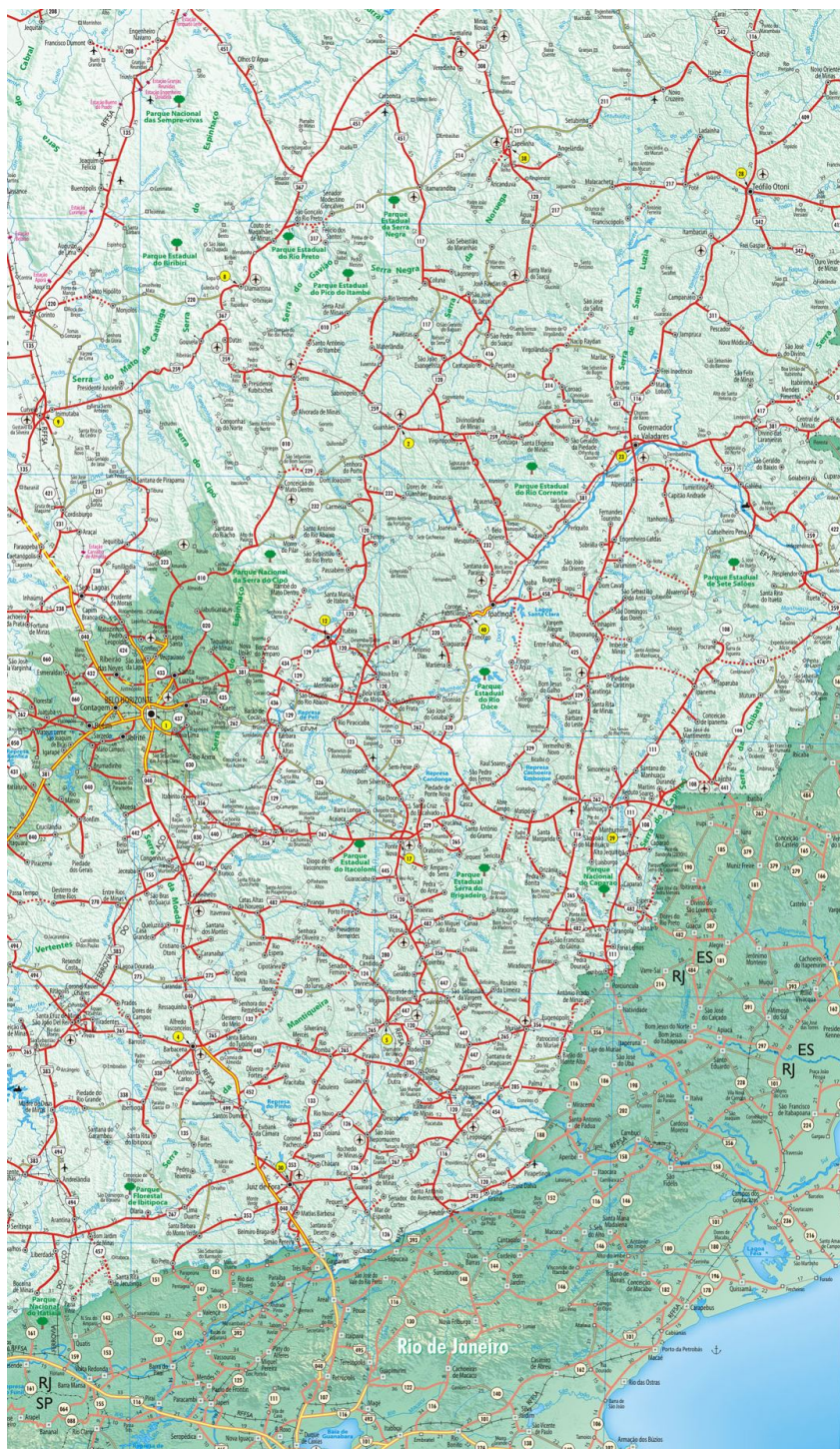


FIGURA 32 – Área de influência - BR-381 e BR-116

Fonte: DER-MG, 2009

As informações sobre o projeto de duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares são resumidos na TAB. 19, abaixo, e na FIG. 33 a seguir.

TABELA 19

Informações do projeto de duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares

Características	Custo Total Estimado	Extensão
Duplicação do trecho entre Belo Horizonte e Governador Valadares	R\$ 1.395,0 milhões	310,0 km

Fonte: MINAS GERAIS, 2006Bb.

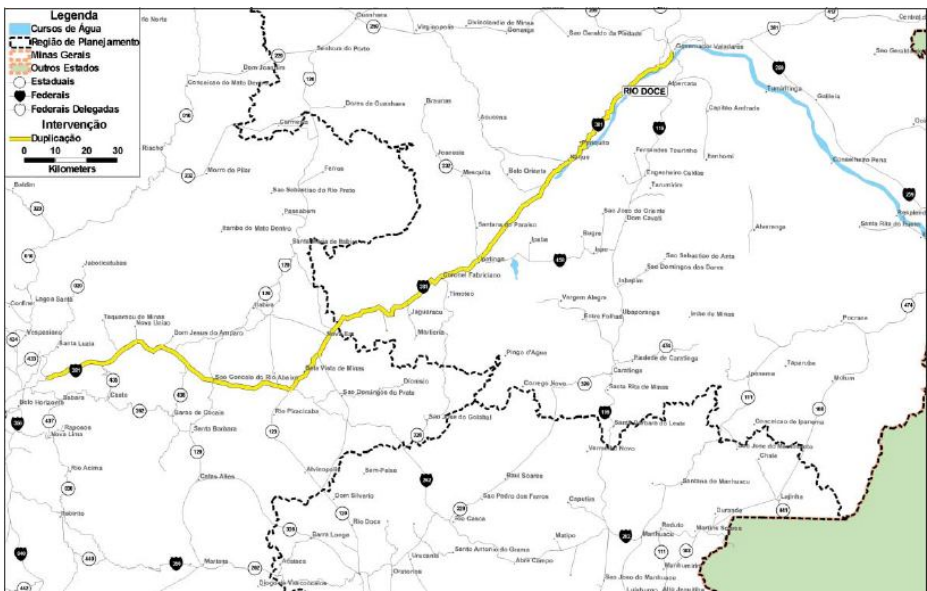


FIGURA 33 - Projeto rodoviário duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares
Fonte: MINAS GERAIS, 2006Bb

A TAB. 20, abaixo, apresenta os resultados das simulações em termos de alterações nos custos de transporte a partir do projeto de duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares. Por meio dela, pode-se perceber que algumas das ligações entre as ZTs da região do Vale do Rio Doce, Central e Jequitinhonha/Mucuri apresentaram reduções significativas nas margens de transporte, enquanto algumas das ligações internas ao Vale do

Rio Doce e entre as regiões do Vale do Rio Doce e Jequitinhonha/Mucuri e Vale do Rio Doce e Colatina (ES) apresentaram aumentos nos custos de transporte. No caso do projeto de duplicação da BR-381, entre Belo Horizonte e Governador Valadares, 1947 links apresentaram reduções nos custos de transporte acima de 1%, enquanto 748 links apresentaram aumentos de custos acima de 0,01% e os demais links apresentaram alterações de custos com valores situados entre $-(1\%)$ e $0,01\%$.

TABELA 20

Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino selecionados - projeto rodoviário duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares

Nome Origem	Nome Destino	Variação %
JOAO MONLEVADE	IPATINGA	-12,15%
IPATINGA	ITABIRA	-10,89%
GOVERNADOR VALADARES	VESPASIANO	-10,38%
BETIM	IPATINGA	-9,63%
JOAO MONLEVADE	BETIM	-9,25%
ITABIRA	GOVERNADOR VALADARES	-9,19%
VESPASIANO	TEOFILO OTONI	-8,92%
GOVERNADOR VALADARES	OURO PRETO	-8,89%
BELO HORIZONTE	GOVERNADOR VALADARES	-8,84%
GOVERNADOR VALADARES	JOAO MONLEVADE	-8,66%
ITABIRA	BELO HORIZONTE	-8,39%
VESPASIANO	MANTENA	-8,11%
IPATINGA	SETE LAGOAS	-7,97%
		-7,87%
GOVERNADOR VALADARES	PARA DE MINAS	
AIMORÉS	BETIM	-7,70%
GOVERNADOR VALADARES	COLATINA	0,08%
PEDRA AZUL	AIMORES	0,08%
ARACUAI	AIMORES	0,08%
TEOFILO OTONI	AIMORES	0,11%
AIMORES	GOVERNADOR VALADARES	0,13%

Fonte: Banco de Dados do modelo B-MARIA-MG

A BR-116, conforme a FIG. 32 acima e a FIG. 34 abaixo ilustram, conecta Fortaleza no Ceará a Jaguarão no Rio Grande do Sul, sendo assim uma rodovia longitudinal com 4.468

km de extensão. Os trechos da BR-116 entre Curitiba e São Paulo (Régis Bittencourt) e São Paulo e Rio de Janeiro (Via Dutra) encontram-se duplicados. Em Minas Gerais, a BR-116 possui aproximadamente 817km de extensão. Para efeito desta tese, foram considerados dois sub-trechos da BR-116 em Minas Gerais: o trecho entre a divisa de Minas Gerais com a Bahia e Governador Valadares (com aproximadamente 409km de extensão) e o trecho entre Governador Valadares e a divisa de Minas Gerais com o Rio de Janeiro (com aproximadamente 408 km de extensão).



FIGURA 34 – BR-116
Fonte: BRASIL, 2007.

As informações sobre o projeto de recuperação da BR-116 entre a divisa de Minas Gerais com a Bahia e Governador Valadares são resumidos na TAB. 21, abaixo, e na FIG. 35 a seguir.

TABELA 21

Informações do projeto de recuperação da BR-116 entre a divisa com a Bahia e Governador Valadares

Características	Custo Total Estimado	Extensão
Recuperação do trecho entre a divisa Bahia/Minas Gerais e Governador Valadares.	R\$ 153, 4 milhões	409,1 km

FONTE: MINAS GERAIS, 2006b.

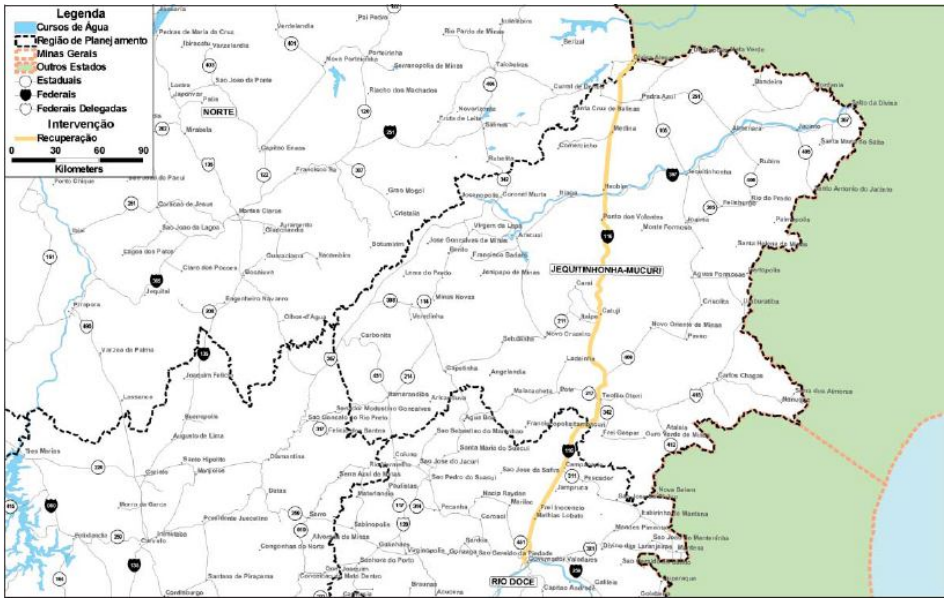


FIGURA 35 - Projeto rodoviário recuperação da BR-116 entre a divisa BA/MG e Governador Valadares
Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

A TAB. 22, abaixo, apresenta os resultados das simulações em termos de alterações nos custos de transporte a partir do projeto de melhoria da BR-116 entre a divisa com a Bahia e Governador Valadares. Pela tabela, pode-se perceber que algumas das ligações entre as ZTs da região do Vale do Rio Doce e Jequitinhonha/Mucuri apresentaram reduções significativas

nas margens de transporte, enquanto algumas das ligações entre as regiões Central e Zona da Mata e ligações internas à Zona da Mata apresentaram aumento pouco pronunciado nos custos de transporte. No caso do projeto de recuperação da BR-116 entre a divisa com a Bahia e Governador Valadares, 683 links apresentaram reduções nos custos de transporte acima de 1%, enquanto 335 links apresentaram aumentos de custos acima de 0,01%. Os demais 10.863 links apresentaram alterações de custos com valores situados entre $-(1\%)$ e 0,01%.

TABELA 22

Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino selecionados - Projeto de recuperação da BR-116 entre a divisa com a Bahia e Governador Valadares

Nome Origem	Nome Destino	Variação %
TEOFILO OTONI	GOVERNADOR VALADARES	-6,35%
PEDRA AZUL	GOVERNADOR VALADARES	-5,66%
TEOFILO OTONI	PEDRA AZUL	-4,83%
ARACUAI	GOVERNADOR VALADARES	-4,68%
PEDRA AZUL	IPATINGA	-4,39%
ALMENARA	GOVERNADOR VALADARES	-4,04%
CARATINGA	PEDRA AZUL	-3,92%
SALINAS	GOVERNADOR VALADARES	-3,75%
AIMORES	PEDRA AZUL	-3,50%
BRUMADO	GOVERNADOR VALADARES	-3,48%
GOVERNADOR VALADARES	BRUMADO	-3,46%
MANHUACU	PEDRA AZUL	-3,44%
ARACUAI	IPATINGA	-3,41%
GUANHAES	PEDRA AZUL	-3,40%
ARACUAI	TEOFILO OTONI	-3,38%
VICOSA	CARATINGA	0,09%
CARATINGA	BELO HORIZONTE	0,09%
OURO PRETO	CARATINGA	0,09%
PONTE NOVA	CARATINGA	0,11%
JOAO MONLEVADE	CARATINGA	0,11%

Fonte: Banco de Dados do modelo B-MARIA-MG

As informações sobre o projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa de Minas Gerais com o Rio de Janeiro são resumidos na TAB. 23 e na FIG. 36 a seguir.

TABELA 23

Informações do projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares a divisa com o Rio de Janeiro

Características	Custo Total Estimado	Extensão
Recuperação do trecho entre Governador Valadares e a divisa Minas Gerais/Rio de Janeiro.	R\$ 152, 9 milhões	407,6 km

Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

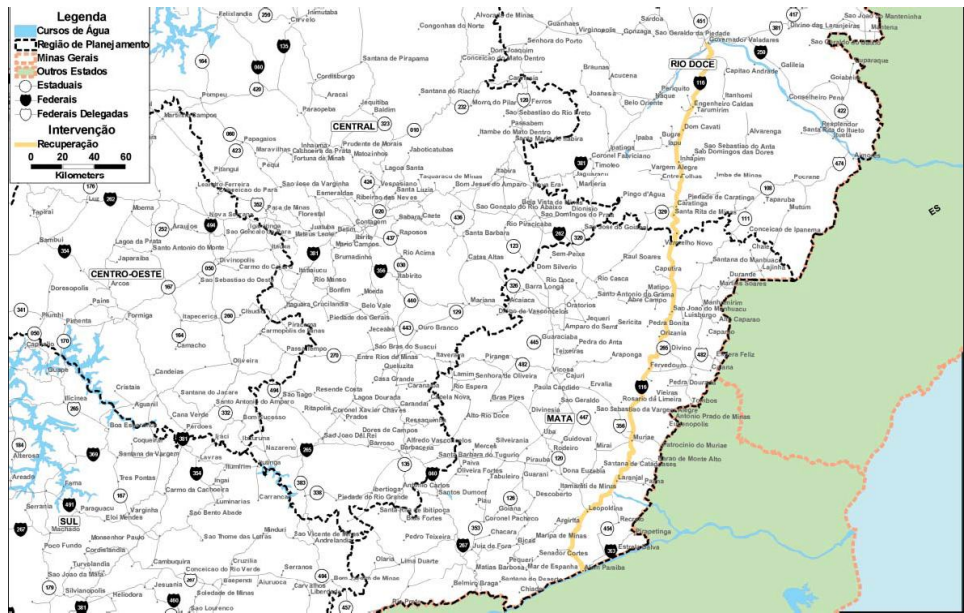


FIGURA 36 - Projeto rodoviário recuperação da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa MG/RJ
Fonte: MINAS GERAIS, 2006b.

A TAB. 24, abaixo, apresenta os resultados das simulações em termos de alterações nos custos de transporte a partir do projeto de melhoria da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa de Minas Gerais com o estado do Rio de Janeiro. Pode-se perceber que algumas das ligações entre as ZTs da região do Vale do Rio Doce, Zona da Mata e ZTs do estado do Rio de Janeiro apresentaram reduções significativas nas margens de transporte. Por sua vez, algumas ligações internas à Zona da Mata e ligações entre a região Central e Zona da Mata apresentaram pequenos aumentos nos custos de transporte. No caso do projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa com o estado do Rio de Janeiro, 436 links apresentaram reduções nos custos de transporte acima de 1%, enquanto 384 links apresentaram aumentos de custos acima de 0,01%, e os demais links apresentaram alterações de custos com valores situados entre $-(1\%)$ e $0,01\%$.

TABELA 24

Alterações nos custos de transporte em pares de origem e destino delecionados - Projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa com a o Rio de Janeiro

Nome Origem	Nome Destino	Variação %
MURIAE	GOVERNADOR VALADARES	-6,02%
GOVERNADOR VALADARES	CARATINGA	-5,86%
CARATINGA	MURIAE	-5,60%
MANHUACU	GOVERNADOR VALADARES	-5,07%
GOVERNADOR VALADARES	RIO DE JANEIRO	-4,97%
RIO DE JANEIRO	GOVERNADOR VALADARES	-4,94%
MANHUACU	MURIAE	-4,88%
VOLTA REDONDA	GOVERNADOR VALADARES	-4,83%
CARATINGA	RIO DE JANEIRO	-4,63%
JUIZ DE FORA	GOVERNADOR VALADARES	-4,62%
VOLTA REDONDA	CARATINGA	-4,60%
CARATINGA	MANHUACU	-4,54%
IPATINGA	MURIAE	-4,43%
GOVERNADOR VALADARES	CATAGUASES	-4,40%
MANHUACU	VOLTA REDONDA	-4,21%
VICOSA	CARATINGA	0,13%
JOAO MONLEVADE	CARATINGA	0,15%
OURO PRETO	CARATINGA	0,16%
PONTE NOVA	CARATINGA	0,17%
UBA	CATAGUASES	0,18%

Fonte: Banco de Dados do modelo B-MARIA-MG

A análise dos fluxos inter-regionais de comércio efetuada no capítulo 4 e a apresentação dos resultados em termos de reduções de custos de transporte observada nessa seção indicam que os projetos da BR-381 e BR-262 estão relacionados não só aos maiores fluxos de comércio inter-regional como também apresentam maiores alterações em termos de variações nas margens de transporte comparativamente aos dois trechos analisados da BR-116.

A TAB. 25 abaixo indica, por sua vez, que as simulações em termos de reduções de custos de transporte apontam não só médias mais altas como também maiores desvios com relação à média ao considerarmos os projetos de recuperação da BR-262 e duplicação da BR-381. Desse modo, espera-se também que os resultados do modelo de EGC apresentem uma maior heterogeneidade no tocante aos resultados sobre as regiões.

A TAB. 25, abaixo, destaca ainda o fato de que, se considerarmos todos os pares com origem ou destino em Belo Horizonte, as melhorias na BR-262 e BR-381 tenderiam a reduzir na média os custos de transporte de maneira mais pronunciada nessa ZT, os desvios em relação à média seriam maiores comparativamente ao Brasil como um todo. Com relação às melhorias na BR-116, notadamente no trecho entre a divisa com a Bahia e Governador Valadares, observa-se o oposto, menores variações e menor desvio em relação à média, ao considerar-se os pares com origem ou destino em Belo Horizonte. No tocante ao projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa com o Rio de Janeiro, pode-se observar ainda que, na média, este exerceu maior influência sobre a ZT de São Paulo do que sobre a ZT de Belo Horizonte.

TABELA 25

Tabela resumo dos choques exógenos para os quatro projetos considerados nas zonas de tráfego de Belo Horizonte, São Paulo e no Brasil

Indicadores		Projeto BR-262	Projeto BR-381	Projeto BR-116 Divisa Bahia Gov. Valadares	Projeto BR-116 Gov. Valadares Divisa Rio de Janeiro
Pares com ou origem destino na ZT de Belo Horizonte	Média	-0.97%	-0.98%	-0.13%	-0.01%
	Desvio Padrão	2.02%	2.08%	0.46%	0.02%
Pares com ou origem destino na ZT de São Paulo	Média	-0.01%	-0.26%	-0.08%	-0.10%
	Desvio Padrão	0.03%	0.65%	0.29%	0.44%
Todos os pares de origem destino*	Média	-0,45%	-0,49%	-0,15%	-0,10%
	Desvio Padrão	1,16%	1,19%	0,49%	0,48%

Fonte: Banco de Dados do modelo B-MARIA-MG

Nota:* Considerou-se aqui todos os pares de origem destino

Dessa forma, entre outros exemplos diversos, pode-se destacar que pares OD com grande movimentação de carga, tais como o par Belo Horizonte - João Monlevade ou os pares Juiz de Fora - São Paulo e Rio de Janeiro - São Paulo, apresentariam pequenos aumentos nos custos de transporte, caso respectivamente o projeto de melhoria da BR-116 entre a divisa de Minas Gerais com a Bahia e Governador Valadares e o projeto de duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares fossem implementados.

Conforme aponta Haddad *et al.* (2007), melhorias em apenas um “link” da rede podem gerar um reordenamento dos fluxos de tráfego, implicando impactos negativos para os demais “links”. Esse parece ser o caso do projeto de melhoria no trecho norte da BR-116 em Minas Gerais que, ao desviar fluxos de tráfego para os “links” entre Belo Horizonte e Governador Valadares, resultou em aumentos nos custos de transporte nesse trecho. Esse aumento de custos pode ter contribuído na queda do PIB real na ZT de Belo Horizonte, observada no caso desse projeto, conforme será apresentado na seção 5.2. Nesse contexto, em todos os quatro projetos analisados, foram observadas variações negativas no PIB real na ZT de São Paulo.

Paralelamente, além dos efeitos sobre as regiões decorrentes do reordenamento dos fluxos de tráfego, o mecanismo causal do modelo B-MARIA-MG, conforme discutido no capítulo 2, implica que reduções nas margens de transporte irão também reduzir a produção do setor de transportes, liberando recursos para outros setores da economia. O aumento da oferta de fatores primários gera efeitos sobre os preços de maneira diferenciada em nível regional. Os preços em determinada região poderão aumentar ou diminuir, dado a extensão dos efeitos substituição (direto e indireto) e renda.

Em uma região onde os efeitos da melhoria de infra-estrutura implicassem em queda nos preços, as firmas tornar-se-iam mais produtivas à medida que os custos de produção declinassem. Paralelamente, os investidores obteriam maiores ganhos à medida que o custo de produção do capital também se reduzisse, ao mesmo tempo em que as famílias também obteriam ganhos em termos de aumento da renda real. Em um segundo momento, a expansão da demanda por produtos e fatores de produção poderia gerar pressões altistas nos preços contrabalançando os ganhos iniciais.

Como resultado de todos estes efeitos combinados, melhorias no sistema de transporte podem resultar em quedas na produção e ou perdas de bem-estar. Esse ponto é mais bem detalhado na seção 5.2 a seguir, que analisa os resultados das simulações com o modelo de EGC sobre a ótica de diversos indicadores.

5.2 Resultados do Modelo B-MARIA-MG

A fim de que a redação e a compreensão das tabelas a seguir sejam facilitadas o projeto de recuperação da BR-262 entre Betim e Uberaba será denominado projeto BR-262, o projeto de duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares será denominado projeto BR-381, o projeto de recuperação da BR-116 entre a divisa de Minas Gerais com a Bahia e Governador Valadares será denominado projeto BR-116-N (norte) e o projeto de recuperação da BR-116 entre Governador Valadares e a divisa de Minas Gerais com o Rio de Janeiro será denominado projeto BR-116-S (sul). Conforme descrito no capítulo 4, os resultados aqui apresentados referem-se à simulação com o fechamento de longo prazo do modelo B-MARIA-MG.

Um ponto a ser ressaltado na análise dos resultados sobre variações no PIB real diz respeito ao fato de que existe uma grande diversidade tanto com relação aos projetos considerados como com relação às distintas regiões. A TAB. 26 e as FIG. 37, 38, 39 e 40, abaixo, reforçam essa idéia.

Com relação à TAB. 26, abaixo, é interessante destacar que os quatro projetos em questão implicaram perdas para a ZT de São Paulo e ganhos para Minas Gerais como um todo. As perdas da ZT de São Paulo teriam assim influenciado negativamente os resultados em nível nacional.

A ZT de Belo Horizonte foi significativamente afetada pelo projeto BR-262 e, em um menor grau, pelos projetos BR-116-S e projeto BR-381, tendo ainda apresentado uma variação negativa no PIB real com relação ao projeto BR-116-N. No tocante ao Brasil e à ZT do Rio de Janeiro, observaram-se ganhos somente com relação ao projeto BR-262 e projeto BR-116-S.

Dessa maneira, em geral as regiões mais beneficiadas em termos de aumento do PIB real foram aquelas situadas próximas às melhorias, conforme as FIG. 37, 38, 39 e 40, a seguir, demonstram ao destacar os resultados do modelo sobre as ZTs de Minas Gerais.

TABELA 26

Variações do PIB real em Minas Gerais, no Brasil e em ZTs selecionadas

Indicador	Projeto BR-262	Projeto BR-381	Projeto BR-116-N	Projeto BR-116-S
Variação do PIB real na ZT de Belo Horizonte	0,0239%	0,0004%	-0,0021%	0,0008%
Variação do PIB real em Minas Gerais	0,0155%	0,0069%	0,0007%	0,0026%
Variação do PIB real na ZT do Rio de Janeiro	0,0007%	-0,0087%	-0,0037%	0,0044%
Variação do PIB na ZT de São Paulo	-0,0048%	-0,0206%	-0,0190%	-0,0059%
Variação do PIB real no Brasil	0,0009%	-0,0035%	-0,0029%	0,0001%

Fonte: Banco de Dados do modelo B-MARIA-MG

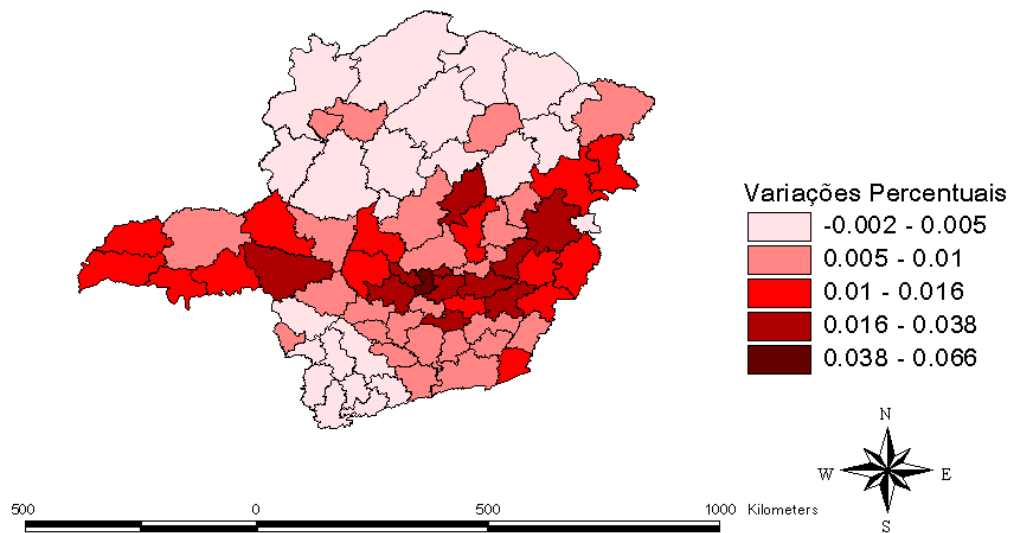


FIGURA 37 – Variações percentuais no PIB real nas zonas de tráfego de Minas Gerais - Projeto BR-262.
Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG.

A FIG. 37, acima, indica que, considerando-se o projeto BR-262, o maior efeito observado em termos de variação do PIB real nas ZTs de Minas Gerais ocorreu em Betim (marcada em marrom escuro). Conforme a TAB. 20 acima destaca, esta foi uma das ZTs onde ocorreram as maiores reduções nas margens de transporte. Note-se ainda que os efeitos da melhoria da BR-262 no trecho considerado influenciariam ainda diretamente ZTs adjacentes ao projeto tais como Araxá, Divinópolis e Pará de Minas e as ZTs de Belo Horizonte, Vespasiano e Conselheiro Lafaiete, próximas à região metropolitana. Esses efeitos tendem ainda a se espalhar pelo eixo da BR-262 em direção ao Espírito Santo, influenciando as ZTs de João Monlevade e Ponte Nova e alcançando Ipatinga e Governador Valadares, a partir da confluência entre a BR-262 e BR-381. A única exceção entre as maiores variações em termos

de padrão de localização espacial diz respeito à ZT de Diamantina, enquanto as ZTs de Uberaba e Uberlândia não apresentaram ganhos significativos.

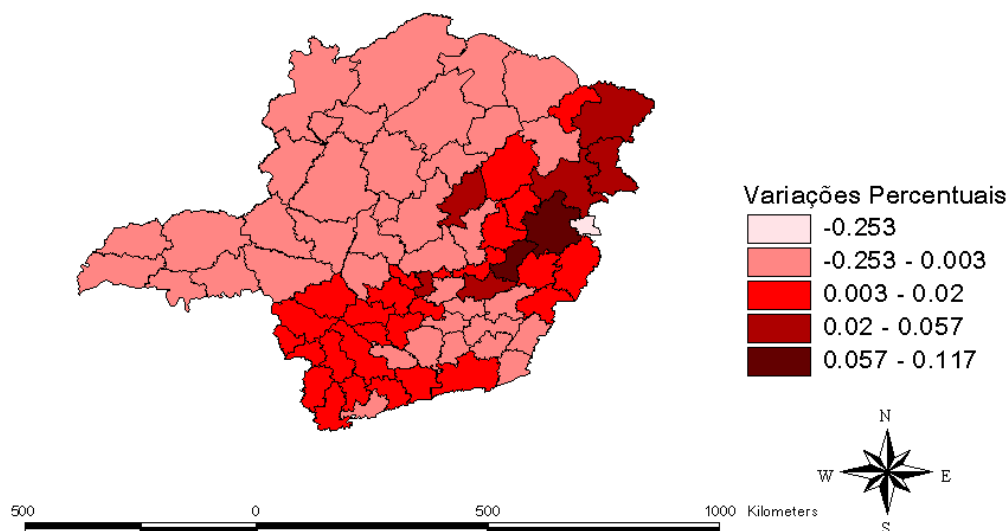


FIGURA 38 – Variações percentuais no PIB real nas zonas de tráfego de Minas Gerais - Projeto BR-381
Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG.

Considerando-se o projeto BR-381, conforme a FIG. 38 acima destaca, pode-se observar que os maiores ganhos em termos de variação do PIB real também ocorrem nas ZTs mais diretamente influenciadas pelo projeto - Ipatinga, Governador Valadares (marcadas em marrom escuro) e em um menor grau João Monlevade e Betim (marcadas em marrom claro). Em um sentido contrário, a ZT de Mantena, adjacente ao projeto, apresentou perdas acentuadas. A ZT de Belo Horizonte, assim como a maior parte das ZTs de Minas Gerais, apresentou um desempenho modesto. Destacam-se os ganhos observados nas ZTs ao Norte de Governador Valadares, Teófilo Otoni, Nanuque e Almenara, que também se utilizam da BR-381 enquanto rota principal até a ZT de Belo Horizonte. A exemplo do projeto BR-262, Diamantina configurou-se mais uma vez como uma exceção, ao apresentar ganhos de PIB real sem estar diretamente ligada ao projeto em questão.

A FIG. 39, abaixo, destaca por sua vez as variações do PIB real nas ZTs de Minas Gerais decorrentes do projeto BR-116-N. Por meio da tabela, pode-se perceber que, comparativamente aos demais projetos analisados, as regiões ganhadoras dispersaram-se por uma faixa mais ampla no estado. Ao lado das zonas de tráfego de Mantena, Teófilo Otoni, Nanuque, Almenara e Pedra Azul, diretamente influenciadas pelo projeto, destacam-se as ZTs de Diamantina, Betim, Lavras e Juiz de Fora (marcadas em marrom escuro) que se situam a uma maior distância do referido projeto. A FIG. 39, abaixo, demonstra ainda uma ampla faixa

de ZTs beneficiadas pelo projeto, direcionando-se, a exemplo dos projetos BR-262 e BR-381, do oeste para o leste do estado. Destacam-se nesse contexto, ao lado da ZT de Betim, as ZTs de Divinópolis, Pará de Minas, Vespasiano, João Monlevade e Ipatinga (marcadas em marrom claro). Belo Horizonte, por outro lado, apresentou resultado negativo em termos de variação do PIB real.

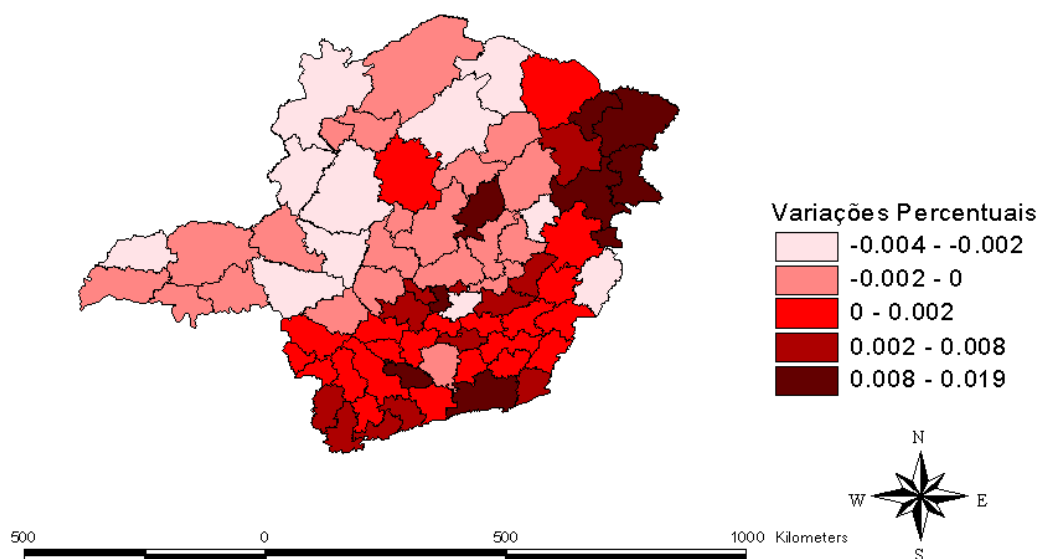


FIGURA 39 – Variações percentuais no PIB real nas zonas de tráfego de Minas Gerais - Projeto BR-116-N
Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG.

A FIG. 40 abaixo destaca as variações do PIB real nas ZTs de Minas Gerais decorrentes do projeto BR-116-S. Pode-se perceber, nesse caso, um padrão bem definido em que os maiores ganhos concentram-se nas ZTs diretamente influenciadas pelo projeto: Cataguases, Muriaé, Manhuaçu, e Caratinga (marcadas em marrom escuro). As ZT de Governador Valadares, também diretamente influenciada e as ZTs de Ipatinga, Aimorés e Teófilo Otoni (marcadas em marrom claro) adjacentes ao projeto, também apresentaram desempenho positivo. A exceção refere-se mais uma vez à ZT de Mantena que ao lado de Betim apresentou resultado negativo. As ZTs do Jequitinhonha/Mucuri, embora em um grau menor, foram também significativamente afetadas pelo projeto. Dessa forma, os efeitos se concentraram principalmente ao longo do eixo da BR-116 sem gerar efeitos significativos sobre o restante do estado.

As perdas da ZT de Mantena, destacadas ao longo do texto, estão relacionadas a dois pontos principais. Primeiramente, essa ZT possui uma participação relativamente menor, em termos dos fluxos intra-regionais, do que a maior parte das demais zonas de tráfego. Dessa maneira, enquanto 73% das vendas totais da ZT de Governador Valadares destinaram-se a essa mesma ZT, esse percentual alcançou 68% no caso de Ipatinga e 56% no caso de Mantena. Em segundo lugar, os projetos implicaram quedas de custos de transporte mais acentuadas nas ZTs próximas a Mantena, tais como Ipatinga e Governador Valadares. Esses dois efeitos combinados impactaram negativamente o PIB dessa ZT.

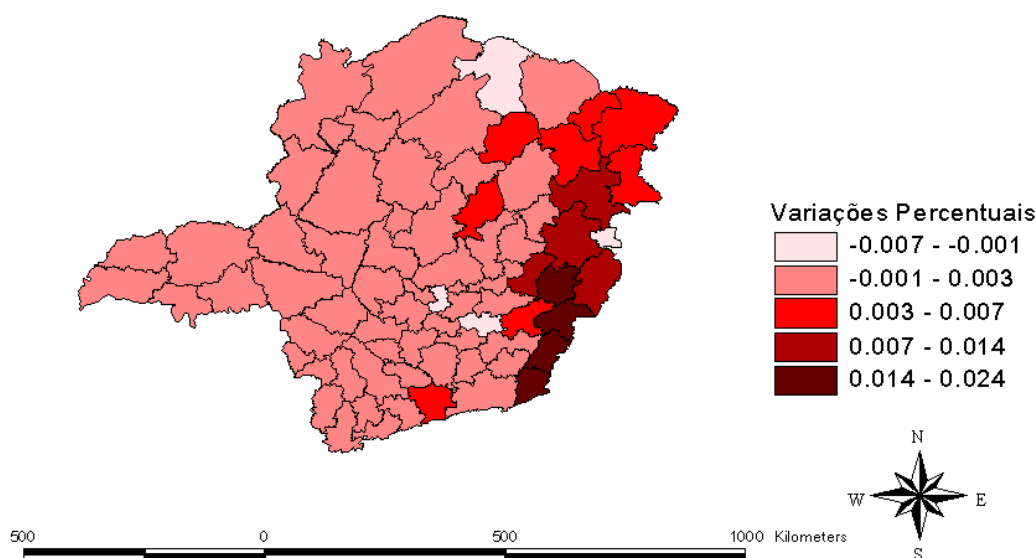


FIGURA 40 – Variações percentuais no PIB real nas zonas de tráfego de Minas Gerais - Projeto BR-116-S
Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG.

A análise dos quatro projetos em conjunto aponta para o fato de que melhorias na infraestrutura rodoviária tendem a impactar positivamente as regiões do Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce, ao passo que o Norte de Minas não apresentou alterações consideráveis. Como resultado, podemos perceber, conforme a TAB. 27, abaixo, que os 4 projetos em questão tenderiam a diminuir a participação do Norte de Minas no PIB estadual e, com exceção do projeto de melhoria da BR-262, tenderiam a aumentar a participação no PIB estadual da região do Jequitinhonha/Mucuri. Dessa maneira, ao se considerar o projeto BR-262, pode-se perceber que ele irá, por um lado, proporcionar o maior ganho para o estado em termos de variação do PIB real e, por outro, irá também implicar maior aumento da concentração de renda em âmbito regional. Em um outro sentido, o projeto BR-116-N irá implicar a maior desconcentração de renda e a menor variação do PIB real. Nesse sentido faz-se, presente o

“trade-off” entre eficiência e equidade. É ainda interessante observar, conforme a TAB. 27 abaixo ressalta, que o projeto BR-381 implica, por um lado, o maior aumento da participação da região do Jequitinhonha/Mucuri e, por outro, a na maior perda de participação (ao lado do projeto BR-262) do Norte de Minas¹⁵.

TABELA 27

Participação percentual das regiões Norte e Jequitinhonha/Mucuri no PIB estadual no ano base e após os choques contrafactuais

Região	Participação % no PIB Estadual no Ano Base	Participação % no PIB Estadual Projeto BR- 262	Participação % no PIB Estadual Projeto BR- 381	Participação % no PIB Estadual Projeto BR- 116-N	Participação % no PIB Estadual Projeto BR- 116-S
Norte de Minas	4,05%	3,99%	3,99%	4,04%	4,04%
Jequitinhonha/Mucuri	2,62%	2,61%	2,69%	2,65%	2,63%
Norte+Jequitinhonha/Mucuri	6,67%	6,59%	6,67%	6,69%	6,68%

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG.

A fim de se observar com maior profundidade os impactos dos projetos sobre a eficiência econômica, foram analisados indicadores de competitividade regional e competitividade internacional, descritos na TAB. 28, abaixo.

O índice de competitividade regional em Minas Gerais ($rcompet_MG$), definido conforme a equação 23 abaixo, é um indicador baseado no valor das exportações e importações inter-regionais ponderados pelos respectivos índices de preços em cada uma das “s” origens ou “q” destinos em Minas Gerais ou,

$$rcompet_MG = \left[\left(\frac{1}{C_XSEXP_MG} \right) \times \sum_{s=MG} C_XSEXP(s) \times ps\ exp(s) \right] - \left[\left(\frac{1}{C_XSIMP_MG} \right) \times \sum_{q=MG} C_XSIMP(q) \times psimp(q) \right] \quad (23)$$

, onde:

C_XSEXP_MG = valor total das exportações inter-regionais de Minas Gerais;

C_XSIMP_MG = valor total das importações inter-regionais de Minas Gerais;

$C_XSEXP(s)$ = valor das exportações inter-regionais da origem s;

¹⁵ O coeficiente de Gini não se mostrou significativamente influenciado por qualquer um dos projetos em questão.

$C_XSIMP(q)$ = valor das importações inter-regionais do destino q;

$psexp(s)$ = índice de preços das exportações inter-regionais na origem s;

$psimp(q)$ = índice de preços das importações inter-regionais no destino q.

O índice de competitividade regional/volume em Minas Gerais ($rcompetv_MG$), definido conforme a equação 15, abaixo, é um indicador também baseado no valor das exportações e importações inter-regionais, mas que utiliza como ponderação os volumes de exportações inter-regionais de cada uma das “s” origens ou “q” destinos em Minas Gerais ou,

$$rcompetv_MG = \left[\left(\frac{1}{C_XSEXP_MG} \right) \times \sum_{s=MG} C_XSEXP(s) \times xsexp(s) \right] - \left[\left(\frac{1}{C_XSIMP_MG} \right) \times \sum_{q=MG} C_XSIMP(q) \times xsimp(q) \right] \quad (24),$$

onde:

$xsexp(s)$ = volume de exportações inter-regionais da origem s;

$xsimp(q)$ = volume de importações inter-regionais do destino q.

Além dos indicadores de competitividade descritos pelas equações (23) e (24), acima, foram também considerados mais dois indicadores de competitividade (índice de competitividade internacional e índice de competitividade internacional/volume). O cálculo desses dois indicadores seguiu a metodologia descrita, com a diferença de que compreendeu dados (preços e volume) referentes ao comércio internacional. Note-se assim que uma variação negativa no índice de competitividade regional/internacional representa um impacto favorável, dado que ocorreu uma redução proporcionalmente maior dos preços locais. Por outro lado, uma variação positiva no índice de competitividade regional/internacional – volume, corresponde a um impacto favorável, dado que representa um aumento proporcionalmente maior no volume de exportações inter-regionais da origem s vis a vis uma redução no volume de importações inter-regionais do destino q.

A TAB. 28 aponta assim que os quatro projetos analisados tenderiam a implicar em melhorias da competitividade regional e, com exceção do projeto BR-116-N, tenderiam a implicar em melhorias da competitividade internacional. A TAB. 28 indica também que apenas os projetos BR-381 e BR-116-N implicariam em melhorias da competitividade regional e internacional com relação ao volume comercializado. Dessa maneira, o projeto BR-381 foi o

que se mostrou mais efetivo em termos de aumento da competitividade, conforme as medidas adotadas.

TABELA 28

Índice de competitividade e índice de competitividade/volume do comércio inter-regional e internacional para os quatro projetos rodoviários

Indicadores	Projeto BR-262	Projeto BR-381	Projeto BR-116-N	Projeto BR-116-S
Índice de Competitividade Regional	-0,00216	-0,00274	-0,00163	-0,00047
Índice de Competitividade Regional – volume	-0,00039	0,003862	0,00253	-0,00052
Índice de Competitividade Internacional	-0,00101	-0,00167	0,000167	-0,00003
Índice de Competitividade Internacional – volume	-0,00376	0,004898	0,001797	-0,00133

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG.

A TAB. 29 apresenta, por sua vez, resultados para Minas Gerais e Brasil referentes ao emprego (variação percentual no emprego), bem-estar (variação equivalente), nível de preços (deflator do PIB) e arrecadação de impostos (variação percentual na arrecadação real de impostos indiretos em Minas Gerais). Com relação ao emprego, pode-se observar que somente os projetos BR-262 e o projeto BR-116-S exerceriam impactos positivos sobre o emprego em Minas Gerais, enquanto os quatro projetos considerados tenderiam a reduzir o emprego considerando-se o Brasil como um todo.

Assim, como no tocante à geração de empregos, o projeto BR-262 e o projeto BR-116-S exerceriam efeito positivo sobre o nível de bem-estar, enquanto o projeto BR-381 e o projeto BR-116-N tenderiam a reduzir o bem-estar em Minas Gerais. Paralelamente, os quatro projetos considerados tenderiam a aumentar o nível de bem-estar no Brasil (considerando-se como indicador de bem-estar a variação equivalente), embora os projetos BR-262 e BR-116-S tenderiam a exercer impactos mais significativos.

A TAB. 29, abaixo, indica também que os quatro projetos em questão tenderiam a reduzir o nível de preços em Minas Gerais, sendo esse efeito mais forte, tanto em âmbito estadual quanto nacional, no tocante respectivamente ao projeto BR-262 e ao projeto BR-116-S. Com relação ainda ao Brasil, apenas o projeto BR-381 não se mostrou efetivo em termos de redução de preços.

Por meio da TAB. 29 abaixo, pode-se perceber ainda que, com relação à arrecadação de impostos indiretos, os efeitos dos projetos obedecem à mesma ordem de classificação observada no tocante à variação do PIB real em Minas Gerais ou, respectivamente, projeto BR-262, projeto BR-381, projeto BR-116-S e projeto BR-116-N. A TAB. 29 destaca ainda o fato de que, embora de maneira pouco acentuada, o projeto BR-116-N implicaria perda de arrecadação para o Estado.

TABELA 29

Indicadores de emprego, bem-estar e nível de preços para os quatro projetos rodoviários

Indicadores	Projeto BR-262	Projeto BR-381	Projeto BR-116-N	Projeto BR-116-S
Variação no Emprego em MG	0,0068%	-0,0007%	-0,0019%	0,0012%
Variação no Emprego no Brasil	-0,0002%	-0,0037%	-0,0032%	-0,0005%
Variação Equivalente em Minas Gerais*	30,0537	-7,5071	-11,4004	5,4875
Variação Equivalente no Brasil	58,5976	6,4019	10,4350	31,6060
Deflator do PIB em Minas Gerais	-0,0227%	-0,0063%	-0,0079%	-0,0156%
Deflator do PIB no Brasil	-0,0160%	0,0029%	-0,0037%	-0,0146%
Variação percentual na arrecadação real de impostos indiretos em Minas Gerais	0,0138%	0,0042%	-0,0005%	0,0026%

Fonte: Banco de dados do modelo B-MARIA-MG.

Nota: *o conceito de variação equivalente foi descrito no capítulo 4 e foi mensurado aqui em termos de R\$ milhões de 2002.

Deve-se apontar aqui que os impactos destacados ao longo do texto dizem respeito a uma “linha base da economia”. Dessa maneira, as estimativas correspondem, portanto, a efeitos adicionais relativos a uma dinâmica tendencial da economia.

A análise conjunta das TAB. 26, 27, 28 e 29, acima, permite observar que, com exceção dos critérios referentes à desigualdade inter-regional (participação percentual das regiões Norte e Jequitinhonha/Mucuri no PIB estadual) e à competitividade, o projeto BR-262 apresentou os melhores resultados dentre os quatro projetos analisados.

Note-se por outro lado que os benefícios aqui aferidos não contemplam possíveis reduções no número de acidentes, o que sem dúvida representa um problema grave para Minas Gerais, conforme discutido no capítulo 2. Nesse sentido, dados do IPEA (2006) indicam que em média cerca de 1,8 milhão de pessoas são diretamente envolvidas em acidentes nas rodovias no Brasil a cada ano. Aproximadamente 16% dos acidentes registrados em 2005 nas rodovias federais ocorreram em Minas Gerais, sendo esse estado o que apresentou o maior número de acidentes em rodovias federais no período entre 2001 e 2005 (ANTT, 2006).

TABELA 30

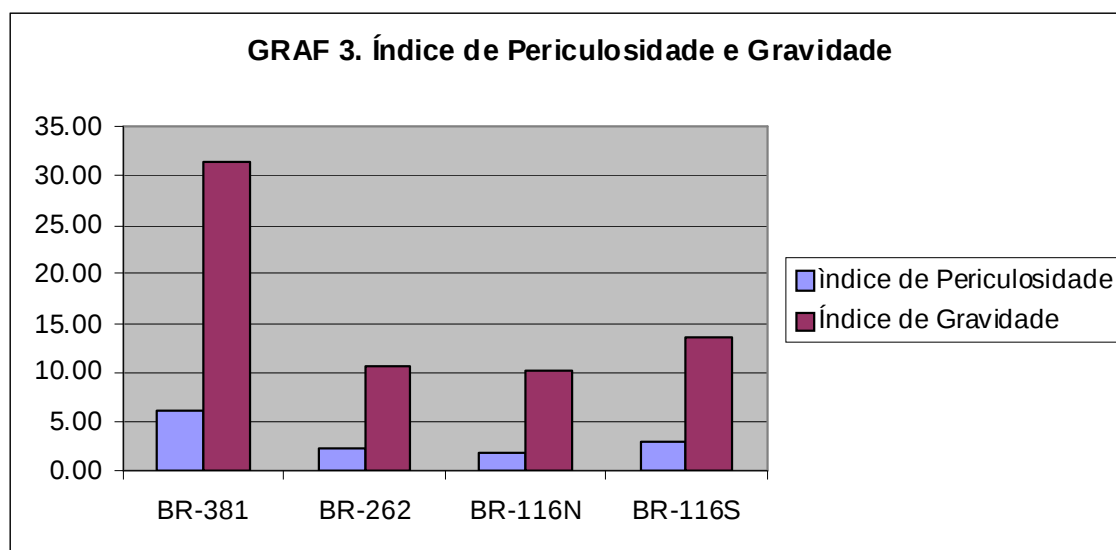
Acidentes de trânsito nos trechos rodoviários considerados na tese e em rodovias federais em Minas Gerais em 2005.

Indicadores	Valor Absoluto	% sobre os acidentes ocorridos na malha rodoviária federal de Minas Gerais em 2005
Acidentes BR-262	1.032	5,87%
Acidentes BR-381	1.923	10,93%
Acidentes BR-116S	765	4,35%
Acidentes BR-116N	1.173	6,67%
Total de acidentes nos quatro trechos considerados	4.893	27,82%
Acidentes na malha rodoviária federal de Minas Gerais em 2005	17.592	100%

Fonte: ANTT (2006), Associação brasileira de prevenção dos acidentes de trânsito (2009) .

Dessa maneira, conforme a TAB. 30, acima, ilustra, nos quatro trechos em tela ocorreram 4.893 acidentes ou, 27,82% dos acidentes ocorridos em rodovias federais em Minas Gerais em 2005. Em contrapartida os quatro trechos em questão representam aproximadamente 15,70% da malha rodoviária federal em Minas Gerais (ANTT, 2006).

O GRAF. 3 abaixo reforça a maior periculosidade (número de acidentes por extensão da rodovia) e gravidade (número de mortes x 13 mais número de feridos x 5 por extensão da rodovia) dos acidentes ocorridos na BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares.



Fonte: Associação brasileira de prevenção dos acidentes de trânsito

Note-se ainda, conforme a TAB. 31, abaixo, que o quadro dos acidentes de trânsito nas rodovias analisadas torna-se ainda mais preocupante uma vez que estes apresentam uma tendência crescente em todas as categorias consideradas. Destaca-se nesse contexto um aumento de 58,45% e 64,92% no número de acidentes com feridos na BR-381 e BR-116-S e, um aumento de 38,60% no número de acidentes com fatalidade na BR-262 entre 2005 e 2008.

TABELA 31

Informações sobre os acidentes de trânsito nos trechos rodoviários considerados entre 2005 e 2008

Classificação	BR-262 (km 354-797)	BR-381 (km 144-453)	BR-116-N (km 01-409)	BR-116-S (km 410-817)
acidentes sem vítimas em 2005	616	1193	408	637
acidentes com feridos em 2005	359	633	299	476
acidentes com fatalidade em 2005	57	97	58	60
total de acidentes em 2005	1032	1923	765	1173
acidentes sem vítimas em 2006	589	1266	423	691
acidentes com feridos em 2006	389	762	325	592
acidentes com fatalidade em 2006	68	106	60	64
total de acidentes em 2006	1046	2134	808	1347
acidentes sem vítimas em 2007	657	1469	473	795
acidentes com feridos em 2007	488	956	372	734
acidentes com fatalidade em 2007	65	83	70	68
total de acidentes em 2007*	1213	2509	915	1600
acidentes sem vítimas em 2007	716	1607	535	825
acidentes com feridos em 2008	539	1003	408	785
acidentes com fatalidade em 2008	79	105	64	81
total de acidentes em 2008	1334	2715	1007	1691
variação % acidentes sem vítimas 2008-2005	16,23%	34,70%	31,13%	29,51%
variação % acidentes com feridos 2008-2005	50,14%	58,45%	36,45%	64,92%
variação % acidentes com fatalidade 2008-2005	38,60%	8,25%	10,34%	35,00%
variação % total de acidentes 2008-2005	29,26%	41,19%	31,63%	44,60%

* Em 2007 não foi informada a gravidade de 3 acidentes nas BRs 262 e 116-S e 1 acidente na BR-381

Fonte: DNIT (2009)

Dessa maneira, devido ao grande número de acidentes de trânsito nas rodovias analisadas e dado o alto custo desses (tanto em termos de custos econômicos quanto em termos de perda de bem-estar), procurou-se incorporar em uma análise de custo-benefício possíveis economias decorrentes de reduções nos acidentes de trânsito. Para valorar os acidentes de trânsito foram utilizados os valores de R\$16.840 para o custo médio do acidente sem vítima, R\$86.032 para o custo médio do acidente com vítima e R\$418.341 para o custo médio do acidente com fatalidade em reais de 2005, segundo metodologia desenvolvida pelo IPEA (2006). Tal metodologia compreendeu de uma maneira “ampla” a incorporação dos seguintes custos:

- a) custos associado às pessoas – compreendendo o somatório dos custos associados aos cuidados com saúde (atendimento pré-hospitalar, hospitalar e pós hospitalar), perda de produção e remoção/translado;
- b) custos associados aos veículos – compreendendo o somatório dos custos associados aos danos materiais sofridos pelos veículos, perda de carga, remoção/guincho e reposição do veículo;
- c) custos associados à via/ambiente – compreendendo o somatório dos custos associados aos danos às propriedades públicas e privadas;
- d) custos institucionais – compreendendo custos associados ao atendimento do acidente acrescido de custos judiciais.

Os custos totais de um acidente corresponderam ao somatório dos custos associados a cada um dos itens descritos acima.

TABELA 32

Custos estimados dos acidentes de trânsito nos trechos rodoviários considerados na tese

Indicadores	BR-262 (km 354-797)	BR-381 (km 144-453)	BR-116-N (km 01-409)	BR-116-S (km 410-817)
a) média de acidentes sem vítimas 2005-2008	644,5	1383,75	459,75	737
b) média de acidentes com feridos 2005-2008	443,75	838,5	351	646,75
c) média de acidentes com fatalidade 2005-2008	67,25	97,75	63	68,25
d) Custo total dos acidente em R\$ de 2005 ($d = a \times R\$16.840 + b \times R\$86.032 + c \times R\$418.431$)	77.169.565	136.341.812	64.300.575	96.610.192
Custo total do acidente em R\$ de 2002*	59.052.315	104.332.577	49.204.603	73.928.827

Fonte: DNIT (2009).

Nota*: Deflacionado pelo IPCA-IBGE cujo valor acumulado entre 2002 e 2005 correspondeu à 30,68%.

O custo médio dos acidentes multiplicado pelo número médio de acidentes conforme a gravidade (acidentes com mortos, acidentes com vítimas, acidentes sem vítimas) entre 2005 e 2008 forneceu o custo total por trecho da rodovia. A TAB. 32, acima, apresenta os valores e cálculos onde os valores estimados foram deflacionados para o ano de 2002 no intuito de compará-los com os benefícios estimados em termos de crescimento do PIB capturado pelo modelo de EGC.

A TAB. 33 abaixo, relaciona por sua vez, os benefícios e os custos decorrentes dos quatro projetos em questão. Os benefícios foram calculados inicialmente com base na taxa de crescimento do PIB real de Minas Gerais estimada pelo modelo de EGC para cada um dos quatro projetos, apresentada na tabela 12 acima, multiplicada pelo PIB de Minas Gerais no ano base ou, 66.467.550.000 reais a preços de 2002. Considerou-se assim o valor presente líquido (VPL) de um fluxo constante de variações do PIB real entre 2002 e 2022 descontadas à taxa de 5% ao ano. Os valores informados nas tabelas 4, 6, 8 e 10 sobre os custos de construção totais dos projetos para o ano de 2007, deflacionados pelo Índice Nacional de Custo da Construção (INCC-FGV) para o ano de 2002, foram compreendidos como custos.

A análise da TAB. 33, abaixo, permite assim observar que ao desconsiderarmos os custos dos acidentes, todos os quatro projetos em questão apresentam uma relação benefício custo bastante desfavorável. Notadamente o projeto BR-381, dado o alto custo da obra e, o projeto BR-116N, dado o baixo retorno do projeto. Por outro lado, ao calcularmos o VPL de uma redução constante de 10% anuais no custo dos acidentes de trânsito com uma taxa de desconto de 5% ao ano, o projetos BR116-S tornar-se-ia viável. Note-se ainda que com exceção do projeto BR-262 em todos os demais os ganhos em termos de redução no custo dos acidentes (considerando-se uma redução em 10% no custo dos acidentes) superam amplamente os ganhos em termos de variações no PIB real.

TABELA 33

Indicadores de custo-benefício

Indicadores	Projeto BR-262	Projeto BR-381	Projeto BR-116-N	Projeto BR-116-S
a) Custos de construção (R\$ de 2002)*	351.634.861	885.114.816	97.330.905	97.013.660
b)VPL variações do PIB real em Minas Gerais (R\$ de 2002)	139.034.046	61.410.134	5.968.317	23.631.672
c) Benefício/Custo sem considerar reduções no número de acidente (c = b/a)	0,40	0,07	0,06	0,24
d) VPL em termos de reduções em 10% no custo dos acidentes (R\$ de 2002)	79.497.469	140.454.710	66.240.272	99.524.542
e) Benefício/Custo considerando-se reduções em 10% no custo total dos acidentes [e = (b+d)/a]	0,62	0,23	0,74	1,27
F) Reduções percentuais no custo total dos acidentes necessárias para transformar a relação custo benefício em 1	26,74%	58,65%	13,79%	7,37%

Fonte: Elaboração própria.

Nota*: Deflacionado pelo INCC-FGV cujo valor acumulado entre 2002 e 2007 correspondeu à 57,61%.

Foge, no entanto, do escopo dessa tese estimar as possíveis reduções de acidentes mediante melhorias das vias, o que além de ser uma tarefa bastante complexa implica em um problema não trivial: melhorias nas vias podem aumentar a sensação de segurança dos motoristas, tornando-os menos cautelosos, de modo que o número de acidentes tenderia a aumentar e não diminuir como esperado. Shikida et al. (2008) fornece evidências empíricas sobre esse comportamento em rodovias de Minas Gerais.

Dado a dificuldade de se estimar as reduções de custos de acidentes mediante melhorias nas vias optou-se por utilizar uma abordagem diferente. A relação benefício custo foi fixada em 1 de modo a se calcular as reduções percentuais mínimas necessárias para que cada um dos

quatro projetos se tornasse economicamente viável. O percentual de 58,65%, por exemplo, pode ser compreendido como a redução em termos de custos de acidentes necessária para que o projeto BR-381 se tornasse viável economicamente. Dado esse alto percentual é assim pouco provável que esse projeto se torne viável economicamente de acordo com os parâmetros considerados.

TABELA 34

Informações sobre as categorias de acidentes ocorridos na BR-381 em 2008

Tipo de Acidente	Percentual sobre o Total de Acidentes	Percentual sobre o Total de Acidentes com Mortes	Percentual de Acidentes onde ocorreram Mortes	Percentual Sobre o Custo Total dos Acidentes no Trecho Belo Horizonte Governador Valadares
Abalroamento transversal	6,70%	12,38%	7,14%	9,31%
Atropelamento	2,06%	10,48%	6,04%	5,39%
Atropelamento de animal	2,62%	1,90%	1,10%	2,02%
Capotagem	6,04%	11,43%	6,59%	8,03%
Choque com objeto fixo	2,50%	1,90%	1,10%	1,85%
Colisão frontal	6,19%	27,62%	15,93%	14,26%
Colisão traseira	22,87%	2,86%	1,65%	11,68%
Outros tipos	24,24%	12,38%	7,14%	20,31%
Saída de pista	18,67%	8,57%	4,95%	17,14%
Tombamento	8,10%	10,48%	6,04%	10,00%

Fonte: DNIT (2009).

Por outro lado, ao considerarmos a BR-381, onde o projeto em questão prevê a duplicação da via, devemos esperar uma redução significativa das colisões frontais. Conforme indica a tabela 34 acima, embora a categoria colisão frontal represente apenas 6,19% do total de acidentes, 27,62% do total de acidentes que resultaram em morte foram catalogados nessa categoria. Essa disparidade é reflexo do fato de que 15,93% dos acidentes onde ocorreu colisão frontal resultaram em mortes, percentual esse bastante superior aos demais tipos de acidentes. Como resultado, a categoria colisão frontal representa a maior participação (exceto outros tipos que englobam diversas categorias) nos custos totais dos acidentes em 2008 (valorados conforme especificado acima).

Note-se ainda que, conforme ressaltado por IPEA (2006, p.29) os valores informados acerca do custo médio dos acidentes subdimensiona o custo real desses, dado que componentes importantes não são valorados, ou:

São custos decorrentes das perdas de vida ou de lesões permanentes que impossibilitam uma vida normal, que incidem tanto sobre os envolvidos nos acidentes quanto sobre as pessoas de suas relações. Esses custos são impossíveis de mensurar; mas, quando existem, na maioria da vezes, superam os demais.

Nesse contexto, a análise de custo benefício como posta acima deve ser observada com bastante cautela.

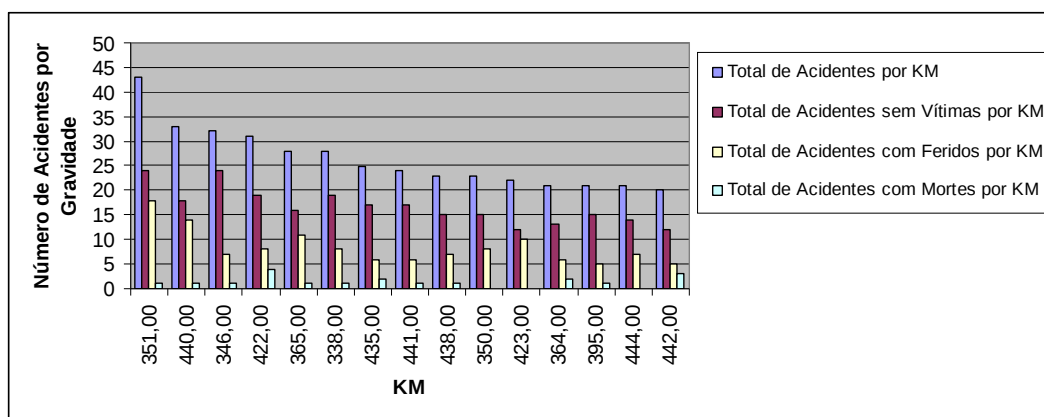


Gráfico 4 – Número de Acidentes por Km conforme Gravidade – BR-381 2005

Fonte: DNIT

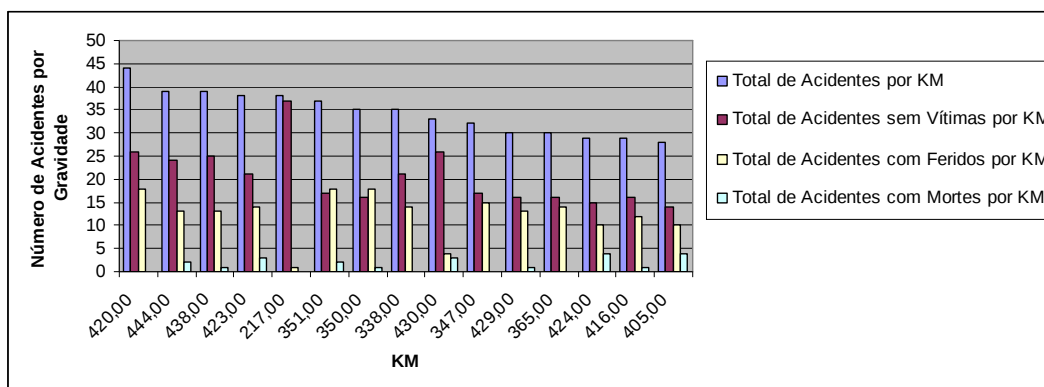


Gráfico 5 – Número de Acidentes por Km conforme Gravidade – BR-381 2008

Fonte: DNIT

Uma estratégia a ser estudada no intuito de otimizar os investimentos diz respeito a concentrar esforços na melhoria e policiamento de trechos críticos em termos de acidentes, o que tenderia a reduzir significativamente os custos das melhorias relativamente à adoção do projeto como um todo. Dessa maneira, ao observarmos os gráficos 4 e 5, acima, que aponta os quinze pontos do trecho da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares com maior número de acidentes conforme a gravidade em 2005 e 2008, podemos perceber que existem 7 pontos em comum entre as duas seleções, ou: kms 338, 350, 351, 365, 423, 438 e 444. Percebe-se assim um padrão comum que indica que ao se concentrar esforços em pontos específicos pode-se obter uma redução considerável dos custos e, por outro lado, um aumento dos benefícios esperados.

Destacam-se nesse contexto como “candidatos” a pontos críticos os seguintes segmentos de rodovias (Associação brasileira de prevenção dos acidentes de trânsito, 2006, P.1):

- a) “Travessias urbanas ou, travessia de zonas em curso de urbanização;
- b) Interseções em nível;
- c) Trechos sinuosos;
- d) Descidas com forte declive;
- e) Pontes estreitas”.

Outro ponto a ser ressaltado diz respeito ao fato de que na discussão precedente não foram apontados dados referentes ao volume de tráfego, mediante a escassez desse tipo de informação, o que dificulta uma compreensão mais ampla do problema.

Não obstante a consideração traçada no parágrafo anterior o argumento principal a ser defendido considera os seguinte pontos:

- a) A redução do elevado número de acidentes na BR-381 no trecho entre Belo Horizonte e João Monlevade deve ser considerada prioridade;
- b) Reportagem do Jornal Estado de Minas publicada em 15/09/2009 aponta que o projeto de melhoria da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares, orçado em

R\$2,5 bilhões de reais, deverá ser concluído em 2014. Esse valor diverge consideravelmente do valor estimado por meio do modelo HDM-4;

- c) Dada o prazo estipulado para o término da obra e a urgência do problema esforços devem ser empreendidos no sentido de levantar os pontos críticos e aplicar medidas emergenciais, principalmente controle do sobrepeso e do excesso de velocidade;
- d) Outros pontos críticos em termos de acidente devem ser levantados no Estado. Parceria entre a união, estado e municípios devem ser implementadas no intuito de atacar o problema;
- e) Deve-se ressaltar mais uma vez que uma redução no tempo de viagem e no custo dos usuários não garante a redução no número de acidentes. Projetos que contemplem todos estes aspectos tornam-se prioridade.

No próximo capítulo, esse ponto será retomado e ainda serão tecidas considerações finais, com o intuito de resumir as principais conclusões alcançadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme discutido no capítulo 2, a principal carência de infra-estrutura em Minas Gerais diz respeito ao setor de transporte rodoviário. Para minorar esse problema, está prevista pelo PELT-MG a implementação de diversos projetos. No entanto, conforme discutido no capítulo 3, a complexa relação entre transportes e desenvolvimento regional torna necessária uma análise criteriosa dos efeitos de tais intervenções.

Os modelos de EGC são uma ferramenta analítica importante ao possibilitarem a identificação de regiões ganhadoras e perdedoras. Muitas vezes, contudo, devido à dificuldade de operacionalização, tende-se a uma simplificação demasiada das características do setor de transportes. Dessa maneira, descreve-se nesta tese um avanço metodológico importante na integração de modelos de EGC e modelos de transportes, dado que o modelo HDM-4 incorporou características reais da rede (qualidade do pavimento, tipo da pista, relevo e capacidade) alimentando uma função de custos (VOC) que incluiu diversos componentes (consumo de combustível, gastos com pneus, óleo, lubrificação e manutenção, desgaste de partes, depreciação, custos da tripulação, custos administrativos e juros) aproximando-se dos verdadeiros custos incorridos pelos usuários das rodovias.

Esse avanço metodológico foi fruto, conforme ressaltado na introdução, do esforço conjunto empreendido pelos pesquisadores associados à FIPE-USP, FEA-UFJF e CEDEPLAR-UFMG, assim como por especialistas em transportes da TECTRAN, Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas (SETOP-MG) e SEPLAG-MG. Tal esforço compreendeu diversas etapas: construção da base de dados, geo-referenciamento da rede e levantamento de custos de transportes, construção do modelo de EGC, simulações e análise de resultados. Todo esse trabalho empreendido em conjunto resultou em uma ferramenta analítica sofisticada que estará disponível para auxiliar os próximos governos na escolha de políticas públicas a serem implementadas em diversas áreas.

Os resultados do modelo B-MARIA-MG apontam, por sua vez, para o fato de que, em todos os quatro projetos analisados, foram observadas variações negativas no PIB real da ZT de São Paulo. Esse efeito foi mais forte no tocante ao projeto BR-381, que estende o trecho duplicado

de São Paulo à Belo Horizonte até Governador Valadares. Os resultados negativos em São Paulo contribuíram para as quedas no PIB real nos projetos BR-381 e BR-116-N, ao se considerar o país como um todo. Por outro lado, foram observadas variações positivas no PIB real em Minas Gerais para os quatro projetos em questão.

Dessa maneira, em conformidade com os trabalhos empíricos descritos ao longo da tese, os resultados do modelo de EGC forneceram evidências de que, no longo prazo, a competição inter-regional desencadeada por melhorias na oferta de infra-estrutura em Minas Gerais tendeu a beneficiar principalmente as regiões mais diretamente afetadas pelos investimentos e, em alguns casos, foram gerados efeitos negativos para outras regiões. Reforça-se assim a necessidade de se compreender melhorias na rede como um todo e não só a análise de projetos isolados.

Destacam-se os ganhos em termos de variações do PIB real obtidos pela ZT de Betim, no caso do projeto BR-262; ZTs de Ipatinga e Governador Valadares, no caso do projeto BR-381; e ZTs de Cataguases, Muriaé, Manhuaçu, e Caratinga no caso do projeto BR-116-S. A região do Jequitinhonha Mucuri tenderia a ser mais beneficiada pelo projeto BR-381 do que pelo BR-116-N, que a corta diretamente. Isso indica que a melhoria da ligação dessa região com a RMBH poderá lhe proporcionar mais benefícios do que melhorias na ligação com o eixo Rio de Janeiro-São Paulo.

Considerando-se assim que melhorias na infra-estrutura tendem a impactar positivamente as regiões diretamente beneficiadas e, dado que nenhum dos quatro projetos em questão conectam a região Norte de Minas, torna-se necessária a análise específica de um projeto capaz de alavancar o desenvolvimento dessa região.

Exceções à tendência descrita de que os projetos em geral beneficiam mais fortemente as ZTs mais próximas, podem ser apontadas como no caso do projeto BR-116-S, que exerceu um impacto maior em termos de variações do PIB real sobre Belo Horizonte do que o projeto BR-381.

Considerando-se os demais indicadores levantados no capítulo 5, observou-se que os projetos BR-262 e BR-116-S mostraram-se mais efetivos em termos de geração de emprego, bem-estar

e redução no nível de preços, tanto para o Brasil como Minas Gerais. No entanto, esses projetos mostraram-se menos efetivos em termos dos índices de competitividade para Minas Gerais. A arrecadação de impostos indiretos, por sua vez, obedeceu à mesma classificação observada com relação à variação do PIB real em Minas Gerais, ou seja, respectivamente projeto BR-262, projeto BR-381, projeto BR-116-S e projeto BR-116-N.

Em outubro de 2008, a ANTT iniciou o processo para a concessão do terceiro lote de rodovias federais, incluindo os trechos: da BR-040, entre o Distrito Federal e Juiz de Fora; da BR-381, entre Belo Horizonte e Governador Valadares; e da BR-116 contido em Minas Gerais.

No caso da BR-116, estão previstas 8 praças de pedágio eqüidistantes a 102 km, enquanto, no caso da BR-381, estão previstas 4 praças de pedágio eqüidistantes a 77 km. Em ambas as rodovias, espera-se que, até o sexto mês de concessão, estejam reparados o pavimento e o acostamento, ocorrendo ainda a adequação da sinalização, a recuperação emergencial de obras de arte especiais e sistema de drenagem, tratamento da faixa de domínio, dentre outras melhorias. No caso da BR-116, a duplicação está condicionada ao volume de tráfego, enquanto no caso da BR-381 espera-se duplicar todo o trecho até Governador Valadares até o sexto ano de concessão (ANTT, 2008).

Note-se ainda que a duplicação da BR-381 entre Belo Horizonte e Governador Valadares (compreendendo ainda a construção de um novo contorno para Belo Horizonte no trecho entre Belo Horizonte e Ravena) é um dos investimentos previstos pelo Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) na região Sudeste. Com relação à BR-262, apenas o trecho entre Betim e Nova Serrana deverá receber investimentos desse projeto.

Além da duplicação da BR-381, entre Belo Horizonte e Governador Valadares, e da duplicação do trecho da BR-262 entre Betim e Nova Serrana, os outros investimentos em transporte rodoviário previstos pelo PAC em Minas Gerais são: duplicação da BR-040, entre Sete Lagoas e o trevo de Curvelo; duplicação do trecho da BR-153, da divisa de Minas Gerais com Goiás até o entrocamento com a BR-365 em Uberlândia; conclusão da duplicação da BR-050, entre Uberaba e Uberlândia e duplicação do trecho entre Uberlândia e Araguari; e, pavimentação do trecho da BR-265, entre Ilícinea e São Sebastião do Paraíso (PAC, 2008).

Embora as melhorias na BR-116 não estejam previstas pelo PAC, o trecho contido em Minas Gerais está em processo de concessão conforme descrito acima. Dessa forma, das rodovias analisadas nesta tese, apenas as melhorias no trecho da BR-262 entre Nova Serrana e Uberaba não apresentam, até o momento, previsão de serem executadas no curto prazo. Dado o custo relativamente baixo dessa obra e os altos retornos previstos, fica patente a necessidade de se alavancar recursos para consecução de todo o projeto BR-262.

Faz-se ainda necessária a análise de melhorias complementares na rede, de modo a conectar as rodovias secundárias às rodovias principais do estado, entre as quais se considera-se como principais, além da MG-050, as rodovias descritas nas FIG. 10 e 11 no capítulo 2 e incluídas, respectivamente, nos projetos Corredores Radiais e Corredores Troncais no contexto do PELT-MG.

Nesse contexto, estão inseridas as ligações entre Ipatinga e Juiz de Fora até a BR-116: a distância entre Ipatinga e a BR-116 é de aproximadamente 50km, pela BR-458, e a distância entre Juiz de Fora e a BR-116 é de aproximadamente 98km, pela BR-267. As melhorias nessas ligações poderão implicar um acesso de qualidade a uma rodovia de extensão continental, que já se encontra duplicada do trecho entre Curitiba e Rio de Janeiro e possui previsão de receber investimentos não só no trecho mineiro, mas ainda no trecho entre a divisa de Minas Gerais e Bahia até Feira de Santana. São também previstas melhorias no trecho entre Feira de Santana e Salvador através da BR-324.

Ressalta-se ainda a necessidade de se recuperar as ligações entre Uberlândia e Patos de Minas até a BR-262: a distância entre Uberlândia e a BR-262 é de aproximadamente 170km através da BR-452, e a distância entre Patos de Minas e a BR-262 é de aproximadamente 110km através da BR-354.

Note-se que, conforme descrito no capítulo 2, o Estado pretende recuperar por meio de PPPs aproximadamente 7.000km da sua malha rodoviária. Aproximadamente 2.500km desse total são rodovias cuja manutenção é atualmente competência da União. Esse conjunto de obras contém as ligações entre Juiz de Fora e a BR-116 e Uberlândia e Patos de Minas até a BR-262, conforme já mencionado.

Pode-se destacar, ainda que não estejam diretamente relacionadas aos projetos discutidos nesta tese, que, dentro do lote de rodovias federais que poderão ser concedidas existem diversos trechos importantes, tais como os trechos entre Poços de Caldas e Varginha, Poços de Caldas e a BR-381, Varginha e a BR-381 e, ainda, a BR-135, compreendendo o acesso até Montes Claros. Outra PPP importante, que já se encontra em processo de execução, refere-se ao projeto MG-050 que deverá melhorar o acesso até Divinópolis, Passos e Sudoeste do país de um modo geral.

Dessa maneira, caso os investimentos previstos pelo PAC e as melhorias decorrentes da concessão das BR-116 e BR-040 sejam de fato efetivados e, ainda, considerando-se as PPPs rodoviárias em curso em Minas Gerais, as principais ligações em termos do comércio interestadual de Minas Gerais, conforme descrito no capítulo 4, poderão ser efetuadas no curto prazo por meio de uma rede rodoviária de melhor qualidade. Porém, os efeitos econômicos regionais decorrentes das melhorias na rede poderão ser bastante diferenciados, como indicam os resultados desta tese para quatro projetos.

Note-se, por outro lado, que a efetivação dos projetos de PPP/concessão ocorreu no Brasil em geral de maneira bastante lenta. Paralelamente, a escassez de crédito decorrente da crise mundial de 2008 poderá implicar também dificuldades extras na captação de investimentos. Desse modo, compreender quais os projetos prioritários, os custos e retornos de tais projetos assim como o aporte financeiro requerido pelo Estado torna-se uma tarefa ainda mais relevante.

Ao serem computados os custos e benefícios decorrentes de cada um dos quatro projetos em questão, considerando-se como custo a construção das obras e, como benefício o VPL de variações constantes do PIB a uma taxa de desconto de 5% ao ano, nenhum dos projetos mostrou-se viável economicamente. Por outro lado, a incorporação de possíveis reduções no custos dos acidentes implica em resultados bastante diversos ressaltando a importância de se estudar com maior propriedade esse tema. Nesse contexto, uma análise específica sobre os pontos críticos em termos de acidentes nas rodovias torna-se assim uma tarefa extremamente relevante.

Como mencionado na introdução, essa tese insere-se no esforço conjunto empreendido pela academia e o setor público na compreensão dos investimentos capazes de proporcionar os melhores resultados para a sociedade. Considera-se assim que foi dado um passo importante nesse sentido, mas, para uma tomada de decisão mais apurada, as análises posteriores devem contemplar não só a incorporação dos acidentes como também outras externalidades geradas pelo setor de transportes, como a poluição. Outro fator a ser mais bem desenvolvido diz respeito aos ganhos (ou perdas) decorrentes da aglomeração produtiva, o que implicaria, no caso de Minas Gerais, privilegiar-se investimentos que beneficiassem principalmente as regiões metropolitanas de Belo Horizonte e do Vale do Aço.

Espera-se ainda em trabalhos futuros modelar os efeitos de outros componentes da logística pública, como o setor portuário, e analisar outros modais de transporte, como o modal ferroviário e hidroviário.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS. **Relatório anual 2006**. São Paulo: Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, 2006. Disponível em: <<http://www.pctconsulting.com.br/relat/index.html>>. Acesso em: 16 abr. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO. **Acidentes ocorridos nas Rodovias Federais em 2005: Rodovia BR 381-MG**. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/publicacoes/acidentes_nas_rodovias_federais>. Acesso em: 02 mar. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO. **Acidentes ocorridos nas Rodovias Federais em 2005. Rodovia BR 262-MG**. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/publicacoes/acidentes_nas_rodovias_federais>. Acesso em: 02 mar. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO. **Acidentes ocorridos nas Rodovias Federais em 2005. Rodovia BR 116-MG**. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/publicacoes/acidentes_nas_rodovias_federais>. Acesso em: 02 mar. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO. **Pontos Críticos**. Disponível em: <[http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/localizacao_dos_acidentes/pontos_criticos/\(language\)/por-BR](http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/localizacao_dos_acidentes/pontos_criticos/(language)/por-BR)>. Acesso em: 02 mar. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. *Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres – AETT 2006*. [Brasília];, 2006. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/aett/aett_2006/index.htm>. Acesso em: 15 abr. 2008.

ALMEIDA, B. T. de. Infra-estrutura sustentando o desenvolvimento econômico. In: GUIMARÃES, T. B.; CUNHA, M. A. R. da; CHAVES, M. (Org.) *Minas Gerais do século XXI*. Belo Horizonte: BDMG; Roma, 2002. v. 3.

ALMEIDA, E. S. A duplicação da rodovia Fernão Dias: uma análise de equilíbrio geral. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32., 2004, João Pessoa. [Anais]..Belo Horizonte: ANPEC, 2004. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, E. S.; GUILHOTO, J. J. M. O custo de transporte como barreira ao comércio na integração econômica: o caso do Nordeste. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 38, n. 2, p. 224-243, abr./jun. 2007.

ALMEIDA, E. S.; HADDAD, E.A; HEWINGS, G. J. D. The transport-regional equity issue revisited. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31., 2003, Porto Seguro. [Anais]. [S. l.]: ANPEC, 2003. 1 CD-ROM.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. *Evolução recente do transporte ferroviário*. 2006b. Disponível em:<<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em: 04 abril 2007.

ANDERSON, W, P.; LAKSHMANAN, T, R. *Infrastructure and productivity: what are the underlying mechanisms?*. Boston: Boston University/Center for Transportation Studies, 2004. (Working Paper CTS2004B).

ANDERSON, W, P.; LAKSHMANAN, T, R. *Transportation infrastructure, freight services sector and economic growth: a synopsis of a white paper*. Boston: Boston University/Center for Transportation Studies, 2002. (Working Paper CTS2002B).

ANDO, A; MENG, B. *Transport sector and regional price differentials: a SCGE model for chinese provinces*. [S. l.]: Institute of Developing Countries, 2006. (Discussion Paper, 81).

ARAÚJO, M, P. *Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional*. 2006. 144 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ASCHAUER, D, A. Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*, Amsterdam, 23, n. 2, 177-200, 1989.

BANCO MUNDIAL. *The Custo Brasil since 1990-92*. [Washington]: 1996. (Report, 15663-BR).

BANISTER, D; BERECHMAN, Y. Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography*. London, v. 9, n. 3, 209-218, Sept. 2001.

BARROS, A. R.; RAPOSO, I. Dotação de Infra-estrutura como limitante para redução de disparidades regionais no Brasil. ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 2., 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2002.

BECHLIN, A. R; MARTINS, R. S. *Caracterização das concessões no transporte ferroviário brasileiro de cargas*. 2004. Não publicado.

BENNETT, C, R. *Differences in the HDM-4 RUE Model over HDM-III*. 1998. Disponível em: <http://www.lpcb.org/lpcb-downloads/isohdm_rue/1998_bennett_hdmiii_vs_hdm4_rue_models.pdf>. Acesso em: 13 maio 2008.

BENNETT, C, R. *The HDM-4 road user effect model*. Birmingham: University of Birmingham, 1996. Briefing Paper for the ISOHDM Workshop on Road User Effects.

BENNETT, C, R. *Modelling road user and environmental effects in HDM-4*. [1999?]. Disponível em: <<http://www.lpcb.org/lpcb-downloads/presentations/99piarc-rue.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2008.

BENNETT, C. R.; GREENWOOD, I. D. *Modelling road user and environmental effects in HDM-4*. 2003. (The Highway Development and Management Series, 7) Disponível em: <http://www.romdas.com/projects/hdm-4/01-01-11_rue_book_final.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2008.

BARTHOLOMEU, D. B. *Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras*. 2006. 164f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BOARNET, M. *The direct and indirect economic effects of transportation infrastructure*. Berlerley: University of California Transportation Center, 1996. (Working Paper, n.340).

BOARNET, M. *Transportation infrastructure, economic productivity, and geographic scale: aggregate growth versus spatial distribution*. Berkerley: University of California Transportation Center, 1995. (Working Paper, 255).

BRAGA, M. J.; REIS, B. S; SANTOS, M. L Modelos aplicados de equilíbrio geral: aspectos teóricos e aplicação. In: SANTOS, M. L. dos; VIEIRA, W da C. *Métodos quantitativos em economia*. Viçosa: Editora UFV, 2004.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. *Estudos de viabilidade técnico-econômica concernentes à construção da BR-163/MT/PA, trecho: Guarantã do Norte/MT – Santarém/PA*. 2005. Disponível em: <www.dnit.gov.br>. Acesso em: 21 jul. 2007.

BRASIL. Ministério dos Transportes. *Plano Nacional de Logística e Transportes: – relatório executivo*. 2007 Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/PNLT/RelatorioExecutivo.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2008.

BRÖCKER, J.; SCHNEIDER, M. How does economic development in Easter Europe affect Austria's Regions? A Multiregional General Equilibrium Framework. *Journal of Regional Science*, Amherst, v. 42, n. 2 p. 257-285, may 2002.

CALDERÓN, C.; SERVÉN, L. The effects of infrastructure development on growth and income distribution. Washington, D.C: Banco Mundial, 2004. (Policy Research Working Paper, 3400).

CANNING, D.; BENNATHAN, E. The social rate of return on infrastructure investments. In: *Infrastructure and growth: a multicountry panel study*. Washington, D.C: Banco Mundial, 1999.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES; CENTRO DE ESTUDOS EM LOGÍSTICA. *Transporte de carga no Brasil: ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país*. 2002. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/arquivos/downloads/coppead_cargas.pdf>. Acesso em: 10 maio 2006.

CHANDRA, A.; THOMPSON, E. Does public infrastructure affect economic activity : evidence from the rural interstate highway system. *Regional Science and Urban Economics*, Amsterdam, v. 30, n. 4, p. 457-490, July 2000.

CASTRO, N. *Estrutura, desempenho e perspectiva do transporte ferroviário de carga*. 2002. Disponível em: <www.nemesis.org.br>. Acesso em: 20 jun. 2006. (Texto para Discussão).

CASTRO, N. *Formação de preços no transporte de carga*. 2003. Disponível em: <www.nemesis.org.br>. Acesso em: 15 ago.2005.

CASTRO, N., ESPOSITO, J. R. *Perspectiva da reestruturação financeira e institucional dos setores de infra-estrutura: a reestruturação do sistema de transportes*. 1997. Disponível em: <<http://www.nemesis.org.br/sec-din5.php?id=0000000007&i=pt>>. Acesso em: 15 ago. 2005.

CASTRO, N., Carris, L., Rodrigues, B. (1999). “Custos de Transporte e a Estrutura Espacial do Comércio Interestadual Brasileiro”, Disponível em: <www.nemesis.org.br>. Acesso em: 15 ago.2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. *Pesquisa rodoviária 2005*. 2005. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 15 out. 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. *Pesquisa rodoviária 2007*. 2007. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 14 jun. 2008.

DOMINGUES, P. E. *Dimensão regional e setorial da integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas*. 2002. 221 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

DOMINGUES, E. P. *Modelos de equilíbrio geral em economia regional: construção e aplicações para o Brasil*. Belo Horizonte: [s.n], 2006. Relatório CNPq.

DIXON, P., B.; RIMMER, M., T. *Disaggregation of results from a detailed general equilibrium model of the U.S to the state level*. 2004. Disponível em: <<http://www.monash.edu.au/policy/ftp/workpaper/g-145.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. *Manual para cálculo de custos operacionais de veículos rodoviários*. Brasília, 1989.

FARIA, A. C.; COSTA, M. F. G. *Gestão de custos logísticos*. São Paulo: Atlas, 2007.

FERREIRA, P. C.; MALLIAGROS, T. G. *o impacto da infra-estrutura sobre o crescimento da produtividade do setor privado e do produto brasileiro*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1997.

FLORISSI, S. *Infrastructure, public capital and growth in the brazilian economy*. Porto Alegre:UFRGS, 1996. (Texto para Discussão, 96/15).

FUJITA, M.; MORI, T. *Transport development and the evolution of economic geography*. Wakaba: Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization, 2005. (Discussion Paper, 21)

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. *Estudo com vistas a subsidiar o programa estadual de logística de transporte do estado de minas gerais: PELT-MG*. São Paulo, 2006.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. *Plano estratégico de logística de transporte*: PELT-Minas. Belo Horizonte, 2007.

GARCIA-MILA, T.; MCGUIRE, T. The contribution of public provided inputs to states' economies. *Regional Science and Urban Economics*, Amsterdam, v. 22, n. 2, 229-241, mês 1992.

GONZALES, J, A.; GUASCH, J. L.; SEREBRISKY, T. *Improving logistic costs for transportation and trade facilitation*. Washington, D.C: Banco Mundial, 2008. (Policy Research Working Paper Series, 4558)

GUASCH, J, L.; LAFFONT, J, J; STRAUB, S. *Renegotiation of concession contracts in Latin America*. Washington, D.C: Banco Mundial, 2003. (Working Paper, 3011).

HADDAD, E. A. *et al.* Assessing the economic impacts of transportation infrastructure policies in Brazil. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 5., 2007, Recife. [Anais...]. São Paulo: ABER, 2007. 1 CD-ROM.

HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. Analytically important transportation links: a field of influence approach to CGE Models. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Campinas, v. 8, n.1, p. 63-84, 2007.

HADDAD, E., A.; Perobelli, F. S. Regional effects of economic integration: the case of Brasil. *Journal of Policy Modelling*, v. 24, p. 453-482, 2002.

HADDAD, E. A. *Regional inequality and structural changes: lessons from the brazilian experience*. Aldershot: Ashgate, 1999.

HADDAD, E. A. *Retornos crescentes, custos de transporte e crescimento regional*. 2004. 203 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

HADDAD, E. A. Transporte, eficiência e desigualdade regional: avaliação com um Modelo CGE para o Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 3, p. 413-448, dez. 2006.

HEFLEBOWER, R. B. Características dos meios de transporte. In: FROM, G. (Org.). *Transporte e desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Victor Publicações, 1968.

HIGHWAY RESEARCH BOARD. *Highway capacity manual-1965*. Washington, D.C: 1966.

HOLL, A. Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: empirical evidence from Spain. *Regional Science and Urban Economics*, Amsterdam: v. 34, n. 3. p. 341-363, May 2004.

HOLTZ-EAKIN, D. *Public-sector capital and the productivity puzzle*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1992. (Working Paper, 1422).

HORRIDGE, M; MADDEN, J; WITTEWER, G.. *Using a highly disaggregated multi-regional single-country model to analyse the impacts of the 2002-2003 drought on Australia*. 2003.

Disponível em: Disponível em: <<http://www.monash.edu.au/policy/ftp/workpaper/g-141.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

HUMMELS, D. *Time as a trade barrier*. West Lafayette: Purdue University, 2001.

HUSSAIN, I. *What Can be learnt by economy-wide models of transport investment appraisal?* Trabalho apresentado a 24th International Baltic Road Conference, Riga, Latvia, 2000. [2000?] Disponível em: <http://www.balticroads.org/html/pdf/01_Hussain_SE_eng.pdf>. Acesso em: 14 maio 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras*. Brasília, 2006. Relatório Executivo.

ISARD, W. *Methods of interregional and regional analysis*. Aldershot : Ashgate, 1998.

JOHANSSON, B.; MATTSSON, L. *Road pricing: theory, empirical assessment and policy*. Boston: Kluwer Academic, 1995.

KIM, E.; HEWINGS, G., J. D. *An application of integrated transport network - multiregional CGE model II: calibration of networks effects on highway*. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign, Regional Economics Application Laboratory, 2003. (Discussion Paper, REAL T-24).

KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 99, n. 2, p. 483-499, Apr.1991.

KRUGMAN, P.; VENABLES, J. *Globalization and the inequality of nations*. *Quarterly Journal of Economics*, Cambridge, v. 110, n. 3 p. 857-880, Aug.1995.

LAKSHMAN, T. R. *et al.* Benefits and costs of transport – classification, methodologies and policies. *Papers in Regional Science*, Urbana, v. 80, n. 2, p. 139-164, Apr. 2001.

LARSEN, M., M.; MADSEN, B.; JENSEN-BUTLER, C. *Modelling transport in an interregional general equilibrium model with externalities*. [2005?] Trabalho apresentado ao 45th Congress of the European Regional Science Association. Vrije Universiteit Amsterdam, 2005.

LIMA, M. P. *O custeio do transporte rodoviário*. 2006. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/site/index.php?searchword=lima&option=com_search&Itemid=>>. Acesso em: 14 maio 2007.

LOSCH, A. *The economics of location*. New Haven: Yale University, 1973.

McCANN, P. *Transport Costs and New Economic Geography*. *Journal of Economic Geography*, v. 5 p. 305-318, jun 2005.

MARTINS, R. S.; CYPRIANO, L. A. Logística pública: discussão e evidências dos impactos dos sistemas de transporte para os agronegócio brasileiros e para o desenvolvimento regional. In: MOURA, A. D. de; SILVA JÚNIOR, A. G. da (Ed.). *Competitividade do agronegócio brasileiro em mercados globalizados*. Viçosa: Editora UFV, 2004. p. 77-110.

MAS, M. *et al. Infrastructure and productivity in the spanish regions*. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones economicas, 1995.

MCCANN, P.; SHEFER, D. Location, agglomeration and infrastructure. *Papers in Regional Science*, Urbana: v. 83, n. 1, p.177-196, Oct. 2004.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. *Input-output analysis: foundations and extensions*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, c1985.

MINAS GERAIS. Departamento de Estradas de Rodagem. *Plano Diretor Rodoviário: sumário das recomendações*. Belo Horizonte, 1976.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. *Geraes: gestão estratégica dos recursos e ações do Estado*. [2006?]. Disponível em: <<http://www.geraes.mg.gov.br/sistema/index.asp>>. Acesso em: 20 abril 2006a.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. *PELT – Minas: Plano Estratégico de Logística de Transportes*. Belo Horizonte, 2006b.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. *Procedimento de manifestação de interesse: instrumento de solicitação de manifestação de interesse setop nº 01, de 2008, para estruturação de projetos de concessão, nas modalidades comum/ou patrocinada dos lotes integrantes do programa estadual de concessões rodoviárias de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.ppp.mg.gov.br/pppeminas/projetos-ppp/downloads_pmi_rodovia/PMI_Lotes_Rodoviaros_MG_23_01_08.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2008.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Planejamento. *Plano Multimodal de Transportes*. Belo Horizonte, 1994.

MORENO, R.; LÓPEZ-BAZO, E.; ARTÍS, M. Public infrastructure and the performance of manufacturing industries: short and long-run effects. *Regional Science and Urban Economics*, Amsterdam, v. 32, n. 1, 97-121, Jan. 2002.

MUNNEL, A. H. Why has productivity growth declined? Productivity and public investment. *New England Economic Review*, Boston, p. 3-22, Jan./Feb. 1990.

NADIRI, M. I.; MAMUNEAS, T. P. *Contribution of highway capital to industry and national productivity growth*. 1996. Relatório preparado para a “Federal Highway Administration”.

NATWAY, PROJETOS e CONSULTORIA LTDA. *Estudo de engenharia de valor do Anel Rodoviário de Belo Horizonte*. [Belo Horizonte]: [2003?]. Disponível em: <http://www.pmimg.org.br/downloads/Anel_PMI.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2008.

PEROBELLI, F. S. *Análise Espacial das interações econômicas entre os estados brasileiros*. 2004. 246 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A. Exportações internacionais e interações regionais: uma análise de equilíbrio geral. *Estudos Econômicos*, São Paulo v. 36, n.4, p. 833-866, out./dez.2006.

PETER, M. W. *et al.* *The theoretical structure of MONASH-MRF*: preliminary, IMPACT project. Clayton: Monash University, 1996. (Working Paper , OP-85).

PETERSEN, M.; POULSEN, A. P.; BRO, C. The World Bank HDM model. In: THAGESSEN, B. (Ed.). *Highway and traffic engineering in developing countries*. London: Spon, 1996.

PINHEIRO, A. C. *Regulatory reform in brazilian infrastrucutre*: where do we stand? Rio de Janeiro: IPEA, 2003. (Texto para Discussão, 964).

POWELL, A., A. *et al.* *Cobb-Douglas utility-eventually!* Monash University, Department of Econometrics and Business Statistics, 2002. (Working Paper 12/20002). Disponível em: <<http://www.buseco.monash.edu.au/depts/ebs/pubs/wpapers/2002/wp12-02.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2008.

PRESTON, H.; HOLVAD, T. *Road transport an additional economic benefits*. [S. l.]. University of Oxford, Transport Studies Unit, 2005. Relatório preparado para o Rees Jeffrey Road Fund.

REIS, N. G. *Impacto do estado das rodovias sobre o custo operacional dos caminhões*. [2006?]. Disponível em: <www.ntcelogistica.org.br/tecnico/impactorod.asp>. Acesso em: 20 jan. 2006.

SHIKIDA, C. D., DE ARAÚJO, A.F.J., CASTRO, G. Economics determinants of driver's behavior in Minas Gerais. *Economics Bulletin*, Vol. 8, No 10 pp. 1-7.

STANDING ADVISORY COMMITTEE ON TRUNK ROAD ASSESSMENT. *A framework for assessing studies of the impacts of transport infrastructure projects on economic activity*. Londres: Department of Environment, Transport in the Regions, 1999.

STRAUB, S. *Infrastructure and development*: a critical appraisal of the macro-level literature. Edinburgh: Edinburgh School of Economics, 2008. (ESE Discussion Paper, 178)

SAN MARTINS, V. L. *et al.* A análise operacional e ampliação da capacidade de rodovias de pista simples segundo os modelos HCM E HDM-4. [2004?]. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/EN_00653.rtf>. Acesso em: 02 abril 2008.

TALVITIE, A. Evaluation of road projects and programs in developing countries. *Transport Policy*, v. 7, n.1 , p. 61-72, Jan. 2000.

TAVASSZY, L.A; THISSEN, M.J.P.M; MUSKENS, A.C; OOSTERHAVEN, J. **Pitfalls and Solutions in the Application of Spatial Computable General Equilibrium Models for Transport Appraisal**. Paper presented at the 42nd congress of the European Regional Science Association, Dortmund, 2002.

UNITED STATES. Federal Highway Administration. *Capturing the full benefits of freight transportation improvement*: a non-technical review of linkages an the benefit-cost analysis framework. WashingtonD.C., 2001. Final Report.

VENABLES, A., J.; GASIOREK, M. Welfare implications of transport improvements in the presence of market failure. Londres: Department of Environment, Transport and the Regions, 1999. Trabalho preparado para o Standing Committee on Trunk Road Assessment.

VICKERMAN, R.; MONET, J. *Assessing the benefits of transport*. Paris: European Conference of Ministers of Transport, 2001.

VISCONTI, T. S. *O sistema gerencial de pavimentos do DER*. [S.l.]: Departamento Nacional de Rodagem, 2000.

WEBER, A. *Theory of the location of industries*. Chicago: University of Chicago, 1969.

WORLD DEVELOPMENT REPORT 1994: infrastructure for development. Washington: World Bank, 1994.

ANEXO A - Descrição da Metodologia Utilizada na Construção da Matriz de Comércio do Modelo B-MARIA-MG

A metodologia de construção da matriz de comércio proposta por Horridge, Madden e Wittwer (2003) e descrita por Dixon e Rimmer (2004) segue os seguintes passos:

a) Estima-se uma matriz preliminar (denotada pelo sobreescrito 1) de participações dos fluxos intraregionais, $SHIN^1(i, g, g)$, dada por:

$$SHIN^1(i, g, g) = MIN \left\{ \frac{SCSR(i, g)}{TOTDEMREG(i, g)}, 1 \right\} * F(i) \quad (1) \text{ onde,}$$

$SCSR(i, g)$ = oferta do bem i na região g;

$TOTDEMREG(i, g)$ = demanda do bem i na região g;

$F(i)$ corresponde a um parâmetro entre 0,5 e 1, específico por bem. Os valores mais próximos de 1 corresponderão aos bens cuja comercialização seja mais difícil.

b) Estima-se uma matriz preliminar de participações dos fluxos inter-regionais $SHIN^1(i, r, g)$ do bem i dada por:

$$SHIN^1(i, r, g) = \left\{ \frac{1}{dist(r, g)} * \frac{SCSR(i, r)}{\sum_{q=1}^{109} SCSR(i, q)} \right\} * \left\{ \frac{1 - SHIN^1(i, g, g)}{\sum_{v \neq g} \left[\frac{1}{dist(v, g)} * \frac{SCSR(i, v)}{\sum_{q=1}^{109} SCSR(i, q)} \right]} \right\} \quad (2) \text{ onde:}$$

$dist(r, g)$ para $r \neq g$ corresponde à distância entre os centróides das regiões r e g;

$dist(g, g)$ corresponde à metade da distância entre g e a região mais próxima a essa.

c) O parâmetro $F(i)$ é ajustado de acordo com a diferença entre a oferta e demanda do produto i na região g, isto é:

$$GAP(i, g) = ABS \left[\frac{TOTDEMREG(i, g) - SCSR(i, g)}{[TOTDEMREG(i, g) - SCSR(i, g)] / 2} \right] \quad (3)$$

Tendo-se calculado o valor dos $GAP(i, g)$ calcula-se o valor de $F(i)$ utilizando a fórmula

$$F(i) = \frac{1 + 0,5 * e^{\left[5 * (\text{aveGAP}(i) - 1)\right]}}{1 + e^{\left[5 * (\text{aveGAP}(i) - 1)\right]}}$$

(4) onde,

aveGAP(i) corresponde ao GAP médio para todas as regiões;

d) Os fluxos preliminares do produto i entre as regiões r e g são calculados considerando-se que $\text{FLOW}^1(i, r, g) = \text{SHIN}^1(i, r, g) * \text{TOTDEMREG}(i, g)$ (5);

e) Através de um ajuste RAS¹⁵ a matriz de fluxos preliminares $\text{FLOW}^1(i, r, g)$ é ajustada para satisfazer as seguintes restrições:

$$\text{SCSR}(i, g) = \sum_{g=1}^{109} \text{FLOW}(i, r, g) \text{ e } \text{TOTDEMREG}(i, g) = \sum_{r=1}^{109} \text{FLOW}(i, r, g) \quad (6).$$

¹⁵ Miller e Blair (1985) fornecem uma descrição detalhada do processo de ajuste RAS.