

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

MARDEL FREITAS BRAGA

**MODELO DIRETO DE PREVISÃO DE DEMANDA
DE VIAGENS UTILIZANDO VARIÁVEL DUMMY**

Vitória - ES
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARDEL FREITAS BRAGA

MODELO DIRETO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE VIAGENS UTILIZANDO VARIÁVEL DUMMY

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, com requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Transportes.

Orientador: Prof. Dr. Gregório Coelho de Moraes. Neto

Co-orientador: Prof. Dr. Adelmo Inácio Bertolde

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Vitória – ES, Setembro de 2009

MODELO DIRETO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE VIAGENS UTILIZANDO VARIÁVEL DUMMY

Mardel Freitas Braga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Transportes.

Aprovada em : 15 / 09 /2009, por:

Gregório Coelho de Moraes Neto – Prof.
Doutor em Engenharia de Transportes
Deptº. Eng Produção / UFES
Orientador

Adelmo Inácio Bertolde – Prof.
Doutor em Estatística
Depto Estatística /UFES
Co-Orientador

Antônio Luiz Caus
Mestre em Engenharia de Transportes
Depto Eng Produção / UFES

Vânia Barcellos Gouvea Campos – Prof.^a
Doutora em Engenharia de Produção
Instituto Militar de Engenharia de Produção / IME-RJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Vitória – ES, Setembro de 2009

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar condições para alcançar meus objetivos.

À meus pais por me incentivar em meus estudos.

Aos meus orientadores Prof. Gregório e Prof. Adelmo, pela orientação, contribuindo para o desenvolvimento desse trabalho.

À Prof^a. Vânia Barcelos Gouvêa Campos e Prof. Antônio Luiz Caus por aceitarem o convite para participar da banca examinadora e contribuírem com importantes sugestões e observações.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo em meu curso de Mestrado.

À todos os funcionários do LABNULT, pela colaboração e pelo excelente convívio durante todo o período do curso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.2.1. Área de estudo município de Vitória ES	60
Figura 6.6.2.1. Histograma viagens observadas para propósito trabalho 1988	74
Figura 6.6.2.2. Histograma viagens observadas para propósito estudo 1998	74
Figura 6.6.2.2. Histograma viagens observadas para propósito outros 1998	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.3.1. População estimada das macrozonas do município de Vitória-ES 1998	61
Tabela 6.3.2. Área estimada das macrozonas do município de Vitória-ES em 1998	61
Tabela 6.3.3. Densidade populacional estimada por macrozona do município de Vitória ES em 1998	62
Tabela 6.3.4. Porcentagem e total de automóveis estimados por macrozona município de Vitória-ES em 1998	62
Tabela 6.3.5. Renda média em salário mínimo estimada por macrozona, município de Vitória-ES em 1998	63
Tabela 6.3.6. Distribuição percentual estimada do local de trabalho para cada município da Grande Vitória em 1998	64
Tabela 6.3.7. Distribuição percentual estimada do local de estudo para cada município da grande vitória em 1998	64
Tabela 6.3.8. Situação das atividades estudo e trabalho dos municípios da Grande Vitória 1998	64
Tabela 6.3.9. A estimativa de oferta de emprego e matrículas escolares para o município de Vitória-ES em 1998	65
Tabela 6.3.10. Porcentagem estimada por macrozona de emprego e oferta de matrículas escolares para o município de Vitória-ES em 1998	65
Tabela 6.3.11. Oferta de emprego e matrículas escolares estimadas para o município de Vitória-ES em 1998	66
Tabela 6.3.12. Porcentagem e populações estimadas de estudantes e ocupados por macrozona no município de Vitória-ES 1998	67
Tabela 6.3.13. Variáveis socioeconômicas do município de Vitória-ES em 1998	67
Tabela 6.3.14. Variáveis socioeconômicas do município de Vitória-ES em 2007.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1.1.	Representação de uma variável nominal com k categorias utilizando variáveis <i>dummies</i>	45
Quadro 4.1.1.1.	Representação da variável Modo de viagem com 3 categorias utilizando variáveis <i>dummies</i>	46
Quadro 4.1.2.	Representação de duas variáveis nominais A e B com k e L categorias respectivamente utilizando variáveis <i>dummies</i>	46
Quadro 4.1.2.1.	Representação de duas variáveis nominais Modo e Propósito de viagem com 3 categorias cada utilizando variáveis <i>dummies</i>	47
Quadro 4.2.1.	Modelos individuais originados do modelo simples para cada combinação categorias	49
Quadro 4.2.1.1.	Modelos individuais originados do modelo simples para cada uma das combinações de modo e propósito de viagem	50
Quadro 4.3.1.	Modelos individuais originados do modelo completo para cada combinação de categorias	51
Quadro 4.3.1.1.	Modelos individuais originados do modelo completo para cada combinação do modo e propósito de viagem	52
Quadro 5.1.1.	Modelos de demanda de viagens originados do modelo proposto .	55
Quadro 5.1.2 .	Modelos de demanda de viagem segundo o modo de viagem	56
Quadro 5.1.3 .	Modelos de demanda de viagem segundo o propósito de viagem .	56
Quadro 6.6.1.	Matriz de correlação das variáveis socioeconômicas do município de Vitória-ES em 1998	69
Quadro 6.6.1.1.	Resumo dos modelos calibrados de produção e atração de viagens	72
Quadro 6.6.1.2.	Produção e Atração de viagens estimadas para cada propósito da viagem em 2007 para o município de Vitória-ES	73
Quadro 6.6.2.1.	Parâmetros estimados para cada propósito de viagem	75
Quadro 6.6.2.2.	Funções de impedância calibradas para cada propósito de Viagem	76
Quadro 6.6.3.1.	Modelos de proporção de viagens pelo modo individual e propósitos: trabalho, estudo e outros	78
Quadro 6.7.1.	Matriz de correlação entre as variáveis em estudo para calibração do modelo direto tradicional.....	80

Quadro 6.8.1.1. Resumo das variáveis em estudo	84
Quadro 6.8.2.1. Apresentação dos modelos de demanda de viagens por modo e propósito originado do modelo proposto	85
Quadro 7.5.1. Estatísticas de similaridade entre matrizes O-D estimadas e Observadas	90

RESUMO

Este estudo tem como objetivo testar a adequação de um modelo de demanda de viagem do tipo direto, que utiliza variável *dummy* para classificar o modo e propósito de viagem, para explicar a demanda por um dado modo e propósito de viagem entre um determinado par de origem e destino. A metodologia utilizada para testar a adequação do modelo proposto consiste em utilizar os dados da pesquisa O-D, realizada na Região Metropolitana da Grande Vitória em 1998, para calibrar três modelos diferentes para o município de Vitória-ES: um sequencial (4 etapas), um direto tradicional e um método direto utilizando variável *dummy* (proposto). Cada um desses modelos calibrados é aplicado aos dados do município de Vitória-ES da pesquisa O-D, da Região metropolitana da Grande Vitória em 2007. Dessa forma estimam-se para o ano de 2007 matrizes O-D para cada um dos modelos, matrizes estas que, através de estatísticas apropriadas como phi-normalizado, índice de dissimilaridade e erro médio absoluto normalizado, serão comparadas com as matrizes O-D observadas na pesquisa realizada para o município de Vitória-ES em 2007. Conclui-se que o modelo de demanda de viagem direta utilizando variável *dummy* em geral apresenta resultados mais precisos (mais próximos) que os métodos tradicionais, possibilitando aos planejadores de transportes uma decisão mais acertada.

Palavras-chave: Variável *dummy*, demanda de viagem, modelo direto.

ABSTRACT

This study aims to test the validation of a direct type trip demand model, which uses dummy variables to classify the mode and the purpose of the trip, to explain the demand in a certain mode and purpose of the trip between a certain pair of origin and destination. The methodology used to test the validation of the model consists in using the data of O-D research carried out in the Metropolitan area of Greater Vitória in 1998, to estimate three different models: sequential (4 stages), traditional direct method and direct method using the dummy variable technique (proposed). Each one of these estimated models is used with the data of the city of Vitória-ES O-D research carried out in the Metropolitan Area of Greater Vitória-ES in 2007, estimating O-D matrices to the year of 2007 for each one of the models. With the appropriate statistics like phi-normalized, dissimilarity index and normalized absolute mean error will be compared to the O-D matrices observed in the research carried out in the city of Vitória-ES in 2007. It was concluded that the direct trip model using dummy variables in general presents more precise results (closest) than the traditional methods, giving the possibility of a more precise decision to the transport planners.

Key-words: dummy variables, trip demand, direct model.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	14
INTRODUÇÃO	14
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 OBJETIVO	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
CAPÍTULO 2	17
MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA POR TRANSPORTES.....	17
2.1 DEMANDA POR TRANSPORTE.....	17
2.2 MODELOS DE DEMANDA DE VIAGEM	18
2.2.1 MODELOS SEQUENCIAIS	19
2.2.1.1 MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS	19
2.2.1.2 MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS	23
2.2.1.3 MODELOS DE DIVISÃO MODAL	31
2.2.2 MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS DIRETOS OU SIMULTÂNEOS	33
2.2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODELOS DIRETOS E SEQUENCIAIS.....	36
CAPÍTULO 3	38
ANÁLISE DE REGRESSÃO.....	38
3.1 INTRODUÇÃO	38
3.2 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES.....	39
3.3 MODELO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA	39
3.4 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA.....	40
3.5 MÉTODOS DOS MÍNIMOS QUADRADOS.....	41
3.6 COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R^2	42
3.7 MULTICOLINEARIEDADE	42

3.8 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS REGRESSORAS NA REGRESSÃO MÚLTIPLA	43
3.9 MODELOS DE REGRESSÃO NÃO LINEAR	44
CAPÍTULO 4	45
VARIÁVEL <i>DUMMY</i>.....	45
4.1 INTRODUÇÃO	45
4.2 MODELO SIMPLIFICADO	48
4.3 MODELO COMPLETO.....	50
4.4 USO DE VARIÁVEL <i>DUMMY</i> EM MODELOS DE DEMANDA DE VIAGEM.....	52
CAPÍTULO 5	54
MODELO PROPOSTO.....	54
5.1. DESCRIÇÃO DO MODELO	54
5.2 DISPOSIÇÃO DOS DADOS:.....	56
5.3 VARIÁVEIS.....	57
5.4 CALIBRAÇÃO	57
CAPÍTULO 6	59
APLICAÇÃO DOS MODELOS	59
6.1 INTRODUÇÃO	59
6.2 ÁREA DE ESTUDO	59
6.3 PREPARAÇÃO DOS VALORES DAS VARIÁVEIS EM ESTUDO	60
6.4 PREPARAÇÃO DAS MATRIZES DE IMPEDÂNCIA	68
6.5 PREPARAÇÃO DAS MATRIZES O-D OBSERVADAS	68
6.6 CALIBRAÇÃO DOS MODELOS SEQUENCIAIS.....	69
6.6.1 DE PRODUÇÃO E ATRAÇÃO DE VIAGENS	69
6.6.2 DE DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS.....	73
6.6.3 DE DIVISÃO MODAL.....	76
6.7 CALIBRAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO DIRETO TRADICIONAL	79
6.8 CALIBRAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO DIRETO PROPOSTO	82
6.8.1 VARIÁVEIS.....	82

6.8.2. CALIBRAÇÃO	84
CAPITULO 7	88
MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DO MODELO PROPOSTO E RESULTADOS	88
7.1 INTRODUÇÃO	88
7.2 PHI-NORMALIZADO (PHI).....	88
7.3 ÍNDICE DE DISSIMILARIDADE (ID)	89
7.4 ERRO MÉDIO ABSOLUTO NORMALIZADO (EMAN)	89
7.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS	89
CAPÍTULO 8	91
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	91
8.1 CONCLUSÃO.....	91
8.2 RECOMENDAÇÕES.....	92
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	96

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No estudo de planejamento de transportes um das principais etapas é modelar a demanda de viagem para que se possa ter um maior grau possível de conhecimento dos movimentos atuais e futuros de viagens. Esse conhecimento permite ao planejador de transportes tomar decisões mais acertadas possíveis, evitando assim o excesso ou escassez de oferta de transportes. Devido à importância do assunto, muitos planejadores de transportes vêm desde a década de 50 desenvolvendo modelos para explicar cada vez melhor a demanda de viagem. Os métodos de modelagem bastante utilizados são: sequencial, onde para cada etapa da viagem é feito um modelo, e o método direto onde mais de uma etapa da viagem é modelada em um único modelo.

Esta dissertação se constitui em uma proposta para a elaboração de modelos diretos de demanda de viagem que realiza as três primeiras etapas do método sequencial utilizando variável *dummy* para separar e identificar cada tipo de viagem. Usa como exemplo um modelo que explica a demanda de viagens para cada combinação dos modos de viagem (coletivo e individual) e propósitos de viagem (a trabalho, a estudo e a outros).

A metodologia para testar a adequação do modelo proposto consiste em utilizar os dados da pesquisa O-D da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) em 1998, realizada no município de Vitória-ES, para calibrar modelos de demanda de viagens por três métodos diferentes: método sequencial, método direto tradicional e o método direto utilizando variável *dummy* (proposto). Para cada um desses modelos calibrados são aplicados os dados da pesquisa O-D da RMGV em 2007 realizada no município de Vitória-ES. Dessa forma estimando-se para o ano de 2007 matrizes O-D para cada um dos métodos, matrizes estas que, através de estatísticas apropriadas como phi-normalizado, índice de dissimilaridade e erro médio absoluto normalizado, são comparadas com as matrizes O-D observadas na pesquisa realizada no município de Vitória-ES em 2007.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os modelos seqüenciais, bastante utilizados no estudo do planejamento do transporte pela sua simplicidade, têm sido muito questionados por diversos autores entre eles OPPENHEIM (1995) e ORTÚZAR e WILLUMSEN (2001), devido a uma série de aspectos, entre os quais pode-se citar: a seqüência de decisão suposta para se fazer uma viagem; as decisões de viagens são tratadas de forma independentes; por ser um modelo estabelecido em etapas, os erros ocorridos em etapas anteriores propagam-se para as etapas seguintes.

Nos modelos diretos tradicionais, uma das maneiras de identificar um determinado modo e propósito de viagem é por meio de uma variável derivada (variável formada por duas ou mais variáveis), sendo às vezes dificultoso encontrar variáveis derivadas que sejam explicativas e que não se correlacionem com outras variáveis explicativas.

Pode-se utilizar a técnica de variável *dummy* (variável codificada para representar presença ou ausência de uma categoria de uma variável nominal) em modelagem de viagens para classificá-las em modo de viagem, propósito da viagem, horário da viagem, dia da viagem, etc. Quanto maior for o número de classificações feitas, espera-se que o modelo fique melhor ajustado, pois as variações de uma certa classificação de viagem não afetarão em outra.

Em virtude disso, espera-se que a modelagem de demanda de viagem feita por modelos diretos ou simultâneos com a técnica da variável *dummy* traga uma precisão maior e, desta forma, seja mais confiável do que os resultados obtidos com modelos seqüenciais e os diretos tradicionais. Assim traria um ganho melhor para a sociedade devido à importância do conhecimento da demanda do transporte.

1.3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar a adequação de um modelo de demanda de viagem do tipo direto para o município de Vitória-ES, que procura representar a demanda por um dado modo e propósito de viagem entre um determinado par de

origem e destino, utilizando variável *dummy* para distinguir os diferentes modos e propósitos de viagens.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação é constituída de 8 capítulos descritos a seguir:

- > O capítulo 1 apresenta o tema escolhido para a dissertação, fazendo algumas considerações iniciais e apresentando as justificativas e o objetivo do trabalho;
- > O capítulo 2 apresenta inicialmente modelos de demanda de viagem, sequencial, descrevendo as etapas de geração, distribuição e divisão modal e seus respectivos métodos, e em seguida o modelo direto e uma rápida análise das vantagens e desvantagens dos dois tipos de modelagem de demanda por transportes;
- > O capítulo 3 faz um breve resumo sobre análise de regressão;
- > O capítulo 4 faz uma apresentação das variáveis *dummies* e algumas aplicações de variáveis *dummies* em modelos de demanda de viagens;
- > O capítulo 5 apresenta o modelo proposto de demanda de viagens utilizando técnicas de variáveis *dummies* e descreve a disposição dos dados em um banco de dados para a calibragem;
- > O capítulo 6 apresenta toda a metodologia empregada para a obtenção dos dados necessários para a pesquisa e apresenta também aplicação dos métodos sequencial, direto tradicional e direto com variáveis *dummies* no mesmo;
- > O capítulo 7 apresenta as medidas de avaliação a serem utilizadas para comparar as matrizes estimadas pelos métodos sequencial, direto tradicional e direto com utilização de variáveis *dummies* (proposto). Também apresenta os resultados e faz uma análise dos resultados obtidos, utilizando estatísticas apropriadas para esse fim;
- > O capítulo 8 registra as conclusões sobre os modelos estudados e recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA POR TRANSPORTES

2.1 DEMANDA POR TRANSPORTE

Segundo KAWAMOTO (1999), a demanda por transportes é o desejo de uma entidade (uma pessoa ou um grupo de pessoas física ou jurídica) de locomover alguma coisa (a si próprio, outras pessoas, ou cargas) de um lugar para outro. E para ANTP (1999) (Associação Nacional de Transportes Públicos) os deslocamentos humanos ocorrem em função das necessidades das pessoas em exercer uma atividade e estão sempre ligados a um motivo (propósito).

Conhecer e compreender a demanda de transporte da região sob estudo é de fundamental importância para se obter o máximo de satisfação na demanda de transporte, pois dessa pode dimensionar a oferta, implantar novos sistemas e prever melhores formas de atender a demanda, ou seja, tomar uma decisão mais eficiente. De acordo com MEYER e MILLER (2001), estimação da demanda por transporte, seja de passageiros ou de cargas, é uma das principais objeto de estudo do planejamento dos transportes.

Uma das maneiras de se obterem informações sobre a demanda de viagem é através de pesquisas de origem e destino (O-D), e a análise da demanda de transporte é feita utilizando-se modelos de demanda, que procuram compreender os determinantes da demanda e a maneira como eles interagem e afetam a evolução do tráfego.

O objetivo principal na modelagem da demanda de viagens é estimar o volume de tráfego futuro. Isso é feito substituindo os fatores (variáveis) projetados em uma data futura no modelo estimado. De acordo com NOVAES (1986), três níveis de previsão de análise são em geral encontrados nos estudos da demanda de transportes:

- **Previsão a curto prazo:** são previsões feitas através de análise marginal com base no quadro atual. Não são feitas projeções desagregadas das variáveis socioeconômicas, uso do solo. Sendo assim, as projeções se baseiam

fundamentalmente na hipótese de que a distribuição espacial de atividades e os valores das variáveis socioeconômicas e uso do solo permanecerão a mesma.

- **Previsão a médio e longo prazo, se envolver efeitos nas atividades socioeconômicas:** são previsões que exigem projeções detalhadas das variáveis socioeconômicas e atividades, tornando-se necessário estudar a evolução de todas as zonas.
- **Previsão a longo prazo, com avaliação dos efeitos nas atividades socioeconômicas e no seu assentamento (uso do solo):** são previsões que fazem projeções detalhadas das variáveis socioeconômicas e de atividades, tornando-se necessário estudar a evolução de todas as zonas, estabelecem relações diretas de “feedback” entre os fluxos de transportes projetados e seus efeitos nas atividades socioeconômicas.

2.2 MODELOS DE DEMANDA DE VIAGEM

Para ORTÚZAR e WILLUMSEM (1994), modelo é uma representação simplificada de uma parte do mundo real. Assim uma modelagem matemática da demanda de transportes é uma equação matemática que tem por objetivo prever a demanda de viagens futuras utilizando variáveis socioeconômicas, uso do solo e do sistema de transporte, descobrindo assim quais as variáveis que têm maior interferência na demanda de viagens, sendo a modelagem em transporte considerada por BUTTON e HENSHER (2000) um elemento importante no processo de tomada de decisão.

MANHEIN (1973) *apud* Ferreira classifica os modelos baseados em redes de transportes em dois grandes grupos:

- Modelos de demanda sequenciais.
- Modelos de demanda diretos ou simultâneos;

2.2.1 MODELOS SEQUENCIAIS

O modelo sequencial (ou quatro etapas) recebe este nome por seguir etapas ou sequências e tem sido amplamente empregado no planejamento de transporte. De posse dos dados referentes ao zoneamento e ao sistema de redes de transportes, este modelo estima viagens entre as diversas zonas de tráfego. É baseado na hipótese de que o processo de decisão de viagem de um indivíduo é desenvolvido em etapas, ou seja, supõe-se primeiramente que o indivíduo decide exercer uma atividade e o local onde irá exercê-la, depois escolhe o modo de viagem e, por último, a rota. Dessa forma o modelo de quatro etapas é composto de submodelos, apresentados a seguir.

2.2.1.1 MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

Antes de começar a falar sobre o modelo sequencial, é muito importante que se compreendam, primeiramente, alguns conceitos utilizados no planejamento de transportes.

Diversos autores, dentre eles MEYER e MILLER (2001), adotam as seguintes terminologias:

- **Viagem:** é o movimento entre uma origem e um destino por algum motivo.
- **Viagem de base domiciliar:** são viagens que iniciam ou terminam no domicílio.
- **Viagem de base não domiciliar:** são as viagens que nem a origem nem o destino é o domicílio.
- **Produção de viagens:** refere-se à extremidade domiciliar (origem ou destino) de uma viagem de base domiciliar ou à origem de uma viagem de base não domiciliar.
- **Atração de viagens:** são viagens com destino não domiciliar, de viagens de base domiciliar ou destino de viagens de base não domiciliar.
- **Geração de viagens:** É a determinação do número de viagens, associada com uma zona de tráfego, domicílios ou outra unidade de geração, consistindo em viagens produzidas e atraídas para a unidade de geração.

Segundo PAPACOSTA e PREVEDOUROS (2000), viagem pode ser classificada de duas maneiras: origem e destino (O-D) ou produção e atração (P-A). Estes termos não são idênticos, sendo que origem e destino estão relacionados a ponto de saída e ponto de chegada, sem se preocupar com o uso do solo; já produção e atração se preocupam com o uso do solo. Essa distinção é feita por se considerar que produção de viagens é mais facilmente estimada a partir das características e necessidades de viagens das zonas, e atração de viagens depende de oportunidades não residenciais disponíveis nas zonas.

No modelo sequencial, o modelo de geração de viagens é o ponto de partida de todo o processo, as etapas seguintes se baseiam no seu resultado. Assim, é importante que o resultado desta etapa seja a mais precisa possível.

Um cuidado que se deve tomar ao se fazer um estudo da geração de viagens é na definição das zonas de tráfego. Uma série de características existentes em uma zona influenciam no número de viagens. Deste modo, torna-se muito importante a elaboração de um zoneamento que agrupe regiões vizinhas com características semelhantes, formando zonas ou macrozonas vizinhas de tal forma que as características intrazonais sejam homogêneas, e as características interzonais sejam heterogêneas.

O objetivo da geração de viagens é a previsão do número de viagens de pessoas que são produzidas e/ou atraídas para cada zona de tráfego da área em estudo.

A geração de viagens pode ser individual, familiar ou valores médios zonais. Os dados com nível de desagregação maior permitem uma melhor precisão na determinação do número de viagens geradas.

As viagens também podem ser classificadas por motivos (propósitos) que refletem as atividades desenvolvidas pelas pessoas para uma melhor análise. No estudo de geração de viagens é importante que as viagens sejam agrupadas em um número de categorias ou motivos, de acordo com o interesse do estudo e dos dados disponíveis. Os estudos mostram que as categorias mais aplicadas para o caso de viagens com base domiciliar são:

- Viagens para trabalho;
- Viagens para estudo;
- Viagens para compras;
- Viagens para recreação;
- Outras viagens.

Segundo NOVAES (1979), os modelos de geração de viagens são dois: os modelos de produção de viagens e os modelos de atração de viagens. Os **modelos de produção de viagens** explicam o total de viagens produzidas numa zona em função das características socioeconômicas e do uso do solo encontrados nessa zona. E **modelos de atração de viagens** procuram explicar o influxo de pessoas ou mercadorias numa determinada zona em função das características socioeconômicas e do uso do solo da mesma.

De acordo com MELO (1975), as variáveis consideradas de maior importância nos modelos de produção e atração de viagem são:

Na produção:

- Renda;
- Propriedade de veículos;
- Número de residências;
- Números de pessoas empregadas;
- Número de pessoas em idade escolar;
- População.

Na atração:

- Área destinada à indústria, comércio e outros;
- Número de empregos;
- Matrículas escolares.

De acordo com ORTÚZAR e WILLUMSEN (2001), várias técnicas foram propostas para modelar a geração de viagens desde o início da década de 50. Entre essas

técnicas, podem ser citados os modelos de fator de crescimento, taxas de viagens, de classificação cruzada, escolha discreta e os de regressão linear.

Fator de crescimento: O método consiste em estimar para cada zona um fator que explica o crescimento de viagens futuras, fator esse formado pelo cociente do produto de variáveis que influenciam a geração de viagens. De posse do fator de crescimento, encontra-se o número de viagens futuras para cada zona multiplicando o fator estimado pelo número de viagens atuais.

Taxas de viagens: Esse método consiste em relacionar dados do estudo do tráfego (viagens) com dados do uso do solo, assim estabelece uma taxa média de geração (produção e atração) de viagens para os principais usos do solo para cada zona de viagem. Segundo BRUTON (1975), esse método foi aplicado nos primeiros estudos feitos na área de transportes para estimar o crescimento de viagens em uma determinada zona de tráfego.

Classificação cruzada: Esse método consiste em classificar os dados das unidades domiciliares em subgrupos homogêneos formados por mais de uma variável, cada uma delas subdivididas em níveis. Para cada subgrupo será estimada uma taxa média de geração de viagens. Esse método é baseado na hipótese de que as taxas de geração de viagens para os diversos subgrupos permanecerão constantes no futuro, BRUTON (1975). Conhecendo-se o número de domicílios e a taxa média de geração para cada subgrupo, podem ser obtidas estimativas da geração de viagens futura multiplicando-se a taxa média de geração de cada subgrupo pelo seu respectivo número de domicílios. Segundo BRUTON (1975), a deficiência do método está na ausência de meios para testar a significância estatística das variáveis escolhidas para representar as viagens.

Regressão: É uma técnica estatística utilizada para prever o número de viagens (variável dependente) em função das características dos solos e da população (variável independente). Essa técnica consiste em, com base em dados atuais sobre viagens, população e uso do solo, encontrar uma equação que explique a geração de viagens. Essa equação pode ser encontrada usando-se um programa computacional de análise de regressão pelo método *stepwise*. Isso não impede que

o bom senso e a análise crítica do analista interfira na escolha das variáveis dependentes. Encontrada a equação que melhor explica o número de viagens, estimam-se os valores das variáveis independentes para o horizonte de estudo futuro, e substituem-se os respectivos valores na equação prevendo, assim, o número de viagens futuras geradas por zona.

Escolha discreta: baseada em teorias comportamentais, não constitui analogia física de nenhum tipo e utiliza-se de dados individuais por indivíduo ou domicílios para estimar a probabilidade de um indivíduo fazer uma viagem.

2.2.1.2 MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS

Os modelos de distribuição de viagens determinam o número de viagens realizadas entre as zonas de tráfego, sem se preocupar com o meio de transporte e rotas utilizadas, distribuindo o total das projeções de viagens produzidas e atraídas de uma zona de tráfego com as demais zonas, criando uma matriz O-D de viagens futuras. Para GONÇALVES e CURSI (1997), os modelos de distribuição entre localidades é de importância fundamental para o planejamento estratégico de um sistema de transportes.

De acordo com BRUTON (1975), os modelos de distribuição se enquadram em dois grupos principais:

- **Modelos com fatores de crescimento:** Modelos que se baseiam na suposição de que usando fator de crescimento estimado, que pode ser simples ou uma combinação de vários fatores, de uso do solo e de geração de viagens aplicados aos movimentos interzonais atuais, pode-se projetar uma matriz O-D no futuro. Segundo KAWAMOTO (1999), os modelos do fator de crescimento não seriam recomendáveis para previsão a longo prazo, mas para curto prazo os erros não diferem muito dos modelos mais sofisticados.
- **Modelos sintéticos:** Segundo KAWAMOTO (1999), o que deve preocupar na etapa de distribuição de viagens é, em primeiro lugar, entender os fatores

(variáveis) que influem no volume de viagens que ocorrem para cada destino. Em segundo lugar, se quer saber qual a relação entre as variáveis influentes e a distribuição. Os modelos de fator de crescimento não têm esse poder explicativo. Segundo BRUTON (1975), muitos trabalhos de pesquisa se concentram tanto no melhoramento das técnicas dos fatores de crescimento, assim como no desenvolvimento de métodos alternativos. E a alternativa encontrada de maior sucesso é o método sintético.

Os métodos sintéticos são baseados nas seguintes suposições:

- “Antes que os padrões de viagens futuras possam ser previstos, devem-se entender os fatos que causam os movimentos”;
- “As relações causais que fornecem os padrões de movimentos podem ser melhor entendidas se elas forem consideradas semelhantes a certas leis do comportamento físico”.

Neste trabalho serão abordados somente os modelos sintéticos por serem mais precisos. Os métodos sintéticos mais utilizados são:

2.2.1.2.1 MODELO GRAVITACIONAL

Modelo gravitacional recebe esse nome por ser baseado numa analogia da lei gravitacional sugerida por Newton em 1686. Assim como a atração entre dois corpos é diretamente proporcional à massa dos corpos e inversamente proporcional à distância entre eles, o modelo gravitacional supõe, segundo BRUTON (1975), que as viagens entre zonas são diretamente proporcionais à atração de cada zona e inversamente proporcional a uma função de separação espacial entre zonas, essa função de separação pode ser, distância custo da viagem, tempo da viagem ou a combinação delas.

Segundo BRUTON (1975), na tentativa de entender e analisar o padrão das áreas de comércio varejista associadas a diferentes cidades, em 1929 W.J. Reilly desenvolveu um modelo gravitacional. Sua lei afirmava que:” Duas cidades atraem o comércio varejista, principalmente mercadoria de consumo, de uma cidade

intermediária ... aproximadamente na proporção direta da população das duas cidades e na proporção inversa do quadrado da distância dessas duas cidades à cidade intermediária.” .

A adaptação feita em 1955 por H.J. Casey Jr. na Lei de Reilly foi a primeira aplicação real da técnica do modelo gravitacional ao planejamento dos transportes, em que Casey atribui qualquer número de cidades às compras de quaisquer cidades intermediárias. Ou seja “as compras dos residentes de uma vizinhança são atraídas aos centros varejistas na proporção direta do tamanho dos centros e, inversamente , ao quadrado do tempo de viagem da vizinhança ao centro varejista” (BRUTON - 1975).

Segundo BRUTON (1975), o grande salto ao modelo deu-se na década de 50, quando Voorhees mostrou que a medida de atratividade de uma zona e o expoente do fator distância variam com o propósito da viagem.

Posteriormente a distância como medida de resistência, a viagem foi considerada uma medida insatisfatória e muitas pesquisas foram realizadas nos EUA e na Grã-Bretanha a fim de encontrar uma medida de distância (separação) espacial que melhor representasse a troca de viagens. Concluíram que a medida de separação poderia ser melhor representada por uma função decrescente de distância, tempo de viagem ou custo entre zonas, essa função recebe o nome de função de impedância, porque ela representa um obstáculo que desencoraja a viagem. As versões normalmente usadas para esta função, segundo CALIPER (2005), são:

$$f(c_{ij}) = \exp(-\beta c_{ij}) \quad \text{função exponencial negativa}$$

$$f(c_{ij}) = c_{ij}^{-n} \quad \text{função potência inversa}$$

$$f(c_{ij}) = c_{ij}^n \exp(-\beta c_{ij}) \quad \text{função combinada}$$

Levando-se em consideração todas essas evoluções do modelo gravitacional, chega-se à seguinte formulação matemática do modelo gravitacional atual dado por PAPACOSTAS e PREVEDOUROS (2000):

$$V_{ij} = P_i \left[\frac{K_{ij} A_j f c_{ij}}{\sum_x K_{ix} A_j f c_{ij}} \right] \quad (2.1)$$

Onde:

V_{ij} : Número de viagens com origem em i e destino em j ;

P_i : Número de viagens produzidas na zona i ;

A_j : Número de viagens atraídas na zona j ;

K_{ij} : fator socioeconômico k entre as zonas i e j ;

C_{ij} : impedância entre as zonas i e j ;

$f(C_{ij})$: função de impedância entre as zonas i e j .

2.2.1.2.2 MÉTODO DO CAMPO ELETROSTÁTICO

Esse modelo foi desenvolvido inicialmente por Howe, baseado na lei da força eletrostática de Coulomb para distribuir os movimentos individuais. Segundo MELO (1975), o autor desse modelo acredita que ele seja útil para a previsão de qualquer tipo de movimento.

“Dada uma distribuição inicial de unidades de carga negativa, correspondendo aos centros de residência e as distribuições de centros de carga positiva, representando os locais de empregos com magnitudes que igualam o número de pessoas empregadas, a probabilidade dos movimentos entre locais de residências e de trabalho pode ser vista tendo como base a teoria do campo eletrostático”(HOME *apud* BRUTON 1975).

De acordo com MELO (1975), a aplicação requer as seguintes hipóteses:

I) A região analisada deve ser delimitada com precisão.

II) Todo trabalhador da região deve ir trabalhar diariamente.

III) Os movimentos entre dois lugares variam com o uso da terra, porém independem do modo de viagem. O modelo deve ser aplicado à movimentação de pessoas e não à de veículos.

IV) Todos os locais de trabalho possuem uma hierarquia de empregos, variando de trabalhadores comuns até presidentes das empresas.

V) A separação entre os centros residenciais e os centros de trabalho pode ser medida como distância em linha reta entre eles.

VI) Os centros residenciais, de emprego, de recreação etc. são considerados não competitivos na atração de viagens, e são tratados como cargas positivas.

VII) As pessoas são consideradas elétrons. Dada uma distribuição dessas cargas negativas, nos centros residenciais, elas se moverão para os centros de carga positiva como os de empregos, por exemplo.

As equações do modelo são:

$$V_{P_i Q_j} = \frac{\frac{Q_j}{D_{ij}} P_i}{\sum_{j=1}^m \frac{Q_j}{D_{ij}}} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.2)$$

$$V_{Q_j P_i} = \frac{\frac{P_i}{D_{ij}} Q_j}{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{D_{ij}}} \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (2.3)$$

Onde:

$V_{P_i Q_j}$: probabilidade de movimento da zona **i** para zona **j**;

$V_{Q_j P_i}$: probabilidade de movimento da zona **j** para zona **i**;

P_i : números de trabalhadores que moram na zona **i**;

Q_j : número de empregos na zona **j**;

D_{ij} : distância em linha reta entre as zonas **i** e **j**.

Como a equação (2.2) garante que o número correto de trabalhadores é retirado de cada zona residencial, enquanto a equação (2.3) garante que número correto de trabalhadores é alocado em uma zona de emprego. As duas equações separadamente fornecem diferentes conjuntos de viagens, e para obter um único valor, deve-se aplicar o processo de balanceamento, usando fatores de balanceamento. Howe propõe dois processos, segundo MELO (1975): Cálculo por alocações parciais sucessivas e cálculo por fatores de correção.

2.2.1.2.3. MÉTODO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA

O método de regressão múltipla consiste em encontrar a melhor equação que utiliza dados do uso do solo, de origem-destino, variáveis socioeconômicas e do sistema de transportes que melhor explica a distribuição das viagens.

Um formato típico de um modelo de regressão para distribuição de viagens tem a seguinte forma:

$$V_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_k x_k \quad (2.4)$$

Onde:

V_{ij} : viagens da zona **i** para zona **j**;

$\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k$ são os parâmetros a serem estimados;

x_1, x_2, \dots, x_k , são variáveis socioeconômicas, uso do solo e do sistema de transportes que explicam as viagens de origem em **i** e destino em **j**.

2.2.1.2.4. MÉTODO DE OPORTUNIDADE

O método de oportunidade, que introduz a teoria da probabilidade como fundamentação teórica para a distribuição de viagens, foi desenvolvido na década de 40 nas pesquisas realizadas em estudos de transportes de Chicago, Pittsburgh e Penn-Jersey, segundo BRUTON (1975).

Os métodos de oportunidade são divididos em dois modelos:

- Modelos de interposição de oportunidades;
- Modelos de competição de oportunidades.

A fórmula geral de representação é dada por:

$$T_{ij} = T_i \cdot P_j \quad (2.5)$$

Onde:

T_{ij} : número de viagens, em um sentido, da zona **i** a zona **j**;

T_i : número total de viagens originadas na zona i;

P_j : probabilidade de uma viagem terminar na zona j.

A diferença entre os dois métodos dos modelos de oportunidade está no modo em que a função de probabilidade P_j é calculada.

Os modelos de oportunidades apresentam a vantagem de responder às políticas implantadas; sua formulação tem uma base conceitual forte, desde que seja dirigida aos interesses individuais; podem ser calibrados usando técnicas estatísticas bem estabelecidas, segundo FERREIRA (1999).

Modelo de interposição de oportunidade: Segundo BRUTON (1975), esse modelo foi desenvolvido para o estudo de transportes da área de Chicago e foi o primeiro método a usar a função de probabilidade para descrever a distribuição de viagens em uma área urbana. A suposição do modelo é que “dentro de uma área urbana todas as viagens se manterão tão curtas quanto possível, aumentando de comprimento somente se elas não puderem achar um destino aceitável em uma distância menor”. Em outras palavras, “a tendência da viagem é de ser tão curta quanto possível mas seu comportamento é ditado pela probabilidade de determinar em qualquer destino que encontre – não é sempre possível terminar no destino mais próximo; deve-se considerar um destino alternativo e, se este não é aceitável, considera-se um outro próximo a esse e assim por diante”.

Para STOUFFER (1940) apud FERREIRA (1999), o movimento de pessoas no espaço é um assunto básico da investigação sociológica e assume que não existe uma relação entre a mobilidade e a distância. Stouffer verificou que o número de pessoas que se deslocam a uma certa distância é diretamente proporcional ao número de oportunidades oferecidas àquela distância e inversamente proporcional ao número de oportunidades geograficamente intermediárias.

Modelo de competição de oportunidade: Esse método envolve a aplicação direta da teoria da probabilidade, combinada com certos aspectos dos modelos gravitacional e Fratar. Foi usado para analisar os dados coletados nos estudos de transportes de Penn-Jersey, segundo BRUTON (1975).

A função de probabilidade desse modelo, conhecida como probabilidade corrigida de se terminar a viagem, é o produto de duas probabilidades independentes - a probabilidade da atração e a probabilidade da satisfação.

Sua forma básica é dada por:

$$T_{ij} = T_i \cdot P_j' \quad (2.6)$$

Onde:

T_{ij} : número de viagens, em um sentido, da zona **i** a zona **j**;

T_i : número total de viagens originadas na zona **i**;

P_j' : probabilidade corrigida de se terminar a viagem na zona **j**.

2.2.1.2.5. MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR

A programação linear é uma técnica empregada para otimização, determina a atribuição ótima de recursos para alcançar determinados objetivos minimizando ou maximizando uma função linear (função objetiva), sujeita a algumas restrições. De acordo com BRUTON (1975), a programação linear tem sido usada como um método de distribuição de viagens.

Para resolver o problema da distribuição de viagens com **m** origens e **n** destinos, é necessário que se minimize a seguinte função:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij} \quad (2.7)$$

Sujeita a restrições

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = O_i \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = D_j \quad (j = 1, \dots, n)$$

Onde:

X_{ij} : valores das transferências interzonais (a serem determinados pelo modelo);

C_{ij} : Custo de se fazer a viagem, isto é, distância entre os centróides das zonas;

Z : valor da função linear das variáveis a ser minimizado;

O_i : total de viagens produzidas em i ;

D_j : total de viagens atraídas por j .

Segundo BRUTON (1975), a programação linear é um método promissor para aplicações futuras, especialmente em situações onde se deseja uma verificação rápida e barata dos padrões de movimentos futuros.

2.2.1.3 MODELOS DE DIVISÃO MODAL

De acordo com FERRAS e TORRES (2001), os modos de transporte urbano de passageiros podem ser classificados em três grandes grupos:

- **Privado ou individual:** Veículos conduzidos por um dos usuários, que escolhe livremente o caminho e o horário de partida. Com transporte feito de porta a porta e capacidade pequena.
- **Público, coletivo ou de massa:** veículo pertence a uma empresa e operam em rotas pré-definidas e horários fixos, não sendo o transporte de porta a porta, com capacidade grande, sendo a viagem compartilhada por um grande número de passageiros.
- **Semipúblico:** veículos pertencem a uma empresa ou indivíduo e podem ser utilizados por determinado grupo de indivíduos ou qualquer pessoa, tendo rotas e horários adaptáveis aos desejos dos usuários em vários graus.

Segundo MELLO (1975), a divisão modal é a alocação das viagens pelos diferentes meios de transporte. Assim o objetivo dos modelos de divisão modal é alocar as viagens por diferentes meios de transportes (modo).

Dessa forma, segundo (CALIPER,1996), os modelos de escolha modal são usados para analisar e prever as escolhas que indivíduos ou grupos de indivíduos fazem selecionando os modos de transportes.

De acordo com BRUTON (1975), os modelos de divisão modal classificam-se em duas categorias de modelos:

- **Modelos de pré-distribuição:** modelos realizados antes da etapa de distribuição das viagens.
- **Modelos pós-distribuição:** modelos realizados após a distribuição de viagens.

Segundo HUTCHINSON (1979), a suposição básica dos modelos de pré-distribuição é que a clientela de transporte é relativamente insensível às características de serviço das modalidades de transportes. Os primeiros modelos de divisão modal pré-distribuição foram empregados nos EUA por eles considerarem as características dos viajantes como um fator principal na determinação da escolha modal. Como exemplo, tem-se o modelo no estudo de transporte na área de Chicago. Os modelos de pós-distribuição, em sua maioria, incorporam medidas das características do serviço das modalidades competitivas e as medidas socioeconômicas dos viajantes.

De acordo com BRUTON (1975), os fatores que influenciam a escolha modal são três:

- **Características da viagem a ser feita:** distância a ser percorrida, hora do dia em que a viagem é feita, propósito da viagem.
- **Características da pessoa efetuando a viagem:** nível social, renda, propriedade de veículo;
- **Características do sistema de transportes:** tempo de viagem envolvido, custo, acessibilidade, conforto.

Essas são as variáveis independentes que podem ser incluídas no modelo. A variável dependente pode ser a percentagem, fração ou a razão de viagens esperadas para cada modo em estudo.

Segundo CAMPOS (1999), os modelos de divisão modal também podem ser classificados em:

- **Determinísticos:** modelos que utilizam métodos quantitativos como regressão linear, classificação cruzada ou curvas de desvio para determinar a proporção de viagens para cada modo.
- **Probabilísticos:** modelos que utilizam a probabilidade de escolha de cada modo para relacionar a percentagem de viagens para seus respectivos modos. Os modelos mais utilizados são: Logit binomial e Logit multinomial.

2.2.2 MODELOS DE DEMANDA DE VIAGENS DIRETOS OU SIMULTÂNEOS

Segundo PAPACOSTAS e PREVEDOUROS (2000), um indivíduo faz escolhas simultaneamente, em vez de viajar em uma sequência de passos discretos e o modelo de demanda deve refletir esse comportamento.

Os modelos de demanda diretos ou simultâneos são modelos que em uma única equação realizam mais de uma das etapas do modelo sequencial; um exemplo de modelo direto é um cuja resposta seja o número de viagens realizadas da origem *i* para o destino *j* por um modo *m*.

Segundo KAWAMOTO (1999), as especificações mais comuns de modelos diretos ou simultâneos, utilizando a notação desta dissertação, são as seguintes:

$$V_{ijm}^p = \alpha \cdot X_1^{\beta_1} \cdot X_2^{\beta_2} \cdot X_3^{\beta_3} \cdot X_4^{\beta_4} \dots \quad (2.8)$$

$$V_{ijm}^p = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots \quad (2.9)$$

$$V_{ijm}^p = \alpha \cdot X_1^{\beta_1} \cdot X_2^{\beta_2} \cdot X_3^{\beta_3} \cdot \dots \cdot X_k^{\beta_k} e^{\theta_0 + \theta_1 \cdot X_p + \theta_2 \cdot X_q + \dots} \quad (2.10)$$

Onde:

V_{ijm}^p : volume de viagens com origem em *i* destino em *j* por modo *m* e propósito *p*;

X_i : variáveis explicativas do modelo;

As letras gregas são os parâmetros do modelo a serem calibrados.

São apresentados a seguir três modelos diretos de demanda de viagens que realizam as três primeiras etapas do modelo sequencial.

MELLO (1975) apresentou o Modelo de Kraft, desenvolvido para analisar a demanda por transportes no corredor Boston-Washington (USA) para os transportes por trem, ônibus, avião e carro particular, entre Boston e Washington. É expresso por:

$$V_{ij}^m = a_m \cdot p_i^m \cdot p_j^{b_{m,m}} \cdot p_{i,j}^{b_{m,n}} \cdot t_{i,j}^m \cdot t_{i,j}^{c_{m,m}} \cdot t_{i,j}^{c_{m,n}} \cdot p_i p_j^{d_m} \cdot Y_i^{l_m} \quad (2.11)$$

Onde:

V_{ij}^m : é a demanda pelo modo **m** entre as zonas **i** e **j**;

a_m : constante numérica;

$b_{m,m}$: porcentagem de mudança na demanda pelo meio de transporte **m**, quando se modifica em 1% o seu preço de viagem;

$b_{m,n}$: porcentagem de mudança na demanda pelo meio de transporte **m**, quando se modifica em 1% o preço de viagem pelo meio **n**;

$c_{m,m}$: porcentagem de mudança na demanda pelo meio de transporte **m**, quando se modifica 1% no tempo de viagem pelo modo **m**;

$c_{m,n}$: porcentagem de mudança na demanda pelo modo **m**, quando se modifica 1% no tempo de viagem pelo modo **n**;

d_m : porcentagem de modificação na demanda pelo meio de transporte **m**, em relação à modificação de 1% no produto das populações das cidades de origem e destino (**i** e **j**);

l_m : porcentagem de modificação na demanda pelo meio de transporte **m**, em relação à modificação de 1% na renda da localidade de origem **i**.

PAPACOSTA e PREVEDOUROS (2000) apresentou o modelo de Quandt e Baumol, o qual modela a demanda de viagens interurbanas empregando variáveis do uso do solo, variáveis socioeconômicas e variáveis do sistema de transportes. Esse modelo estima a demanda de viagem da origem **i** para o destino **j** pelo modo **m**, ou seja, esse modelo é um modelo direto que modela a geração de viagem, distribuição de

viagens e escolha modal. Usando a notação desta dissertação, o modelo é expresso por:

$$V_{ijm} = a_0 P_i^{a_1} P_j^{a_2} C_{ij*}^{a_3} \left(\frac{C_{ijm}}{C_{ij*}} \right)^{a_4} H_{ij*}^{a_5} \left(\frac{H_{ijm}}{H_{ij*}} \right)^{a_6} \left(\frac{D_{ijm}}{D_{ij*}} \right)^{a_7} Y_{ij}^{a_8} \quad (2.12)$$

Onde:

V_{ijm} : quantidade de viagem da zona **i** para zona **j** pelo modo **m**;

$P_i P_j$: população de **i** e **j**;

C_{ij*} : menor custo de viagem entre a zona **i** e **j**;

C_{ijm} : custo via modo **m**;

H_{ij*} : menor tempo de viagem entre a zona **i** e **j**;

H_{ijm} : tempo de viagem via modo **m**.

D_{ij*} : frequência de partida do modo mais frequente;

D_{ijm} : frequência de partida do modo;

Y_{ij} : Renda média ponderada de **i** e **j**;

a_0, \dots, a_8 : parâmetros a serem calibrados.

MEYER, STRASZHEIM (1972) apresentou outro modelo de demanda de viagem direto, modelo este que foi desenvolvido para aplicação no Corredor Nordeste dos Estados Unidos, área da costa do Atlântico entre Boston e Washington.

$$\log D_{ijm}^p = \log K_{mp} + e_m \log E_i E_j + \sum_{q=1}^4 P_{mp}^q \cdot \log P_{ij}^{qp} + \sum_{q=1}^4 t_{mp}^q \log T_{ij}^{qp} + Y_{mp} \log Y_i + a_{mp} \cdot \log A_j \quad (2.13)$$

Onde:

D_{ijm}^p : número de viagens da cidade **i** para a **j** via modo **m** e propósito **p**;

K_{mp} : Uma constante de demanda do modelo para o modo **m** e propósito **p**;

e_m : A elasticidade da demanda de viagens via modo **m** para negócio ponderada em relação ao produto de emprego;

E_i, E_j : O emprego na cidade **i** e **j** respectivamente, ponderada por viagens por emprego;

P_{mp}^q : A elasticidade da demanda de viagens via modo **m** propósito **p** em relação ao preço das viagens via modo **q** para o propósito **p**;

P_{ij}^{qp} : O custo da viagem entre as cidades **i** e **j** através modo **q** para propósito **p**;

t_{mp}^q : A elasticidade da demanda de viagens via modo **m** propósito **p** em relação ao tempo de viagem via modo **q** para propósito **p**;

T_{ij}^{qp} : O tempo de viagem entre as cidades **i** e **j** através de modo **q** para o propósito **p**.

Y_{mp} : A elasticidade da demanda de viagens via modo **m** propósito **p** em relação a renda per capita;

Y_i : Renda per capita da cidade **i**;

a_{mp} : A elasticidade da demanda de viagens através do modo **m** propósito **p** com relação a atratividade da cidade destino;

A_j : atratividade da cidade **j**.

2.2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODELOS DIRETOS E SEQUENCIAIS

Como já foi visto, a estrutura do modelo de quatro etapas é tratada em etapas separadas uma das outras com o intuito de simplificar a modelagem, sendo cada etapa base para a etapa posterior, assim erros ocasionados nas primeiras etapas se propagarão em etapas subsequentes e isso, segundo OPPENHEIM (1995), é uma falha do modelo de quatro etapas.

Conforme já comentado anteriormente, a sequência mais comum no modelo de quatro etapas é geração de viagens, distribuição, divisão modal e a alocação, mas não são as únicas possíveis. Alguns estudos põem a divisão modal antes de distribuição de viagens e imediatamente depois da (ou com a) geração de viagens, tendo cada uma suas vantagens e desvantagens, sendo a sequência do modelo, pode não representar fielmente o comportamento dos usuários.

Outra desvantagem do modelo sequencial está em tratar as etapas como decisões independentemente, sendo que elas são dependentes, ou seja, o modo a ser utilizado pelo usuário pode depender do propósito ou destino da viagem e vice-versa.

Todas essas desvantagens podem comprometer a qualidade do modelo. Talvez uma aproximação melhor seria executar a distribuição e escolha de modo simultaneamente, ou seja, fazer a modelagem da demanda por um modelo direto.

Uma desvantagem dos modelos diretos, segundo Anderson *et al* (2006), está na dificuldade em obter variáveis suficientes para uma rigorosa calibração, pois nos modelos diretos uma das maneiras de identificar uma determinada categoria de viagem é por meio de uma variável derivada, sendo às vezes difícil encontrar variáveis derivadas que sejam explicativas e não se correlacionem com outras variáveis explicativas. Uma solução para essa dificuldade seria a utilização de variável *dummy* para classificar categorias de viagens.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DE REGRESSÃO

3.1 INTRODUÇÃO

Em muitas pesquisas o interesse é estabelecer as relações entre duas ou mais variáveis, ou seja, encontrar um modelo que possa prever o valor de uma variável (variável resposta), conhecidos os valores de outras variáveis (variáveis regressoras ou independentes).

Raramente é possível prever uma quantidade exatamente em termos de outra(s). Na maioria dos casos, deve-se contentar com a predição de médias ou valores esperados. A técnica estatística utilizada para a predição do valor médio de uma variável em termos do(s) valor(es) conhecido(s) de outra(s) variável(eis), ou seja, para modelar e investigar a relação entre duas ou mais variáveis é a análise de regressão.

A relação entre as variáveis respostas e regressoras é caracterizada por um modelo matemático chamado modelo de regressão. Esse modelo de regressão é ajustado a um conjunto de dados (amostra).

Quanto aos tipos de modelos de regressão, eles podem ser classificados em:

- **modelos de regressão linear:** são os modelos em que os parâmetros são expressos em termos lineares;
- **modelos de regressão não linear:** são os modelos em que os parâmetros não são expressos em termos lineares.

Dependendo do número de variáveis regressoras ou independentes, o modelo de regressão linear pode ser classificado em:

- > **modelo de regressão linear simples:** modelo com apenas uma variável regressora;
- > **modelo de regressão linear múltipla:** modelo com mais de uma variável regressora.

3.2 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

O modelo de regressão linear simples é caso particular onde é suposto que a relação verdadeira entre Y (variável resposta) e x (variável regressora) seja uma linha reta e que a observação y em cada nível de x seja uma variável aleatória. Dessa forma é razoável considerar que valor esperado de Y em um dado nível de x esteja relacionada a x pela seguinte relação linear:

$$E(Y / x) = \alpha_0 + \alpha_1 x \quad (3.1)$$

onde, α_0 é o intercepto- y e α_1 é o coeficiente angular da reta (ou seja, a variação de y que acompanha um aumento de uma unidade em x).

Sendo a média de y uma função linear de x , o valor real observado, y , na maioria das vezes não cai exatamente na linha reta. O valor real de Y para um valor fixo de x é determinado pela função do valor médio (modelo linear) mais um termo de erro aleatório, com o valor real de y dado por :

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \varepsilon \quad (3.2)$$

onde ε é o termo do erro aleatório que obedece às seguintes suposições:

ε tem uma distribuição de probabilidade normal com média 0 e desvio padrão σ^2 constante, e ε são não correlacionados.

3.3 MODELO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA

Muitos fenômenos são explicados por mais de uma variável regressora, sendo modelo de regressão simples (MRS) não mais recomendado para explicar tal fenômeno. Em tal situação o modelo recomendado é o modelo de regressão múltipla. O modelo de regressão múltipla (MRM) é o modelo de regressão expresso por uma função com mais de uma variável explicativa ou uma função não linear de única variável com potências diferentes. Os modelos de regressão múltipla podem ser separados em dois tipos: linear (MRLM) e não linear (MRNLM).

3.4 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

O modelo de regressão linear múltipla é utilizado quando se supõe que a variável resposta y é explicada por mais de uma variável e a forma do modelo é do tipo linear, ou seja, os parâmetros do modelo estão na forma linear.

Abaixo serão apresentados alguns exemplos de modelos de regressão linear múltipla.

- **Modelo de hiperplano**

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_k x_k + \varepsilon \quad (3.3)$$

- **Modelo polinomial**

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \dots + \alpha_k x^k + \varepsilon \quad (3.4)$$

- **Modelo de k variáveis regressoras e interação**

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_k x_k + \alpha_{12} x_1 x_2 + \alpha_{13} x_1 x_3 \dots + \alpha_{k-1k} x_{k-1} x_k + \varepsilon \quad (3.5)$$

Onde:

x, x_1, \dots, x_k : variáveis regressoras X

$\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k$: coeficientes angulares

$\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k$: intercepto-y

ε : erro

Observe que o modelo polinomial pode ser escrito como um modelo hiperplano onde $x_i = x^i$, com $i = 1, 2, \dots, k$. Observe também que, se no modelo de k variáveis regressoras e interação for considerado que $x_1 x_2 = x_{k+1}$, $x_1 x_3 = x_{k+2} + \dots + x_{k-1} x_k = x_{k+C_2^k}$, o modelo com interação também pode ser escrito como o modelo de hiperplano. Como os outros dois tipos de modelos de regressão linear múltipla podem ser escritos como modelo hiperplano, todo estudo será feito com base no modelo hiperplano.

3.5 MÉTODOS DOS MÍNIMOS QUADRADOS

Determinar a equação da reta ou do plano que constitua o melhor ajuste aos dados e conseqüentemente venha a dar as melhores predições possíveis de Y com base nas variáveis explicativas X(s).

Para um determinado conjunto de dados, podem ser traçadas inúmeras linhas retas ou planos. Algumas dessas retas ou planos terão um mal ajuste aos dados, outras um ajuste razoável, o problema da regressão linear é encontrar a reta ou plano que melhor se ajuste aos dados. Um critério usado para determinar a reta ou plano de melhor ajuste é chamado método dos mínimos quadrados, proposto pelo cientista alemão Karl Gauss (1777-1855), que consiste em estimar os parâmetros $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_k$ no modelo (3.3) que minimize a soma dos erros quadrados, ou seja, minimize a função $S(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2} - \dots - \beta_k x_{ik})^2$ denominada função de mínimos quadrados, em relação aos parâmetros $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$. Pelo cálculo, os valores de $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ devem satisfazer:

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_i} = 0, \quad \forall i = 0, 1, \dots, K$$

Derivando e igualando a zero a função de mínimos quadrados, chega-se a um sistema de equações normais do seguinte tipo

$$\begin{aligned} n\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{ik} &= \sum_{i=1}^n y_i \\ \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i1} x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{i1} x_{ik} &= \sum_{i=1}^n x_{i1} y_i \\ \vdots & \\ \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{ik} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{ik} x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{ik} x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 &= \sum_{i=1}^n x_{ik} y_i \end{aligned}$$

A resolução da equação normal levará aos estimadores de mínimos quadrados $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$.

3.6 COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R^2

Pode ser visto e provado em livros textos de regressão linear que a variação da variável resposta (Y) em torno da sua média $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = SQT$ pode ser expressa pela soma da variação de Y em torno do modelo estimado $\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = SQE$ mais a variação do modelo estimado em torno da média de Y. $\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 = SQR$, ou seja, $SQT = SQE + SQR$ (3.6).

Pela equação (3.6) temos que $SQT = SQE + SQR$

O modelo ideal é o modelo em que todos os pontos observados pertencem ao modelo, caso difícil de ocorrer na prática, assim $SQR = SQT$, e o quociente $\frac{SQR}{SQT}$, valor máximo, pois quanto menor for o valor de SQE, melhor será o ajuste do modelo e o quociente $\frac{SQR}{SQT}$ ficará mais próximo da unidade (1). Assim esse quociente, determinado quociente de determinação (R^2), é um bom medidor de ajuste do modelo.

$R^2 = \frac{SQR}{SQT}$. O quociente de determinação R^2 indica a porcentagem de dados explicados pelo modelo.

3.7 MULTICOLINEARIEDADE

A multicolineariedade é a presença de correlação entre as variáveis regressoras, por MONTGOMERY E RUNGER (2003), a presença de multicolineariedade no modelo afeta a estimativa dos coeficientes de regressão, originando estimadores não confiáveis, e a aplicabilidade geral do modelo estimado. Uma das formas de se detectar a multicolineariedade é através da construção da matriz de correlação entre as variáveis regressoras, e uma das duas variáveis regressoras correlacionadas é eliminada do modelo.

3.8 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS REGRESSORAS NA REGRESSÃO MÚLTIPLA

A etapa de seleção de variáveis consiste em selecionar as variáveis que devem ser incorporadas ao modelo a partir de um conjunto que inclua todas as variáveis importantes, ou seja, selecionar entre as variáveis candidatas aquelas que tenham o melhor subconjunto de regressores.

Existem técnicas estatísticas para essa seleção, mas é claro que a interação técnica e o bom senso do analista resultará na seleção das melhores variáveis.

Para o efeito de menor custo de manutenção e mais facilidade no uso dos modelos, recomenda-se que utilize o menor número possível de variáveis regressoras sem prejudicar a qualidade do modelo.

De acordo com FREIRE (1999), existem vários métodos para a seleção de um subconjunto de variáveis regressoras que explicam melhor a variável resposta:

- Método de todas as regressões possíveis

Método que consiste em ajustar todos os modelos possíveis para k variáveis regressoras serem ajustados num total de 2^k modelos, que por um dado critério são comparados e o melhor é selecionado. Esse método não é viável quando a quantidade de variáveis regressoras for muito alta.

- Método “passo a frente” (*forward*),

Inicia-se esse método utilizando um modelo de regressão linear simples, onde a variável regressora é a variável de maior coeficiente de correlação com a variável resposta. Uma segunda variável é incorporada ao modelo, e o atual modelo é comparado com o anterior. Se de acordo com certo critério o modelo atual apresentar melhor desempenho, a correspondente variável é incorporada ao modelo. Etapas se sucedem até quando a inclusão de variáveis não é mais necessária, sendo o modelo definido pelas variáveis selecionadas.

- Método “passo atrás” (*backward*)

Inicia-se esse método com um modelo de regressão linear múltiplo com todas as variáveis regressoras, é investigada a contribuição individual de cada variável

regressora e a de menor contribuição é eliminada, caso não atenda a um certo critério exigido. Etapas se sucedem até quando a exclusão de variáveis não é mais necessária, e as variáveis restantes definem o modelo.

- Método “passo a passo” (*stepwise*),

Esse método utiliza o método de passo a frente e o método de passo atrás. Após a etapa de incorporação de uma variável, uma das variáveis já selecionada pode ser eliminada. O processo de eliminação e incorporação de variáveis é realizado conforme os métodos de passo atrás e passo a frente. O procedimento termina quando nenhuma variável é incluída ou descartada.

3.9 MODELOS DE REGRESSÃO NÃO LINEAR

Certos fenômenos não conseguem ser explicados por modelos de regressão do tipo linear, neste caso os fenômenos são expressos por modelos de regressão do tipo não linear. Os modelos de regressão não linear são os modelos onde os parâmetros do modelo não são expressos na forma linear. Nesse trabalho, será dada ênfase somente a modelos do tipo linear.

CAPÍTULO 4

VARIÁVEL *DUMMY*

4.1 INTRODUÇÃO

Ao se trabalhar com modelos de regressão, pode ser necessário que uma ou mais variáveis nominais (categóricas) devam ser incorporadas ao modelo. Para introduzir variáveis categóricas no modelo é preciso que sejam criadas uma ou mais variáveis assumindo valores numéricos, que representem as categorias da variável categórica considerada. Essas variáveis criadas são chamadas variáveis *dummies*. Um exemplo de variável nominal é o modo de viagem que tem, por exemplo, três categorias: automóvel, ônibus e trem).

Para uma variável nominal A com k categorias (A_1, A_2, \dots, A_k) ser representada em um modelo é preciso ser criada $(K-1)$ variáveis D_1, D_2, \dots, D_{K-1} , assumindo quaisquer dois valores numéricos distintos, que neste capítulo será considerada por conveniência os valores 0 e 1, de forma que, para $i = 1, 2, \dots, k-1$ tenha-se;

$$D_i = \begin{cases} 1, & \text{se a unidade amostral considerada pertence a categoria } A_i \\ 0, & \text{se a unidade amostral considerada não pertence a categoria } A_i, \end{cases}$$

O esquema para representar uma variável nominal com k categorias utilizando variáveis *dummies* pode ser feito de acordo com o quadro 4.1.1:

Quadro 4.1.1: representação de uma variável nominal com k categorias utilizando variáveis *dummies*.

Variáveis Dummies				Categoria
D_1	D_2	\dots	D_{k-1}	
1	0	\dots	0	A_1
0	1	\dots	0	A_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
0	0	\dots	1	A_{k-1}
0	0	\dots	0	A_k

Exemplo 4.1: Considere a variável modo de transportes assumindo os modos de viagem (categorias): automóvel, ônibus e trem. Como foram considerados três modos, criam-se duas variáveis *dummies* M_1 e M_2 , onde M_1 recebe 1 se a unidade amostral considerada pertence ao modo automóvel e recebe 0 se a unidade amostral considerada não pertence ao modo automóvel. M_2 recebe 1 se a unidade amostral considerada pertence ao modo ônibus e recebe 0 se a unidade amostral considerada não pertence ao modo ônibus. E a representação das variáveis *dummies* fica conforme o quadro 4.1.1.1.

Quadro 4.1.1.1: representação da variável modo de viagem com três categorias utilizando variáveis *dummies*.

Variáveis Dummies		Modo (Categorias)
M_1	M_2	
1	0	Automóvel
0	1	Ônibus
0	0	Trem

O esquema para representar duas variáveis nominais A e B com k e L categorias, respectivamente, utilizando variáveis *dummies* pode ser feito de acordo com o quadro 4.1.2.

Quadro 4.1.2: representação de duas variáveis nominais A e B com k e L categorias, respectivamente, utilizando variáveis *dummies*

Variáveis Dummies Nominal A				Variáveis Dummies Nominal B				Categoria
D_1	D_2	...	D_{k-1}	z_1	z_2	...	z_{L-1}	
1	0	...	0	1	0	...	0	$A_1 \in B_1$
1	0	...	0	0	1	...	0	$A_1 \in B_2$
...
1	0	...	0	0	0	...	1	$A_1 \in B_{L-1}$
1	0	...	0	0	0	...	0	$A_1 \in B_L$
0	1	...	0	1	0	...	0	$A_2 \in B_1$
0	1	...	0	0	1	...	0	$A_2 \in B_2$
...
0	1	...	0	0	0	...	1	$A_2 \in B_{L-1}$
0	1	...	0	0	0	...	0	$A_2 \in B_L$
...
0	0	...	1	1	0	...	0	$A_{k-1} \in B_1$
0	0	...	1	0	1	...	0	$A_{k-1} \in B_2$
...
0	0	...	1	0	0	...	1	$A_{k-1} \in B_{L-1}$
0	0	...	1	0	0	...	0	$A_{k-1} \in B_L$
0	0	...	0	1	0	...	0	$A_k \in B_1$
0	0	...	0	0	1	...	0	$A_k \in B_2$
...
0	0	...	0	0	0	...	1	$A_k \in B_{L-1}$
0	0	...	0	0	0	...	0	$A_k \in B_L$

Generalizando, se N variáveis nominais forem incluídas no modelo com a_1, a_2, \dots, a_n categorias, respectivamente, tem-se $\sum_{i=1}^N a_i - 1$ variáveis *dummies* e $\prod_{i=1}^N a_i$ combinações de categorias a serem estudadas.

Exemplo 4.2: Considere a variável modo de transportes assumindo os modos de viagem: automóvel, ônibus e trem, e outra variável nominal propósito de viagem assumindo os propósitos a trabalho, a estudo e outros.

Para a variável modo de viagem (M), criam-se duas variáveis *dummies* M_1 e M_2 ; para a variável propósito de viagem (P), criam-se também duas variáveis *dummies* P_1 e P_2 , pois existem três níveis (categorias) de propósito de viagem.

Onde:

M_1 recebe 1 se o modo de viagem é por automóvel e 0 caso contrário.

M_2 recebe 1 se o modo de viagem é por ônibus e 0 caso contrário.

P_1 recebe 1 se o propósito de viagem é a estudo e 0 caso contrário.

P_2 recebe 1 se o propósito de viagem é a trabalho e 0 caso contrário.

E a representação das duas variáveis nominais Modo e Propósito de viagens com três categorias cada, utilizando variáveis *dummies*, pode ser feito de acordo com o quadro 4.1.2.1.

Quadro 4.1.2.1: representação de duas variáveis nominais Modo e Propósito de viagem com três categorias cada, utilizando variáveis *dummies*

Modo de Viagem		Propósito de Viagem		Modo / Propósito Categorias
M_1	M_2	P_1	P_2	
1	0	1	0	Automóvel/Estudo
1	0	0	1	Automóvel/Trabalho
1	0	0	0	Automóvel/Outros
0	1	1	0	Ônibus/Estudo
0	1	0	1	Ônibus/Trabalho
0	1	0	0	Ônibus/Outros
0	0	1	0	Trêm/Estudo
0	0	0	1	Trêm/Trabalho
0	0	0	0	Trêm/Outros

Os modelos com a utilização de variáveis *dummies* podem ser de dois tipos: modelo simplificado e o modelo completo.

4.2 MODELO SIMPLIFICADO

Segundo FREIRE (1999), no modelo simplificado é suposto que as inclinações (coeficientes) para os modelos são todas iguais, e a diferença entre os modelos, se existir, estará somente nos interceptos. É formado por variáveis regressoras e variáveis *dummies*.

Considere um modelo com k variáveis regressoras e duas variáveis nominais com Z tendo r+1 e W tendo s+1 categorias, respectivamente.

Assim, o modelo simples terá a seguinte forma:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_kx_k + b_1z_1 + b_2z_2 + \dots + b_rz_r + c_1w_1 + c_2w_2 + \dots + c_sw_s + \varepsilon \quad (4.1)$$

Onde:

Y: variável resposta;

a_i : parâmetros a serem estimados, $i = 0, 1, \dots, k$;

x_i : variáveis regressoras, $i = 1, 2, \dots, k$;

b_i : parâmetros a serem estimados, $i = 1, 2, \dots, r$;

z_i : variáveis *dummies*, $i = 1, 2, \dots, r$;

c_i : parâmetros a serem estimados, $i = 1, 2, \dots, s$;

w_i : variáveis *dummies*, $i = 1, 2, \dots, s$

Para maior simplicidade, nessa definição serão consideradas variáveis *dummies* assumindo valores 0 e 1. Substituindo os valores das variáveis *dummies* no modelo simplificado (4.1), obtém-se um modelo para cada uma das combinações das categorias de Z e W, como é mostrado no quadro 4.2.1.

Quadro 4.2.1: Modelos individuais originados do modelo simples para cada combinação de categorias.

CATEGORIA	DUMMIES	MODELO
$Z_1 W_1$	$1, 0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0$	$Y = a_0 + b_1 + c_1 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_1 W_2$	$1, 0, \dots, 0, 0, 1, \dots, 0$	$Y = a_0 + b_1 + c_2 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
\vdots	\vdots	\vdots
$Z_1 W_S$	$1, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 1$	$Y = (a_0 + b_1 + c_s) + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_1 W_{S+1}$	$1, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 0$	$Y = (a_0 + b_1) + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_2 W_1$	$0, 1, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0$	$Y = a_0 + b_2 + c_1 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_2 W_2$	$0, 1, \dots, 0, 0, 1, \dots, 0$	$Y = a_0 + b_2 + c_2 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
\vdots	\vdots	\vdots
$Z_2 W_S$	$0, 1, \dots, 0, 0, 0, \dots, 1$	$Y = (a_0 + b_2 + c_s) + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_2 W_{S+1}$	$0, 1, \dots, 0, 0, 0, \dots, 0$	$Y = (a_0 + b_2) + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
\vdots	\vdots	\vdots
$Z_r W_1$	$0, 0, \dots, 1, 1, 0, \dots, 0$	$Y = a_0 + b_r + c_1 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_r W_2$	$0, 0, \dots, 1, 0, 1, \dots, 0$	$Y = a_0 + b_r + c_2 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
\vdots	\vdots	\vdots
$Z_r W_S$	$0, 0, \dots, 1, 0, 0, \dots, 1$	$Y = (a_0 + b_r + c_s) + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_r W_{S+1}$	$0, 0, \dots, 1, 0, 0, \dots, 0$	$Y = (a_0 + b_r) + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_{r+1} W_1$	$0, 0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0$	$Y = a_0 + c_1 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_{r+1} W_2$	$0, 0, \dots, 0, 0, 1, \dots, 0$	$Y = a_0 + c_2 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
\vdots	\vdots	\vdots
$Z_{r+1} W_S$	$0, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 1$	$Y = a_0 + c_s + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$
$Z_{r+1} W_{S+1}$	$0, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 0$	$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k + \varepsilon$

Como foi suposto, pode-se observar que todos os modelos possuem as mesmas inclinações, sendo a diferença entre eles somente nos interceptos.

Exemplo 4.3: Considere que para a situação do exemplo 4.2 foi estimado o seguinte modelo simples de demanda de viagens:

$$Y_{ijMP} = 2 + 3.\text{renda}_i + 1,5 \text{Pop}_i - 2,5 t_{ijM} + 1,2 M_1 + 0,5M_2 + 3,2P_1 + 1,8P_2$$

Onde:

Y_{ijMP} : viagens com origem na zona i e destino na zona j pelo modo M propósito P ;

$renda_i$: renda média na zona i ;

Pop_i : População da zona i ;

t_{ijM} : tempo de viagem da zona i para zona j pelo modo M ;

M_1 : variável *dummy* = 1 se for modo Automóvel, 0 caso contrário;

M_2 : variável *dummy* = 1 se for o modo ônibus, 0 caso contrário;

P_1 : variável *dummy* = 1 se o propósito da viagem for a estudo, 0 caso contrário;

P_2 : variável *dummy* = 1 se o propósito da viagem for a trabalho, 0 caso contrário.

Substituindo no modelo do exemplo 4.3 os valores das variáveis *dummies*, chega-se a um modelo para cada combinação de modo e propósito de viagens, como mostra o quadro 4.3.1 abaixo:

Quadro 4.2.1.1: Modelos individuais originado do modelo simples para cada uma das combinações de modo e propósito de viagem

Modo/Propósito	M_1	M_2	P_1	P_2	Modelo
Automóvel/Estudo	1	0	1	0	$(2+1,2+3,2) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Automóvel/Trabalho	1	0	0	1	$(2 + 1,2 + 1,8) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Automóvel/Outros	1	0	0	0	$(2 + 1,2) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Ônibus/Estudo	0	1	1	0	$(2 + 0,5 + 3,2) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Ônibus/Trabalho	0	1	0	1	$(2 + 0,5 + 1,8) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Ônibus/Outros	0	1	0	0	$(2 + 0,5) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Trêm/Estudo	0	0	1	0	$(2 + 3,2) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Trêm/Trabalho	0	0	0	1	$(2 + 1,8) + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$
Trêm/Outros	0	0	0	0	$2 + renda_i + 1,5Pop_i - 2,5 t_{ijM}$

4.3 MODELO COMPLETO

Nesse tipo de modelo nenhuma suposição a priori é feita, ou seja, todos os modelos têm interceptos e inclinações diferentes. Esse modelo consiste em um acréscimo ao modelo simplificado de todos os produtos cruzados entre variáveis regressoras e *dummy*, além dos produtos entre as variáveis *dummies* associadas a diferentes variáveis nominais.

Como no caso do modelo simples, considere um modelo com k variáveis regressoras e duas variáveis nominais com Z tendo $r+1$ e W tendo $s+1$ categorias, respectivamente.

Assim, o modelo completo terá a seguinte forma:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i + \sum_{j=1}^r b_j z_j + \sum_{l=1}^s c_l w_l + \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^k d_{ji} x_j z_i + \sum_{l=1}^s \sum_{i=1}^k e_{li} x_i w_l + \sum_{l=1}^s \sum_{j=1}^r f_{jl} z_j w_l + \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r \sum_{l=1}^k g_{lji} x_i z_j w_l + \varepsilon \quad (4.2)$$

Onde:

Y: variável resposta;

$a_i, b_j, c_l, d_{ji}, e_{li}, f_{jl}, g_{lji}$: parâmetros a serem estimados, $i=1, \dots, k; j=1, 2, \dots, r; s=1, 2, \dots, l$;

x_i : variáveis regressoras, $i=1, 2, \dots, k$;

z_j : variáveis *dummies*, $j=1, 2, \dots, r$;

c_l : parâmetros a serem estimados, $l=1, 2, \dots, s$;

w_l : variáveis *dummies*, $l=1, 2, \dots, s$

De forma análoga, substituindo os respectivos valores das variáveis *dummies* no modelo completo obtém-se um modelo para cada uma das combinações das categorias de Z e W em estudo, como mostra o quadro 4.3.1.

Quadro 4.3.1 Modelos individuais originados do modelo completo para cada combinação de categorias.

Categoria	Dummy	Modelo
	$(Z_1, Z_2, \dots, Z_r, W_1, W_2, \dots, W_s)$	
Z_1, W_1	$(1, 0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$	$(a_0 + b_1 + c_1 + f_{11}) + (a_1 + d_{11} + e_{11} + g_{111})X_1 + (a_2 + d_{12} + e_{12} + g_{112})X_2 + \dots + (a_k + d_{1k} + e_{1k} + g_{11k})X_k$
Z_1, W_2	$(1, 0, \dots, 0, 0, 1, \dots, 0)$	$(a_0 + b_1 + c_2 + f_{21}) + (a_1 + d_{11} + e_{21} + g_{211})X_1 + (a_2 + d_{12} + e_{22} + g_{212})X_2 + \dots + (a_k + d_{1k} + e_{2k} + g_{21k})X_k$
\vdots	\vdots	\vdots
Z_1, W_s	$(1, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 1)$	$(a_0 + b_1 + c_s + f_{s1}) + (a_1 + d_{11} + e_{s1} + g_{s11})X_1 + (a_2 + d_{12} + e_{s2} + g_{s12})X_2 + \dots + (a_k + d_{1k} + e_{sk} + g_{s1k})X_k$
Z_1, W_{s+1}	$(1, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 0)$	$(a_0 + b_1) + (a_1 + d_{11})X_1 + (a_2 + d_{12})X_2 + \dots + (a_k + d_{1k})X_k$
Z_2, W_1	$(0, 1, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$	$(a_0 + b_2 + c_1 + f_{12}) + (a_1 + d_{21} + e_{11} + g_{121})X_1 + (a_2 + d_{22} + e_{12} + g_{122})X_2 + \dots + (a_k + d_{2k} + e_{1k} + g_{12k})X_k$
Z_2, W_2	$(0, 1, \dots, 0, 0, 1, \dots, 0)$	$(a_0 + b_2 + c_2 + f_{22}) + (a_1 + d_{21} + e_{21} + g_{221})X_1 + (a_2 + d_{22} + e_{22} + g_{222})X_2 + \dots + (a_k + d_{2k} + e_{2k} + g_{22k})X_k$
\vdots	\vdots	\vdots
Z_2, W_s	$(0, 1, \dots, 0, 0, 0, \dots, 1)$	$(a_0 + b_2 + c_s + f_{s2}) + (a_1 + d_{21} + e_{s1} + g_{s21})X_1 + (a_2 + d_{22} + e_{s2} + g_{s22})X_2 + \dots + (a_k + d_{2k} + e_{sk} + g_{s2k})X_k$
Z_2, W_{s+1}	$(0, 1, \dots, 0, 0, 0, \dots, 0)$	$(a_0 + b_2) + (a_1 + d_{21})X_1 + (a_2 + d_{22})X_2 + \dots + (a_k + d_{2k})X_k$
\vdots	\vdots	\vdots
Z_r, W_1	$(0, 0, \dots, 1, 1, 0, \dots, 0)$	$(a_0 + b_r + c_1 + f_{1r}) + (a_1 + d_{r1} + e_{11} + g_{1r1})X_1 + (a_2 + d_{r2} + e_{12} + g_{1r2})X_2 + \dots + (a_k + d_{rk} + e_{1k} + g_{1rk})X_k$
Z_r, W_2	$(0, 0, \dots, 1, 0, 1, \dots, 0)$	$(a_0 + b_r + c_2 + f_{2r}) + (a_1 + d_{r1} + e_{21} + g_{2r1})X_1 + (a_2 + d_{r2} + e_{s2} + g_{s12})X_2 + \dots + (a_k + d_{rk} + e_{2k} + g_{2rk})X_k$
\vdots	\vdots	\vdots
Z_r, W_s	$(0, 0, \dots, 1, 0, 0, \dots, 1)$	$(a_0 + b_r + c_s + f_{sr}) + (a_1 + d_{r1} + e_{s1} + g_{sr1})X_1 + (a_2 + d_{r2} + e_{s2} + g_{sr2})X_2 + \dots + (a_k + d_{rk} + e_{sk} + g_{srk})X_k$
Z_r, W_{s+1}	$(0, 0, \dots, 1, 0, 0, \dots, 0)$	$(a_0 + b_r) + (a_1 + d_{r1})X_1 + (a_2 + d_{r2})X_2 + \dots + (a_k + d_{rk})X_k$
Z_{r+1}, W_1	$(0, 0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$	$(a_0 + c_1) + (a_1 + e_{11})X_1 + (a_2 + e_{12})X_2 + \dots + (a_k + e_{1k})X_k$
Z_{r+1}, W_2	$(0, 0, \dots, 0, 0, 1, \dots, 0)$	$(a_0 + c_2) + (a_1 + e_{21})X_1 + (a_2 + e_{22})X_2 + \dots + (a_k + e_{2k})X_k$
\vdots	\vdots	\vdots
Z_{r+1}, W_s	$(0, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 1)$	$(a_0 + c_s) + (a_1 + e_{s1})X_1 + (a_2 + e_{s2})X_2 + \dots + (a_k + e_{sk})X_k$
Z_{r+1}, W_{s+1}	$(0, 0, \dots, 0, 0, 0, \dots, 0)$	$a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_k X_k$

Como não foi feita nenhuma suposição a priori, pode-se observar que todos os modelos possuem coeficiente de inclinação e interceptos diferentes.

Exemplo 4.4: considere que para a situação do exemplo 4.2 foi estimado o seguinte modelo completo de demanda de viagens:

$$Y = 5 + 2renda + 2,5pop - 1,5tempo + 1,2M_1 + 0,5M_2 + 0,8P_1 + 1,6P_2 + 0,4rendaM_1 + 3,5PopM_1 - 0,9tempoM_1 + 0,1rendaM_2 + 1,1popM_2 - 1,3tempoM_2 + 0,2rendaP_1 + 1,0PopP_1 - 1,7tempoP_1 + 0,3rendaP_2 + 2,1popP_2 - 0,6tempoP_2 + 4,1M_1P_1 + 2,2M_2P_1 + 3,2M_1P_2 + 2,6M_2P_2 + 1rendaM_1P_1 + 2PopM_1P_1 - 3tempoM_1P_1 + 1,4rendaM_2P_1 + 1,6PopM_2P_1 - 2,3tempoM_2P_1 + 4,2rendaM_1P_2 + 3,7PopM_1P_2 - 2,4tempoM_1P_2 + 3,2rendaM_2P_2 + 5,2PopM_2P_2 - 3,6tempoM_2P_2$$

Substituindo no modelo do exemplo 4.4 os valores das variáveis *dummies* chega-se a um modelo para cada combinação de modo e propósito de viagens, como mostra o quadro 4.3.1.1 abaixo:

Quadro 4.3.1.1: Modelos individuais originados do modelo completo para cada combinação do modo e propósito de viagem.

Modo/Propósito	M ₁	M ₂	P ₁	P ₂	Modelo
Automóvel/Estudo	1	0	1	0	$(5,0 + 1,2 + 0,8 + 4,1) + (2,0 + 0,4 + 0,2 + 1,0)renda_i + (2,5 + 3,5 + 1,0 + 2,0)Pop_i - (1,5 + 0,9 + 1,7 + 3,0)t_{ijM}$
Automóvel/Trabalho	1	0	0	1	$(5,0 + 1,2 + 1,6 + 3,2) + (2,0 + 0,4 + 0,3 + 4,2)renda_i + (2,5 + 3,5 + 2,1 + 3,7)Pop_i - (1,5 + 0,9 + 0,6 + 2,4)t_{ijM}$
Automóvel/Outros	1	0	0	0	$(5,0 + 1,2) + (2,0 + 0,4)renda_i + (2,5 + 3,5)Pop_i - (1,5 + 0,9)t_{ijM}$
Ônibus/Estudo	0	1	1	0	$(5,0 + 0,5 + 0,8 + 2,2) + (2,0 + 0,1 + 0,2 + 1,4)renda_i + (2,5 + 1,1 + 1,0 + 1,6)Pop_i - (1,5 + 1,3 + 0,6 + 2,3)t_{ijM}$
Ônibus/Trabalho	0	1	0	1	$(5,0 + 0,5 + 1,6 + 2,6) + (2,0 + 0,1 + 0,3 + 3,2)renda_i + (2,5 + 1,1 + 2,1 + 5,2)Pop_i - (1,5 + 1,3 + 0,6 + 2,4)t_{ijM}$
Ônibus/Outros	0	1	0	0	$(5,0 + 0,5) + (2,0 + 0,1)renda_i + (2,5 + 3,5)Pop_i - (1,5 + 1,3)t_{ijM}$
Trêm/Estudo	0	0	1	0	$(5,0 + 0,8) + (2,0 + 0,2)renda_i + (2,5 + 1,0)Pop_i - (1,5 + 1,7)t_{ijM}$
Trêm/Trabalho	0	0	0	1	$(5,0 + 1,6) + (2 + 0,3)renda_i + (2,5 + 2,1)Pop_i - (1,5 + 0,6)t_{ijM}$
Trêm/Outros	0	0	0	0	$5,0 + 2,0renda_i + 2,5Pop_i - 1,5t_{ijM}$

4.4 USO DE VARIÁVEL *DUMMY* EM MODELOS DE DEMANDA DE VIAGEM

Segundo MELO (1975), podem-se utilizar variáveis *dummies* na elaboração de funções de regressão para a determinação do número de viagens produzidas ou atraídas em uma zona de tráfego. Como exemplo, tem-se o modelo de produção de viagem apresentado por Heathington e Isibor, com a seguinte equação de regressão:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_{1i}z_{1i} + b_{2i}z_{2i} + b_{3i}z_{3i} + b_{1r}Z_{1r} + b_{2r}Z_{2r} + b_{1c}Z_{1c} + b_{2c}Z_{2c} \quad (4.3)$$

Onde:

Y: número de viagens geradas por unidade residencial;

X₁: tamanho da família;

Z_{ji}: Classe de renda j , j =1 a 3;

Z_{1r}: tipo de residência 1;

Z_{2r}: tipo de residência 2;

Z_{1c} : número de carros próprios por residência, tipo 1;

Z_{2c} : número de carros próprios por residência, tipo 2.

Observa-se que a renda é classificada em três categorias, o tipo de residência em duas categorias e o número de carros próprios por residência em duas categorias. As variáveis *dummies* assumem valores um, se pertencer à categoria e zero se não pertencer à categoria.

Com dados hipotéticos, formulou-se para cinquenta zonas de tráfego o seguinte modelo:

$$Y = 1,80 + 1,56x_1 - 1,25z_{2i} - 0,32z_{3i} + 0,65Z_{1r} + 0,32Z_{2r} - 0,74Z_{1c} - 0,31Z_{2c} \quad (4.4)$$

Um outro emprego de variáveis *dummies* foi apresentado por BEZ e GONÇALVES (2006) em um modelo de previsão da demanda para as ligações entre dois pares de origem-destino, do tipo gravitacional modificado, que incorpora diversas variáveis socioeconômicas, representadas pelos municípios brasileiros em 2006. A formulação é dada por:

$$V_{ij} = \alpha_0 \frac{P_i^{\alpha_1} P_j^{\alpha_2} mig_i^{\alpha_3} mig_j^{\alpha_4} m_i^{\alpha_5} m_j^{\alpha_6} r_i r_j^{\alpha_7} dummy_j^{\alpha_8}}{d_{ij}^{\alpha_9}} \quad (4.5)$$

Onde:

V_{ij} : fluxo anual total de passageiros entre os municípios i e j;

P_i, P_j : População da zona i e zona j;

r_i, r_j : renda média per capita dos municípios i e j;

m_i, m_j : taxa per capita de viagens interestaduais e interurbanas por ônibus dos municípios i e j;

dummy_j: variável que determina se o município é ou não polo turístico (valores adotados = 2 se j é um pólo turístico e *dummy* = 1 caso contrário);

mig_i e mig_j : correspondem à taxa de habitantes que não são naturais dos estados dos municípios de origem e destino;

d_{ij} : uma medida da distância rodoviária entre os municípios i e j;

$\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_9$: coeficientes a serem estimados.

CAPÍTULO 5

MODELO PROPOSTO

5.1. DESCRIÇÃO DO MODELO

O modelo proposto é do tipo direto, baseado no modelo gravitacional que incorpora variáveis socioeconômicas do sistema de transportes e do uso do solo, que tem por finalidade estimar o número de viagens entre duas zonas de tráfego pelo propósito P e modo M, utilizando variáveis *dummies*. A sua formulação matemática é dada por:

$$V_{ijm}^P = K.M^{g_1}.P_1^{g_2}.P_2^{g_3}.P_1^{g_4} \ln M.P_2^{g_5} \ln M^{a_1+b_1 \ln M+c_1 \ln P_1+d_1 \ln P_2+e_1 \ln M \ln P_1+f_1 \ln M \ln P_2} \cdot x_1^{a_2+b_2 \ln M+c_2 \ln P_1+d_2 \ln P_2+e_2 \ln M \ln P_1+f_2 \ln M \ln P_2} \dots x_r^{a_r+b_r \ln M+c_r \ln P_1+d_r \ln P_2+e_r \ln M \ln P_1+f_r \ln M \ln P_2} \quad (5.1)$$

Para que os parâmetros do modelo possam ser facilmente encontrados, faz-se a transformação de (5.1), tomando o logaritmo natural em ambos os lados da equação (5.1), transformando-o em um modelo linear, como é visto em (5.2).

$$\begin{aligned} \ln V_{ijm}^P = & \ln K + g_1 \cdot \ln M + g_2 \cdot \ln P_1 + g_3 \cdot \ln P_2 + g_4 \cdot \ln M \cdot \ln P_1 + g_5 \cdot \ln M \cdot \ln P_2 \\ & + a_1 \ln x_1 + b_1 \ln M \cdot \ln x_1 + c_1 \ln P_1 \cdot \ln x_1 + d_1 \ln P_2 \cdot \ln x_1 + \\ & + e_1 \ln M \cdot \ln P_1 \cdot \ln x_1 + f_1 \ln M \cdot \ln P_2 \cdot \ln x_1 + \\ & + a_2 \ln x_2 + b_2 \ln M \cdot \ln x_2 + c_2 \ln P_1 \cdot \ln x_2 + d_2 \ln P_2 \cdot \ln x_2 + \\ & + e_2 \ln M \cdot \ln P_1 \cdot \ln x_2 + f_2 \ln M \cdot \ln P_2 \cdot \ln x_2 \dots + \\ & + a_r \ln x_r + b_r \ln M \cdot \ln x_r + c_r \ln P_1 \cdot \ln x_r + d_r \ln P_2 \cdot \ln x_r + \\ & + e_r \ln M \cdot \ln P_1 \cdot \ln x_r + f_r \ln M \cdot \ln P_2 \cdot \ln x_r \end{aligned} \quad (5.2)$$

Onde:

$\ln(k); a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i$, com $i=1,2,\dots,r$; g_1, g_2,\dots,g_5 , parâmetros a serem estimados;

x_1, x_2,\dots : são variáveis a serem incluídas no modelo;

M: variável *dummy* = 2 se for modo Coletivo, 1 se for modo Individual;

P_1 : variável *dummy* = 2 se o propósito da viagem for a Estudo, 1 for outro qualquer;

P_2 : variável *dummy* = 2 se o propósito da viagem for a Trabalho, 1 se for outro qualquer.

Observe que o modelo proposto só resolve os três primeiros passos do método sequencial (quatro etapas), mas com a classificação das viagens por propósitos, outras classificações de viagens poderiam ser incluídas no modelo, pela inclusão de outras variáveis *dummies*.

Encontrados os parâmetros da equação 5.2, tomando o antilogaritmo em ambos os lados da equação, obtém-se assim o modelo proposto (5.3)

$$\hat{V}_{ijm}^p = \hat{K} \cdot M^{\hat{g}_1} \cdot P_1^{\hat{g}_2} \cdot P_2^{\hat{g}_3} \cdot P_1^{\hat{g}_4} \ln M \cdot P_2^{\hat{g}_5} \ln M \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln M + \hat{c}_1 \ln P_1 + \hat{d}_1 \ln P_2 + \hat{e}_1 \ln M \ln P_1 + \hat{f}_1 \ln M \ln P_2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln M + \hat{c}_2 \ln P_1 + \hat{d}_2 \ln P_2 + \hat{e}_2 \ln M \ln P_1 + \hat{f}_2 \ln M \ln P_2} \cdot x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln M + \hat{c}_r \ln P_1 + \hat{d}_r \ln P_2 + \hat{e}_r \ln M \ln P_1 + \hat{f}_r \ln M \ln P_2} \quad (5.3)$$

Substituindo os valores das variáveis *dummies* na equação (5.3) pode-se obter os modelos de todas as combinações de modo e propósito de viagem, como é mostrado no quadro 5.1.1, Observe que os modelos da combinação modo e propósito terão seus respectivos parâmetros e, através de testes estatísticos, poderá ser verificado se são estatisticamente iguais ou não.

Quadro 5.1.1: Modelos de demanda de viagens originado do modelo proposto (5.1).

Modo	Propósito	Modo
Coletivo	Trabalho	$\hat{V}_{ijC}^T = \hat{K} \cdot 2^{\hat{g}_1 + \hat{g}_3 + \hat{g}_5 \ln 2} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln 2 + \hat{d}_1 \ln P_2 + \hat{f}_1 \ln 2^2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln 2 + \hat{d}_2 \ln 2 + \hat{f}_2 \ln 2^2} \cdot \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln 2 + \hat{d}_r \ln P_2 + \hat{f}_r \ln 2^2}$
	Estudo	$\hat{V}_{ijC}^E = \hat{K} \cdot 2^{\hat{g}_1 + \hat{g}_2 + \hat{g}_4 \ln 2} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln 2 + \hat{c}_1 \ln 2 + \hat{e}_1 \ln 2^2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln 2 + \hat{c}_2 \ln 2 + \hat{e}_2 \ln 2^2} \cdot \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln 2 + \hat{c}_r \ln 2 + \hat{e}_r \ln 2^2}$
	Outros	$\hat{V}_{ijC}^O = \hat{K} \cdot 2^{\hat{g}_1} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln 2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln 2} \cdot \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln 2}$
Individual	Trabalho	$\hat{V}_{ijI}^T = \hat{K} \cdot 2^{\hat{g}_3} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{d}_1 \ln 2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{d}_2 \ln 2} \cdot \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{d}_r \ln 2}$
	Estudo	$\hat{V}_{ijI}^E = \hat{K} \cdot 2^{\hat{g}_2} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{c}_1 \ln 2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{c}_2 \ln 2} \cdot \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{c}_r \ln 2}$
	Outros	$\hat{V}_{ijI}^O = \hat{K} \cdot x_1^{\hat{a}_1} \cdot x_2^{\hat{a}_2} \cdot \dots x_r^{\hat{a}_r}$

Observe que no modelo proposto a influência da impedância de viagem e outras variáveis explicativas têm pesos diferentes para cada combinação de modo e propósito de viagem.

Substituindo no modelo 5.1 somente os valores da variável *dummy* referentes ao modo de viagem, chega-se aos modelos de viagem por modo independente do propósito de viagem, obtendo assim os modelos apresentados no quadro 5.2 abaixo:

Quadro: 5.1.2 : Modelos de demanda de viagem segundo o modo de viagem

Modo	Modelo
Coletivo	$\hat{V}_{ijC} = \hat{K} \cdot \hat{g}_1 \cdot P_1^{\hat{g}_2} + \hat{g}_4 \ln^2 P_2^{\hat{g}_3 + \hat{g}_5 \ln 2} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln 2 + \hat{c}_1 \ln P_1 + \hat{d}_1 \ln P_2 + \hat{e}_1 \ln 2 \ln P_1 + \hat{f}_1 \ln 2 \ln P_2}$ $x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln 2 + \hat{c}_2 \ln P_1 + \hat{d}_2 \ln P_2 + \hat{e}_2 \ln 2 \ln P_1 + \hat{f}_2 \ln 2 \ln P_2} \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln 2 + \hat{c}_r \ln P_1 + \hat{d}_r \ln P_2 + \hat{e}_r \ln 2 \ln P_1 + \hat{f}_r \ln 2 \ln P_2}$
Individual	$\hat{V}_{ijI} = K \cdot P_1^{\hat{g}_2} \cdot P_2^{\hat{g}_3} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{c}_1 \ln P_1 + \hat{d}_1 \ln P_2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{c}_2 \ln P_1 + \hat{d}_2 \ln P_2} \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{c}_r \ln P_1 + \hat{d}_r \ln P_2}$

O mesmo raciocínio pode ser feito para o propósito de viagens, onde substituindo no modelo 5.1 os valores da variável *dummy* referentes ao propósito de viagem, chega-se aos modelos de viagem por propósito independente do modo de viagem. Obtendo assim os modelos apresentados no quadro 5.1.3.

Quadro: 5.1.3 : Modelos de demanda de viagem segundo o propósito de viagem

Propósito	Modelo
Estudo	$\hat{V}_{ijM}^E = \hat{K} \cdot M^{\hat{g}_1} \cdot \hat{g}_2 \cdot \hat{g}_4 \ln M^{\hat{g}_5} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln M + \hat{c}_1 \ln 2 + \hat{e}_1 \ln M \ln 2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln M + \hat{c}_2 \ln 2 + \hat{e}_2 \ln M \ln 2} \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln M + \hat{c}_r \ln 2 + \hat{e}_r \ln M \ln 2}$
Trabalho	$\hat{V}_{ijM}^T = \hat{K} \cdot M^{\hat{g}_1} \cdot \hat{g}_2 \cdot P_2^{\hat{g}_3} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln M + \hat{d}_1 \ln 2 + \hat{f}_1 \ln M \ln 2} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln M + \hat{d}_2 \ln 2 + \hat{f}_2 \ln M \ln 2} \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln M + \hat{d}_r \ln 2 + \hat{f}_r \ln M \ln 2}$
Outros	$\hat{V}_{ijM}^O = \hat{K} \cdot M^{\hat{g}_1} \cdot x_1^{\hat{a}_1 + \hat{b}_1 \ln M} \cdot x_2^{\hat{a}_2 + \hat{b}_2 \ln M} \dots x_r^{\hat{a}_r + \hat{b}_r \ln M}$

5.2 DISPOSIÇÃO DOS DADOS

Os dados estarão dispostos em um banco de dados de forma que se consiga identificar a origem, o destino, o modo e o propósito da viagem, com as respectivas variáveis relacionadas a cada zona. Dessa forma os dados serão organizados em blocos formados por colunas de acordo com a tabela 5.2.1 abaixo. O primeiro bloco, formado por uma coluna, indica a origem e o destino da viagem para cada modo e

propósito de viagem. No segundo bloco, também formado por uma coluna, é disposto o logaritmo natural dos respectivos números de viagens (variável dependente). O terceiro bloco, formado por k colunas, uma para cada variável explicativa, onde é disposto o logaritmo natural de cada variável explicativa. No quarto bloco, formado por três colunas, é disposto o logaritmo natural das variáveis *dummies*. O quinto bloco é disposto pelas variáveis que representam a interação entre as variáveis *dummies* e as explicativas.

O quadro com a arrumação dos dados para calibração pode ser visualizado no anexo 57.

5.3 VARIÁVEIS

No modelo proposto poderá ser usada qualquer variável, como:

Variáveis socioeconômicas: renda, oferta de matrículas escolares, oferta de empregos, número de automóveis, etc;

Variáveis do uso do solo: população, área, densidade, número de domicílios, número de empregados no comércio e número de empregados na indústria etc;

Variáveis do sistema: tempo de viagem, custo da viagem, conforto, etc;

Variáveis *dummies*: modo de transporte, propósito de viagem, horário da viagem, etc;

Variáveis derivadas: variáveis originadas de outras variáveis e ou variáveis que representam a interação entre as variáveis. Como por exemplo: Densidade populacional, tempo de viagem x modo de transporte, etc.

5.4 CALIBRAÇÃO

A calibração será feita no modelo transformado (5.2), e como o modelo transformado é um modelo de regressão linear múltipla, todas as técnicas bastante difundidas e empregadas no modelo de regressão linear múltipla podem ser empregadas para a calibração do modelo, tais como a seleção das melhores variáveis regressoras que

explicam a variável dependente, uma série de testes de hipóteses sobre o modelo, o método de calibragem do modelo utilizado para estimar os parâmetros do modelo. É bastante difundido em análise de regressão, o método dos mínimos quadrados, já comentado na seção 3.5.

Como o modelo transformado está em função de $\ln V_{ijM}^P$, tomando o exponencial em ambos os lados do modelo e substituindo os valores dos parâmetros (coeficientes) encontrados, será obtido o modelo proposto (5.1) calibrado.

Sendo o principal objetivo de uma calibragem fazer previsões para o futuro, os valores preditos são encontrados substituindo no modelo calibrado valores futuros das variáveis explicativas.

CAPÍTULO 6

APLICAÇÃO DOS MODELOS

6.1 INTRODUÇÃO

Para validar o modelo proposto, serão calibrados os modelos sequencial, direto tradicional e direto com utilização da variável *dummy* (proposto), com os dados do município de Vitória-ES, da pesquisa origem/destino (O-D) realizada na região da Grande Vitória em 1998, e aplicar a esses modelos calibrados os dados da pesquisa O-D realizada na região da Grande Vitória-ES em 2007, a fim de estimar matrizes O-D para 2007, as quais serão avaliadas com as respectivas matrizes observadas pela pesquisa O-D 2007, por medidas (estatísticas) de similaridade como: phi normalizado (PHI), índice de similaridade (ID) erro médio absoluto normalizado (EMAN), ou seja, por medidas que medem a semelhança entre duas matrizes, podendo dessa forma analisar o desempenho do modelo direto com utilização da variável *dummy* em relação aos demais modelos.

As viagens, a serem estudadas nesta dissertação, consistem somente naquelas realizadas por pessoas ao longo do dia com origem em residências e destino qualquer no município de Vitória-ES, pelo modo motorizado, que se classifica em modo coletivo: viagens feitas a ônibus, van, barco, e modo individual: viagens feitas de automóvel, caminhão e motocicleta, não sendo consideradas as viagens feitas a pé. E os propósitos de viagens a serem considerados são: residência para trabalho, residência para estudo e residência para outros.

6.2 ÁREA DE ESTUDO

Na pesquisa O-D realizada em 1998, o município de Vitória-ES tinha 39 zonas, e na pesquisa de 2007 o município de Vitória-ES tinha 85 zonas, que agrupadas levando-se em consideração características socioeconômicas da demanda por transportes consagradas nas práticas de modelagem de transportes urbanos como população, renda, empregos, matrículas escolares e posse de automóveis, formaram 13 macrozonas. Pelo fato de as zonas de estudo em 1998 e 2007 não serem as

mesmas, houve a necessidade de compatibilizar as pesquisas de 1998 e 2007. Assim os dados de 1998 foram arrumados de forma que as macrozonas de 1998 fossem iguais às de 2007, ficando assim a área de estudo do município de Vitória do estado do Espírito Santo (ES) composta por 13 macrozonas e uma área verde, como é descrita na figura 6.2.1 abaixo:

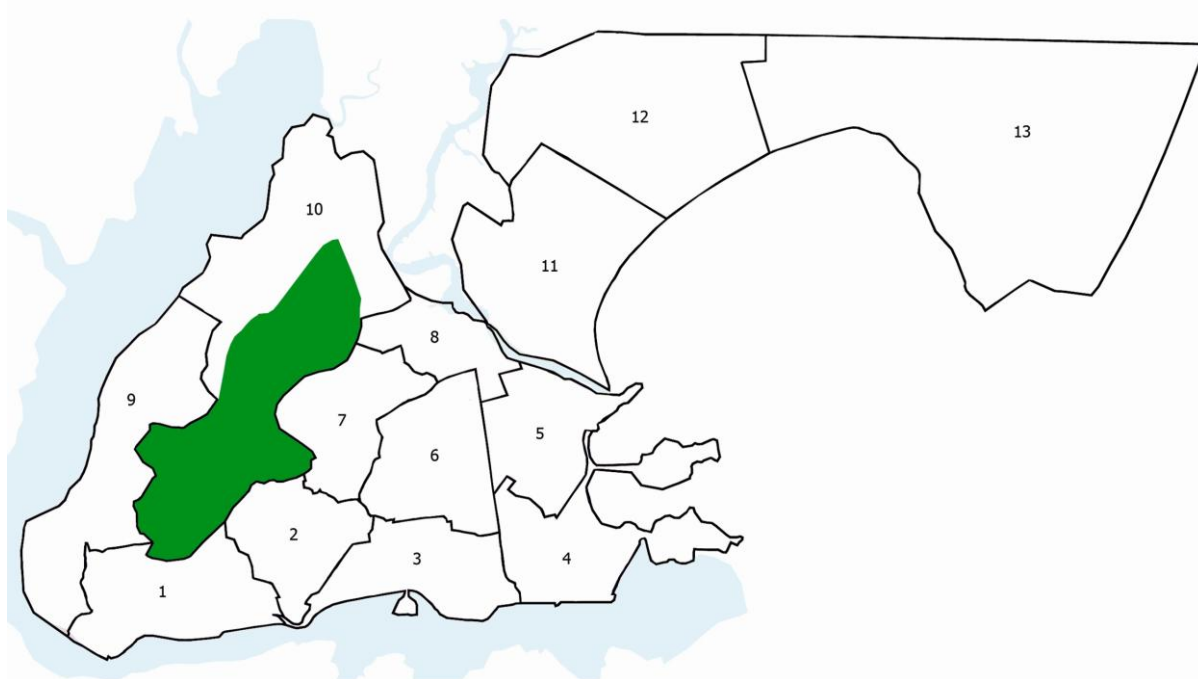


Figura.6.2.1: Área de estudo município de Vitória-ES.

6.3 PREPARAÇÃO DOS VALORES DAS VARIÁVEIS EM ESTUDO

As variáveis consideradas neste estudo relacionadas às macrozonas são: população, área, densidade populacional, número de automóveis, renda média, oferta de empregos, oferta de matrículas escolares, população de estudantes e população de ocupados. Os resultados foram obtidos com base em informações nas pesquisas O-D 1998 e 2007, respectivamente.

População da macrozona:

A população da macrozona é o número de pessoas que tem residência na macrozona.

Sabendo que a população do município de Vitória-ES em 1998 era de 269.911 habitantes, a população de cada macrozona foi estimada pela pesquisa O-D 1998

por um fator de expansão. Obtendo-se, dessa forma, as populações por macrozona, como mostra a tabela 6.3.1 abaixo:

Tabela 6.3.1: População estimada das macrozonas do município de Vitória-ES 1998

Macrozona	População
1	31729
2	10934
3	17916
4	6475
5	16722
6	35309
7	7131
8	7367
9	24209
10	26111
11	37299
12	16670
13	32039
Total	269911

Fonte: dados estimados pela pesquisa O-D 1998

Área da macrozona

A área da macrozona representa a sua área total em Km².

Sabendo-se a área total do município de Vitória (84,76 km²), a área de cada macrozona foi calculada proporcionalmente à área das macrozonas do mapa da área de estudo. Obtendo-se, assim, as seguintes áreas, como mostra a tabela 6.3.2 abaixo:

Tabela 6.3.2: Área estimada das macrozonas do município de Vitória-ES em 1998

Macrozona	Área Km ²
1	4,31
2	2,87
3	4,31
4	5,75
5	4,31
6	4,31
7	4,31
8	2,87
9	7,18
10	7,18
11	7,18
12	10,06
13	20,11
Total	84,76

Fonte: dados estimados pelo autor

Densidade populacional

A densidade populacional nesse trabalho expressa o número de habitantes por km².

A densidade populacional de cada macrozona é obtida dividindo a população (habitantes) da macrozona pela área da respectiva macrozona. Na tabela 6.3.3 é

apresentada a densidade populacional para cada macrozona do município de Vitória-ES. em 1998.

Tabela 6.3.3: Densidade populacional estimada por macrozona do município de Vitória- ES 1998.

Macrozona	Densidade Pessoas/km ²
1	7362,06
2	3805,49
3	4157,01
4	1126,74
5	3879,92
6	8192,58
7	1654,69
8	2563,86
9	3370,31
10	3635,04
11	5192,68
12	1657,62
13	1593,00

Fonte: dados estimados pelo autor

Automóveis

Automóvel representa o número de veículos existente na respectiva macrozona.

O número estimado de automóveis por macrozona foi determinado pela porcentagem em relação ao total de automóveis encontrada na pesquisa O-D de 1998, nas macrozonas do município de Vitória-ES, multiplicado pelo total de automóveis no município de Vitória-ES (48301), informado pela pesquisa O-D 1998. Os valores percentuais encontrados e as respectivas estimativas de automóveis por macrozona em 1998 são apresentados na tabela 6.3.4 abaixo:

Tabela 6.3.4: Porcentagem e total de automóveis estimado por macrozona 1998 município de Vitória-ES.

Macrozona	% Automóveis	Automóveis
1	0,23	11272
2	0,06	2838
3	0,11	5163
4	0,10	4887
5	0,14	6523
6	0,07	3390
7	0,01	532
8	0,02	808
9	0,03	1379
10	0,02	808
11	0,15	7370
12	0,01	296
13	0,06	3035
Total	1,00	48301

Fonte: dados estimados pelo autor

Renda média em salário mínimo

A renda representa a média em salários mínimos por pessoa da respectiva macrozona. Para cada macrozona foi estimada a renda média por pessoa; esta, por sua vez, foi dividida pelo valor do salário mínimo na época (\$130), dessa forma estimando a renda média em salário mínimo por macrozona do município de Vitória-ES em 1998. As estimativas estão arrumadas na tabela 6.3.5 abaixo.

Tabela 6.3.5: Renda média em salário mínimo estimada por macrozona, município de Vitória-ES em 1998.

Macrozona	Renda S.M.
1	4,01
2	3,24
3	4,03
4	5,79
5	6,71
6	2,41
7	3,39
8	1,95
9	1,89
10	0,98
11	4,79
12	2,24
13	3,17

Fonte: dados estimados pelo autor

Oferta de emprego e oferta de matrículas escolares

Oferta de emprego representa a quantidade de emprego ofertado na macrozona, e oferta de matrículas escolares representa a quantidade de matrículas escolares ofertadas na macrozona.

O primeiro passo para a determinação da oferta de emprego e matrículas escolares foi, com os dados da pesquisa O-D, observar a porcentagem da situação de trabalho e estudo, se dentro ou fora do município de Vitória-ES, para cada município da Grande Vitória. Obtendo-se, dessa maneira, os percentuais estimados, como mostram as tabelas 6.3.6 e 6.3.7.

Tabela 6.3.6: Distribuição percentual estimada do local de trabalho para cada município da Grande Vitória em 1998.

Cidade	Trabalho		Total
	Dentro Vit.	Fora Vit.	
Vitória	0,79	0,21	1,00
VilaVelha	0,21	0,79	1,00
Serra	0,23	0,77	1,00
Cariacica	0,24	0,76	1,00
Viana	0,16	0,84	1,00

Fonte: dados estimados pelo autor

Tabela 6.3.7: Distribuição percentual estimada do local de estudo para cada município da Grande Vitória em 1998.

Cidade	Estudo		Total
	Dentro vit	Fora vit	
Vitória	0,89	0,11	1,00
VilaVelha	0,07	0,93	1,00
Serra	0,11	0,89	1,00
Cariacica	0,06	0,94	1,00
Viana	0,05	0,95	1,00

Fonte: dados estimados pelo autor

De acordo com a pesquisa O-D de 1998, a população de trabalhadores e estudantes por municípios se dá conforme a tabela 6.3.8 abaixo:

Tabela 6.3.8: Situação das atividades estudo e trabalho dos municípios da Grande Vitória em 1998

Cidade	Atividade	
	Trabalho	Estudo
Vitória	96763	77954
VilaVelha	105816	79375
Serra	92334	84101
Cariacica	92326	80829
Viana	14339	13601
Total	401578	335860

Fonte: dados da pesquisa O-D 1998

Uma estimativa de oferta de emprego para o município de vitória-ES consiste em multiplicar para cada município a porcentagem de trabalhadores que atuam em Vitória pelo respectivo número de trabalhadores do município, obtendo-se, dessa forma, para cada município o número de trabalhadores que atuam em Vitória; por fim somam-se esses trabalhadores, obtendo-se, assim, oferta de emprego estimada para o município de Vitória-ES.

Procedendo de maneira análoga para oferta de matrículas escolares, chega-se à estimativa de matrículas escolares para o município de Vitória-ES. Isso pode ser melhor visualizado na tabela 6.3.9 abaixo.

Tabela 6.3.9: A estimativa de oferta de emprego e matrículas escolares para o município de Vitória-ES em 1998.

Cidade	Atividade	
	Oferta de Emprego	Oferta de Matr. Escolares
Vitória	76626	69461
VilaVelha	22027	5250
Serra	20967	9371
Cariacica	21707	4663
Viana	2356	659
Total	143683	89405

Fonte: dados estimados pelo autor

Como pode ser observado na tabela 6.3.9, o total indicado na última linha informa as ofertas de emprego e matrículas escolares para o município de Vitória-ES.

Estimada a oferta de emprego e matrículas escolares para o município de Vitória-ES, resta agora estimar essas ofertas para cada macrozona, ou seja, distribuir as ofertas de emprego e matrículas escolares por macrozona. Para isso, estimou-se primeiro a porcentagem de emprego e matrículas escolares por macrozonas.

Tabela 6.3.10: Porcentagem estimada por macrozona de emprego e oferta de matrículas ofertadas Vitória-ES em 1998

Macrozona	% Oferta de Emprego	% Oferta de Matrícula Esc.
1	0,34	0,22
2	0,05	0,13
3	0,12	0,11
4	0,08	0,04
5	0,15	0,13
6	0,05	0,04
7	0,00	0,01
8	0,02	0,01
9	0,02	0,04
10	0,02	0,05
11	0,07	0,10
12	0,02	0,04
13	0,06	0,07
Total	1,00	1,00

Fonte: dados estimados pelo autor

As estimativas de oferta de emprego e oferta de matrículas escolares para cada macrozona são obtidas pelo produto das porcentagem estimadas por cada município (tabela 6.3.10) pela oferta de emprego e oferta de matrículas estimadas para o município de Vitória-ES, respectivamente.

Tabela 6.3.11: Oferta de emprego e matrículas escolares por macrozona estimadas para o município de Vitória-ES em 1998

Macrozona	Oferta de Emprego	Oferta de Matrícula Esc.
1	49141	19988
2	7742	11394
3	17697	9576
4	11008	3757
5	20936	11664
6	6505	3708
7	685	810
8	2791	1326
9	2528	3585
10	2317	4690
11	10745	8668
12	2844	3880
13	8743	6360
Total	143683	89405

Fonte: dados estimados pelo autor

População de estudantes e ocupados

População de estudante representa o número de habitantes que somente realizam a atividade de estudo, e população de trabalhadores ou ocupados representa o número de habitantes que exercem somente a atividade de trabalho.

Para cada macrozona estima-se a proporção da população de estudantes e a proporção da população de trabalhadores. A população de estudantes para cada macrozona será estimada multiplicando-se a proporção de estudantes encontrada pelo total de estudantes no município de Vitória-ES em 1998 (79925). A população de trabalhadores é estimada de maneira análoga. Realizando o procedimento comentado acima, é encontrada a tabela 6.3.13 abaixo com as estimativas das populações de estudantes e ocupados para o município de Vitória-ES.

Tabela 6.3.12: Porcentagem e populações estimadas de estudantes e ocupados por macrozona no município de Vitória-ES em 1998

Macrozona	Pop. de Estudantes		Pop. de Ocupados	
	%	Pop. Est.	%	Pop. Ocup.
1	0,29	9090	0,38	12028
2	0,24	2569	0,37	4050
3	0,28	5102	0,38	6873
4	0,29	1854	0,42	2720
5	0,31	5104	0,4	6722
6	0,27	9435	0,38	13463
7	0,31	2205	0,38	2721
8	0,28	2072	0,37	2734
9	0,29	7105	0,33	8069
10	0,35	9115	0,33	8580
11	0,36	13245	0,36	13491
12	0,24	4057	0,34	5703
13	0,28	8971	0,36	11534
Total		79924		98688

Fonte: dados estimados pelo autor

Foram mostrados os métodos empregados para estimar os valores das variáveis para cada macrozona do município de Vitória-ES para o ano de 1998. Método semelhante foi empregado para estimar os valores das variáveis por macrozona para o ano de 2007. Exceto a variável população 2007 por macrozona, em que foi calculada a proporção da população para cada macrozona em 1998, e de posse da população do município de Vitória-ES em 2007 dada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) foi considerado que a população das macrozonas de 2007 manteve mesma proporção da de 1998.

Para uma melhor visualização das variáveis, nas tabelas 6.3.13 e 6.3.14 estão expostos os valores das variáveis socioeconômicas do município de Vitória-ES, para os anos de 1998 e 2007.

Tabela 6.3.13: Variáveis socioeconômicas do município de Vitória-ES em 1998

Macrozona	População	Área Km²	Densidade Pessoas/km²	Automóvel	Renda	Oferta de Emprego	Oferta de Matriculas Escolares	População de Estudantes	População de Ocupados
1	31729	4,31	7362,06	11272	4,01	49141	19988	9090	12028
2	10934	2,87	3805,49	2838	3,24	7742	11394	2569	4050
3	17916	4,31	4157,01	5163	4,03	17697	9576	5102	6873
4	6475	5,75	1126,74	4887	5,79	11008	3757	1854	2720
5	16722	4,31	3879,92	6523	6,71	20936	11664	5104	6722
6	35309	4,31	8192,58	3390	2,41	6505	3708	9435	13463
7	7131	4,31	1654,69	532	3,39	685	810	2205	2721
8	7367	2,87	2563,86	808	1,95	2791	1326	2072	2734
9	24209	7,18	3370,31	1379	1,89	2528	3585	7105	8069
10	26111	7,18	3635,04	808	0,98	2317	4690	9115	8580
11	37299	7,18	5192,68	7370	4,79	10745	8668	13245	13491
12	16670	10,06	1657,62	296	2,24	2844	3880	4057	5703
13	32039	20,11	1593,00	3035	3,17	8743	6360	8971	11534
Total	269911	84,76		48301		143683	89405	79925	98688

Fonte: dados estimados pelo autor a partir da pesquisa O-D 1998

Tabela 6.3.14: Variáveis socioeconômicas do município de Vitória-ES em 2007

Macrozona	População	Área Km²	Densidade Pessoas/km²	Automóvel	Renda (S.M)	Oferta de Emprego	Oferta de Matriculas Escolares	População de Estudantes	População de Ocupados
1	37434	4,31	8685,78	7568	3,19	44652	6022	6300	10266
2	12900	2,87	4489,73	7703	3,12	7356	6471	5305	12140
3	21137	4,31	4904,46	9189	3,73	27746	17523	8295	8668
4	7639	5,75	1329,33	9595	5,58	21681	4236	3938	8813
5	19728	4,31	4577,53	10000	5,04	28263	6807	3072	8887
6	41657	4,31	9665,63	7433	2,78	12002	3684	5808	11808
7	8414	4,31	1952,21	6622	2,64	9464	3909	6672	10255
8	8691	2,87	3024,84	4865	2,68	6195	2459	5133	12190
9	28562	7,18	3976,30	5135	1,86	5420	4769	5887	8924
10	30806	7,18	4288,63	12703	1,81	5420	8481	6750	9028
11	44006	7,18	6126,34	12298	4,87	20132	17411	6068	8394
12	19667	10,06	1955,67	10946	2,71	8130	5910	6157	8794
13	37800	20,11	1879,43	20136	2,92	18584	5910	6489	10656
Total	318442	84,76		124193		215045	93592	75875	128823

Fonte: dados estimados pelo autor a partir da pesquisa O-D 2007

6.4 PREPARAÇÃO DAS MATRIZES DE IMPEDÂNCIA

A impedância a ser considerada neste estudo é o tempo de viagem porta a porta em minutos para cada modo (coletivo e individual) e motorizada (considerando ambos os modos), de forma que o tempo de viagem porta a porta de uma macrozona *i* do município de Vitória-ES para uma macrozona *j* também do município de Vitória, foi determinada com base nos bancos de dados das pesquisas O-D realizadas na Região Metropolitana da Grande Vitória em 1998 e 2007, como sendo o tempo médio que um morador da macrozona *i* leva para chegar ao seu destino na macrozona *j*, para os respectivos modos. Procedendo dessa maneira, foram encontradas as matrizes de impedância apresentadas nos anexos 1 a 6.

6.5 PREPARAÇÃO DAS MATRIZES O-D OBSERVADAS

As matrizes observadas, necessárias para o desenvolvimento desta dissertação, são as matrizes O-D, considerando cada modo e propósito de viagem separadamente para os anos de 1998 e 2007, e as matrizes O-D motorizadas (coletivo e individual) obtidas dos bancos de dados das pesquisas O-D realizadas na Grande Vitória em 1998, com origem na residência e destino qualquer, ao longo do dia, no município de Vitória-E.S, para os propósitos de viagens a trabalho, a estudo e a outros. Dessa forma, chegou-se às matrizes apresentadas nos anexos 7 a 21.

6.6 CALIBRAÇÃO DOS MODELOS SEQUENCIAIS

6.6.1 DE PRODUÇÃO E ATRAÇÃO DE VIAGENS

A primeira etapa do método sequencial consiste no processo de geração (produção e atração) de viagens, e cada propósito de viagens será realizado pelo método de regressão linear, com objetivo de encontrar um modelo de produção e de atração para cada propósito de viagem em estudo, utilizando como variáveis explicativas as que influenciam a geração de viagens como população, população de trabalhadores, população de estudantes, densidade, renda, número de automóveis, com influência na produção de viagem, oferta de emprego e oferta de matrículas escolares. Com influência na atração, a variável resposta será o número de viagens produzidas e ou atraídas respectivamente para cada propósito de viagem. Para auxiliar na determinação dos modelos, será primeiramente analisada a matriz de correlação das variáveis explicativas em estudo, como mostra o quadro 6.6.1, para verificar qual ou quais variáveis podem pertencer a um mesmo modelo, assim evitando o problema de multicolineariedade. Após a análise das correlações através do *software* estatístico Minitab 15, faz-se o processo de *stepwise*, e testes estatísticos, adotando nível de significância de 5% para os parâmetros e de 1% para os testes de normalidade dos resíduos para a escolha do modelo mais viável.

Quadro 6.6.1: Matriz de correlação das variáveis socioeconômicas do município de Vitória-ES em 1998

	Pop.	Área	Dens.	Automóvel	Renda	Oferta Emp.	Oferta Matr	Pop. Ocup.	Pop. Est.
Pop.	1,000	0,395 0,182	0,655 0,015	0,415 0,159	-0,133 0,665	0,291 0,334	0,341 0,255	0,972** 0,000	0,993** 0,000
Área	0,395 0,182	1,000	-0,371 0,212	-0,156 0,661	-0,142 0,643	-0,165 0,59	-0,134 0,662	0,348 0,244	0,352 0,238
Dens.	0,655 0,015	-0,371 0,212	1,000	0,575 0,040	-0,006 0,985	0,527 0,064	0,535 0,060	0,598 0,031	0,703** 0,007
Automovel	0,415 0,159	-0,156 0,661	0,575 0,040	1,000	0,659 0,014	0,907 0,020	0,851 0,015	0,420 0,153	0,487 0,092
Renda	-0,133 0,665	-0,142 0,643	-0,006 0,985	0,659 0,014	1,000	0,475 0,101	0,432 0,140	-0,089 0,773	-0,051 0,868
Oferta Emp	0,291 0,334	-0,165 0,59	0,527 0,064	0,907 0,020	0,475 0,101	1,000	0,902 0,011	0,250 0,411	0,357 0,232
Oferta Matr	0,341 0,255	-0,134 0,662	0,535 0,060	0,851 0,015	0,432 0,140	0,902 0,011	1,000	0,312 0,299	0,389 0,189
Pop. Ocup.	0,972** 0,000	0,348 0,244	0,598 0,031	0,420 0,153	-0,089 0,773	0,250 0,411	0,312 0,299	1,000	0,955** 0,000
Pop. Est.	0,993** 0,000	0,352 0,238	0,703** 0,007	0,487 0,092	-0,051 0,868	0,357 0,232	0,389 0,189	0,955** 0,000	1,000

Observando os coeficientes de correlação linear com seus respectivos p-valor no quadro 6.6.1, é percebido que ao nível de significância de 1% existe uma correlação significativa entre os pares de variáveis **População x População de Ocupados**, **População x População de Estudantes**, **População de Ocupados x População de Estudantes** e **População de Estudantes x Densidade**. Portanto, esses pares de variáveis correlacionadas não devem serem incluídos em um mesmo modelo.

Viagens produzidas para propósito trabalho (VPT)

$$VPT_i = 1,53aut_i - 173renda_i + 0,296Pop.Ocup_i. \quad (6.1)$$

Observando o modelo (6.1), pode-se observar que o intercepto não foi significativo, as variáveis *automóveis* (aut_i) e *população de Ocupados* ($Pop. Ocup.$) têm uma relação direta com o número de viagens produzidas para o trabalho, ou seja, aumentando o número de automóveis e ou aumentado o número de população de trabalhadores, aumentará o número de viagens produzidas para o trabalho. Já na variável renda (em salário mínimo), existe uma relação inversa com o número de viagens produzidas para o trabalho. Assim, à medida que a renda média aumenta, o número de viagens produzidas para o trabalho diminui. Ao substituir no modelo 6.1 os menores valores das variáveis número de automóveis (4865) e população de ocupados (8394) e o maior valor da variável renda média (5,58) contida na tabela 6.3.14, ocorrem, no mínimo, 8.963 viagens produzidas para o propósito trabalho. Assim, o modelo é válido para as 13 macrozonas estudadas, pois não prevê valores negativos.

Viagens produzidas para propósito estudo (VPE)

$$VPE_i = 584renda_i + 0,367Pop.Est_i. \quad (6.2)$$

Observando o modelo (6.2), pode-se constatar que o intercepto não foi significativo e as variáveis *renda* (em salários mínimos) e *população de estudantes* ($Pop.Est.$) têm uma relação direta com o número de viagens produzidas para motivo estudo, ou seja, quanto maior for a renda média e a população de estudantes da zona, maior será o número de viagens produzidas para o motivo estudo. Ao substituir no modelo

6.2 os menores valores das variáveis renda média (1,81) e população de estudantes (3072) contida na tabela 6.314, ocorrem, no mínimo, 2.184 viagens produzidas para o propósito estudo. Assim, o modelo é válido para as 13 macrozonas estudadas.

Viagens produzidas para propósito Outros (VPE)

$$VPO_i = 0,159dens_i + 0,411aut_i. \quad (6.3)$$

Observando o modelo (6.3), pode-se constatar que o intercepto não foi significativo e as variáveis que melhor explicam a produção de viagens para o motivo outros são *densidade populacional* e *número de automóveis*, tendo ambas uma relação direta com o número de viagens produzidas para o motivo outros, ou seja, aumentando a densidade populacional e o número de automóveis da zona, maior será o número de viagens produzidas para o motivo outros. Ao substituir no modelo 6.3 os menores valores das variáveis densidade (1329,33) e número de automóveis (4865) contidas na tabela 6.3.14, ocorrem, no mínimo, 5076 viagens produzidas para propósito outros. Assim, o modelo é válido para as 13 macrozonas estudadas.

Viagens atraídas para propósito Trabalho (VAT)

$$VAT_j = 0,698Oferta\ de\ Emprego_j \quad (6.4)$$

Observando o modelo (6.4), pode-se constatar que a variável que melhor explicou viagens atraídas para a macrozona por motivo emprego foi *oferta de emprego* na zona. Tendo esta uma relação direta com viagens atraídas para o motivo trabalho, ou seja, quanto maior for a oferta de emprego de uma macrozona, maiores serão as viagens atraídas pela macrozona por motivo trabalho. Ao substituir no modelo 6.4 os menores valores da variável oferta de emprego (5420) contida na tabela 6.3.14, ocorrem, no mínimo, 3.783 viagens atraídas para propósito trabalho. Assim, o modelo é válido para as 13 macrozonas estudadas.

Viagens atraídas para propósito estudo (VAE)

$$VAE_j = 0,564 \text{ Oferta de Matrícula}_j \quad (6.5)$$

Observando o modelo (6.5), pode-se constatar que a variável que melhor explicou viagens atraídas para a macrozona por motivo estudo foi *oferta de matrículas escolares* na macrozona. Tendo esta uma relação direta com viagens atraídas para o motivo estudo, ou seja, quanto maior for a oferta de matrículas escolares de uma macrozona, maiores serão as viagens atraídas pela macrozona por motivo estudo. Ao substituir no modelo 6.5 o menor valor da variável oferta de matrícula escolar (2459) contida na tabela 6.3.14, ocorrem, no mínimo, 1.387 viagens atraídas para propósito estudo. Assim, o modelo é válido para as 13 macrozonas estudadas.

Viagens atraídas para propósito outros (VAO)

$$VAO_i = \exp(-4,55) \cdot \text{Oferta de emprego}_j^{1,3} \quad (6.6)$$

Observando o modelo (6.6), pode-se constatar que a variável que melhor explicou as viagens atraídas para a macrozona por motivo outros foi oferta de emprego na macrozona. Tendo esta uma relação direta com viagens atraídas por motivo outros, ou seja, quanto maior for a oferta de emprego de uma macrozona, maiores serão as viagens atraídas pela macrozona por motivo outros. Ao substituir no modelo 6.6 o menor valor da variável oferta de emprego (5420) contida na tabela 6.3.14, ocorrem, no mínimo, 755 viagens atraídas para propósito outros, para uma certa macrozona *i*. Assim, o modelo é adequado para as 13 macrozonas estudadas.

O quadro 6.6.1.1 a seguir apresenta um resumo dos modelos de produção e atração de viagens para cada motivo, com seus respectivos coeficientes de determinação.

Quadro 6.6.1.1: Resumo dos modelos calibrados de produção e atração de viagens

	Propósito	Modelo	R ²
Produção	Trabalho	$VPT_i = 1,53 \text{ aut} - 173 \text{ renda}_i + 0,269 \text{ Pop.Ocup}_i$	0,94
	Estudo	$VPE_i = 584 \text{ renda}_i + 0,367 \text{ Pop.Est.}_i$	0,70
	Outros	$VPO_i = 0,159 \text{ dens}_i + 0,411 \text{ aut.}_i$	0,97
Atração	Trabalho	$VAT_j = 0,698 \text{ Oferta de Emprego}_j$	0,98
	Estudo	$VAE_j = 0,564 \text{ Oferta de Matrícula Escolar}_j$	0,69
	Outros	$VAO_j = \exp -4,55 \text{ Oferta de Emprego}_j^{1,3}$	0,93

Aplicando os modelos do quadro 6.6.1.1, as respectivas variáveis com os dados de 2007 tabela 6.3.14 chega-se a viagens produzidas e atraídas para cada motivo de viagem, apresentada no quadro 6.6.1.2.

Quadro 6.6.1.2: Produção e atração de viagens estimadas para cada propósito da viagem em 2007 para o município de Vitória-ES

Macrozona	VPT	VPE	VPO	VAT	VAE	VAO
1	15674,79	5030,05	4491,49	31167,10	3396,41	11715,30
2	12810,67	2717,29	3879,80	5134,49	3649,64	1123,56
3	16069,34	3956,03	4556,49	19366,71	9882,97	6311,33
4	14765,79	3904,58	4154,91	15133,34	2389,10	4579,98
5	17025,46	4721,44	4837,83	19727,57	3839,15	6464,63
6	16093,58	4910,53	4591,80	8377,40	2077,78	2123,19
7	10726,37	2309,95	3032,04	6605,87	2204,68	1559,04
8	8036,15	2287,12	2480,47	4324,11	1386,88	898,70
9	10652,46	3561,75	2742,72	3783,16	2689,72	755,37
10	22437,68	4232,84	5902,83	3783,16	4783,28	755,37
11	23186,18	7458,61	6028,57	14052,14	9819,80	4159,23
12	18482,03	2996,27	4809,76	5674,74	3333,24	1279,61
13	34759,51	4830,76	8574,72	12971,63	3333,24	3748,36
Total	220720,01	52917,25	60083,41	150101,41	52785,89	45473,66

6.6.2 DE DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS

Conforme foi visto no capítulo 2, os modelos de distribuição de viagens se enquadram em dois grupos principais: modelos de fatores de crescimento e modelos sintéticos. Segundo KAWAMOTO (1999), os modelos do fator de crescimento não são recomendáveis para previsão de longo prazo, por não levar em conta mudanças nos custos de transportes devido a mudanças ocorridas na rede. Já os modelos sintéticos consideram fatores externos (custos de viagem como tempo distância), fatores que influenciam na decisão de viagens. Por esses motivos expostos acima, o modelo sintético gravitacional foi escolhido para fazer a distribuição das viagens para todos os propósitos de viagem (trabalho, estudo e outros) no município de Vitória-ES em 2007.

De posse das estimativas de viagens produzidas e atraídas para todos os propósitos de viagem em estudo, mostradas na tabela 6.6.1.2, e da matriz de impedância conjunta em 2007 de viagens, e com auxílio do software transCAD 4.8 for Windows e suas rotinas de calibração e distribuição, faz-se a distribuição das viagens entre as macrozonas de estudo pelo método da distribuição gravitacional, assim estimando as matrizes O-D futuras (2007) para cada propósito de viagem. O modelo escolhido

para as distribuições de viagens para cada propósito de viagem é o modelo gravitacional dado por:

$$V_{ij} = P_i \left[\frac{A_j f c_{ij}}{\sum_x A_x f c_{ix}} \right] \quad (6.7)$$

Onde:

V_{ij} : Viagens com origem em **i** e destino em **j**;

P_i : Viagens produzidas pela zona **i**;

A_j : Viagens atraídas para a zona **j**;

$f(c_{ij})$: função de impedância entre a zona **i** e **j**.

Determinação e calibração da função impedância

Fazendo um histograma de distribuição de frequência das viagens em 1998 por categoria de tempo de viagem para cada propósito de viagem, como pode ser observado nas figuras 6.5.2.1 a 6.5.2.3 que dentre os possíveis tipos de funções de impedância (inversa, exponencial, e combinada (gama)), a que mais se aproximou foi a função gama para todos os propósitos de viagem.

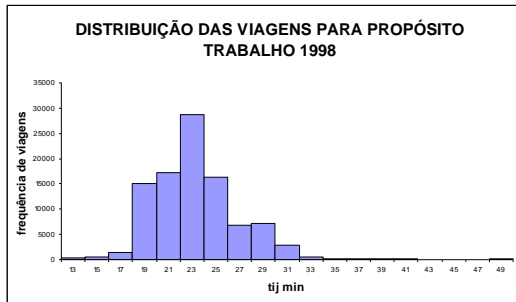


Fig.6.6.2.1: histograma viagens observadas para propósito trabalho1998

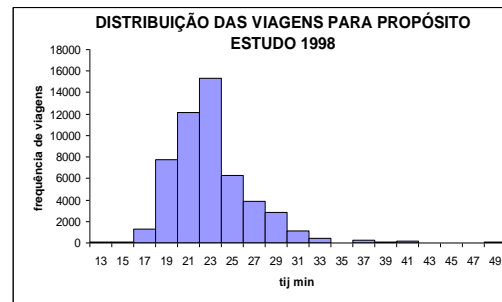


Fig.6.6.2.2: histograma viagens observadas para propósito estudo1998

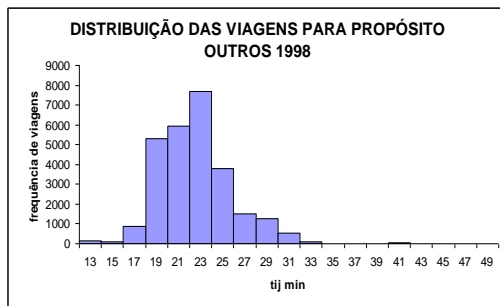


Fig.6.6.2.3: histograma viagens observadas para propósito outros1998

Observando os três histogramas, nota-se que as viagens curtas (tempo de viagem curto) e as viagens longas (tempo de viagem longo) ocorreram com menos frequência, isso é um caso típico de viagens motorizadas, pois as viagens curtas são realizadas em sua maioria pelo modo a pé, e as viagens longas são sempre evitadas, qualquer que seja o modo.

A estimação dos parâmetros na calibragem das funções de impedância é realizada no software transCAD 4.8, em dois passos: primeiro através de processos interativos, uma tabela de fator de fricção, valores de uma função de impedância são encontrados, em seguida é feita uma regressão linear, utilizando-se as linhas da tabela do fator de fricção, encontrado no passo anterior, para estimar os novos valores dos parâmetros da função gama, ou seja, a calibração da função consiste em encontrar os três parâmetros da seguinte equação. $\ln(F)=\ln(a)-b(\ln(t_{ij}))-c(t_{ij})$.

Onde:

F: fator de fricção;

t_{ij} : medida de impedância;

a, b, e c: parâmetros a serem estimados.

Procedendo dessa maneira, chega-se ao quadro (6.6.2.1) de parâmetros estimados para cada propósito de viagem.

Quadro 6.6.2.1: Parâmetros estimados para cada propósito de viagem

Propósito	Função de Impedância	Parâmetros estimados		
		a	b	c
Trabalho	Gama	2,94	1,28	0,09
Estudo	Gama	2,94	1,28	0,09
Outros	Gama	2,94	1,28	0,09

Conhecido o tipo da função de impedância e calibrados os parâmetros da mesma, é possível determinar a função de impedância.

Um resumo das funções de impedância para cada propósito de trabalho é apresentado no quadro 6.6.2.2.

O quadro 6.6.2.2: funções de impedância calibradas para cada propósito de viagem

Propósito	Função de Impedância
Trabalho	$f t_{ij} = 2,94 t_{ij}^{-1,28} \exp -0,09 t_{ij}$
Estudo	$f t_{ij} = 2,94 t_{ij}^{-1,28} \exp -0,09 t_{ij}$
Outros	$f t_{ij} = 2,94 t_{ij}^{-1,28} \exp -0,09 t_{ij}$

Note que os três propósitos de viagem obtiveram a mesma função de impedância. Isso significa que na área de estudo (município de Vitória-ES) o tempo médio de viagem é o mesmo, independente do propósito de viagem.

Com as funções de impedância determinadas e calibradas, os modelos

$$\text{gravitacionais a serem usados são do tipo: } V_{ij} = P_i \left[\frac{A_j a t_{ij}^{-b} e^{-c t_{ij}}}{\sum_x A_x a t_{ix}^{-b} e^{-c t_{ix}}} \right] \quad (6.8)$$

Onde:

V_{ij} : Número de viagens com origem em **i** e destino em **j**;

P_i : Número de viagens produzidas na zona **i**;

A_j : Número de viagens atraídas na zona **j**;

t_{ij} : tempo de viagem entre a zona **i** e **j**;

a, b e c: parâmetros a serem calibrados.

Aplicando no software TransCAD 4.8 o modelo gravitacional da equação 6.8 com os respectivos parâmetros encontrados na calibração da função de impedância, chega-se às matrizes O-D motorizadas para cada propósito de viagem estimada para município de Vitória ES em 2007.

6.6.3 DE DIVISÃO MODAL

A terceira etapa do método sequencial, que consiste em alocar as viagens por diferentes modos de transportes, será realizada pelo método determinístico regressão linear, com objetivo de encontrar um modelo de divisão modal de distribuição, utilizando como variáveis explicativas as variáveis que influenciam a escolha modal como: tempo de viagem pelo modo coletivo (t_{ijC}) e individual (t_{ijI}), renda média na origem ($Renda_i$), número de automóveis na origem (Aut_i) e a diferença entre o tempo coletivo e individual ($t_{ijC}-t_{ijI}$). A variável resposta será a

proporção de viagens esperadas para cada modo em estudo. Como se trata apenas de dois modos de viagens, Coletivo e Individual, estimada a proporção de viagem para qualquer um dos modos, o outro modo é encontrado pela expressão $PV_C + PV_I = 1$, onde PV_C é proporção de viagem pelo modo coletivo, e PV_I é proporção de viagem pelo modo individual.

Proporção de viagens para o modo individual e propósito trabalho (PVIT)

$$PVIT = 0,5 - 0,014t_{ijt} + 0,1Renda_i \quad (6.9)$$

A proporção de viagens pelo modo individual e propósito trabalho é melhor explicada pelas variáveis tempo de viagem, realizada pelo modo individual, e renda média, sendo que o tempo de viagem pelo modo individual tem uma relação inversamente proporcional à proporção de viagem pelo modo individual e propósito trabalho, e a renda tem uma relação diretamente proporcional, ou seja, aumentando a renda média a proporção de viagem pelo modo individual aumentará. Ao substituir os valores da variável *tempo de viagem pelo modo individual* de 2007 contidos no anexo 5 e os valores da variável *renda média* de 2007 contidos na tabela 6.3.14, observa-se pela matriz do anexo 43 que a proporção mínima de viagens geradas pelo modelo 6.9 é 0,001, e a proporção máxima de viagens geradas pelo modelo 6.9 é 0,910. Logo, o modelo é adequado a todas as 13 macrozonas.

Proporção de viagens para o modo individual e propósito estudo (PVIE)

$$PVIE = 0,49 - 0,011t_{ijt} + 0,064Renda_i \quad (6.10)$$

A proporção de viagens pelo modo individual e propósito estudo é melhor explicada pelas variáveis tempo de viagem, realizadas pelo modo individual, e renda média, sendo que o tempo de viagem pelo modo individual tem uma relação inversamente proporcional à proporção de viagem pelo modo coletivo e propósito outros, e a renda tem uma relação diretamente proporcional, ou seja, aumentando a renda média a proporção de viagem pelo modo individual aumentará. Ao substituir os valores da variável *tempo de viagem pelo modo individual* de 2007 contidos no anexo 5 e os valores da variável *renda média* de 2007 contidos na tabela 6.3.14, observa-se pela matriz do anexo 44 que a proporção mínima de viagens geradas

pelo modelo 6.10 é 0,058, e proporção máxima de viagens geradas pelo modelo 6.10 é 0,731. Logo, o modelo é adequado a todas as 13 macrozonas.

Proporção de viagens para o modo individual e propósito outros (PVIO)

$$PVIO = 0,56 - 0,01t_{ijC} + 0,096 Renda_i \quad (6.11)$$

A proporção de viagens pelo modo individual e propósito outros é melhor explicada pelas variáveis tempo de viagem, realizadas pelo modo coletivo, e renda média, sendo que o tempo de viagem pelo modo coletivo tem uma relação inversamente proporcional à proporção de viagem pelo modo coletivo e propósito outros, e a renda tem uma relação diretamente proporcional, ou seja, aumentando a renda média a proporção de viagem pelo modo individual aumentará. Ao substituir os valores da variável *tempo de viagem pelo modo coletivo* de 2007 contidos no anexo 4 e os valores da variável *renda média* de 2007 contidos na tabela 6.3.14, observa-se pela matriz do anexo 45 que a proporção mínima de viagens geradas pelo modelo 6.11 é 0,039, e a proporção máxima de viagens geradas pelo modelo 6.11 é 0,996. Logo, o modelo é adequado a todas as 13 macrozonas.

Resumindo todos os modelos no quadro 6.6.3.1, com seus respectivos índices de determinação, tem-se:

Quadro 6.6.3.1: modelos de divisão modal para modo individual e propósitos: trabalho, estudo e outros.

Modo	Propósito	Modelo	R ²	Coefficientes	Estatística t	Valor-P
Individual	Trabalho	$PVTI_{ij} = 0,5 - 0,014t_{ijI} + 0,1 Renda_i$	0,483	Intercepto	5,390	0,000
				t_{ijI}	-5,500	0,000
				Renda _i	8,500	0,000
	Estudo	$PVEI_{ij} = 0,49 - 0,011t_{ijI} + 0,064 Renda_i$	0,224	Intercepto	3,830	0,000
				t_{ijI}	-3,750	0,000
				Renda _i	3,170	0,002
	Outros	$PVOI_{ij} = 0,56 - 0,010t_{ijC} + 0,096 Renda_i$	0,263	Intercepto	2,870	0,005
				t_{ijC}	-2,200	0,030
				Renda _i	4,740	0,000

Observando no Quadro 6.6.3.1 o valor-p do teste t dos coeficientes e sabendo que o valor-p de todos os três modelos é 0,00. Conclui-se que os três modelos são explicativos, apesar do R² serem baixos.

6.7 CALIBRAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO DIRETO TRADICIONAL

Como já é sabido, o modelo direto tradicional procura, com uma única equação, modelar mais de uma etapa dos modelos seqüenciais. O modelo direto tradicional a ser calibrado nesta dissertação tem por finalidade prever para um ano futuro (2007) o volume de viagens diárias de pessoas que saíram de uma residência da macrozona **i** para qualquer destino na macrozona **j**, do município de Vitória-ES, pelo modo **M** (coletivo ou individual) e propósito de viagem **P** (a trabalho, a estudo e outros) (V_{ijm}^P). As variáveis explicativas utilizadas para a determinação desse modelo foram: t_{ijm} (tempo de viagem da macrozona **i** para a macrozona **j** via modo **m**), Pop_i (população da macrozona **i**), Pop_j (população da macrozona **j**), $renda_i$ (renda média em salário mínimo da macrozona **i**), $renda_j$ (renda média em salário mínimo da macrozona **j**), OE_i (oferta de emprego na macrozona **i**), OE_j (oferta de emprego na macrozona **j**), OM_i (oferta de matrículas escolares na macrozona **i**), OM_j (oferta de matrículas escolares na macrozona **j**), Aut_i (números de automóveis na macrozona **i**), $Pop\ Est_i$ (população de estudantes na macrozona **i**), $Pop\ Ocup_i$ (população de ocupados na macrozona **i**), t_{ijI}/t_{ijC} (a razão entre o tempo de viagem no modo individual e o tempo de viagem no modo coletivo), t_{ijC}/t_{ijI} (a razão entre o tempo de viagem no modo coletivo e o tempo de viagem no modo individual), $t_{ijC}-t_{ijI}$ (a diferença entre o tempo de viagem no modo coletivo e o modo individual), A_i (área em km^2 da macrozona **i**), A_j (área em km^2 da macrozona **j**), $dens_i$ (densidade populacional da macrozona **i**), $dens_j$ (densidade populacional da macrozona **j**), Pop_{pi} (população que realiza a atividade **p** na macrozona **i**), Pop_{pi}/pop_i (a razão entre a população que realiza a atividade **p** na macrozona **i** e a população da macrozona **i**), R_{pon} (renda média em salário mínimo ponderada pela população), OE_j/OE_i (razão entre a oferta de emprego na macrozona **j** e oferta de emprego na macrozona **i**), OM_j/OM_i (razão entre a oferta de matrículas escolares na macrozona **j** e oferta de matrículas escolares na macrozona **i**) e t_{ijm}/t_{ijmin} (razão entre o tempo de viagem via modo **m** e o menor tempo de viagem entre a zona **i** e **j**).

O primeiro passo para a criação do modelo direto tradicional foi gerar uma matriz de correlação entre as variáveis em estudo, considerando como variáveis correlacionadas aquelas com p-valor menor ou igual a 1%. Na matriz 6.7.1 é mostrada a correlação entre as variáveis com seu respectivo p-valor.

Quadro 6.7.1 Matriz de correlação entre as variáveis em estudo para calibração do modelo direto tradicional

	VIJ	TJUM	POPI	POPJ	RENDAI	RENDAJ	OEI	OEJ	OMI	OMJ	AUTI	POPESTI	POPTRABI	TI/TC	TC/TI	TC-TI	AI	AJ	DENSI	DENSJ	POPPI	POPPI/PI	RPON	OEJ/OEI	OMJ/OMI	T/TMIN
VIJ	1,000	-,116**	,178**	,111**	,155**	,290**	,292**	,458**	,283**	,435**	,308**	,170**	,199**	-,016	-,064*	-,053	-,035	-,097**	,227**	,226**	,209**	,132**	,300**	-,001	-,019	-,060
TJUM	-,116**	1,000	,023	-,021	-,204*	-,018	-,124**	-,063*	-,096**	-,060	-,176*	,019	-,010	,033	-,021	,174**	,153**	,118**	-,120**	-,119**	,022	,000	-,168**	,110**	,063*	,517**
POPI	,178**	,023	1,000	,000	-,133*	,000	,291**	,000	,341**	,000	,415*	,972**	,993**	-,026	-,024	,007	,395**	,000	,655**	,000	,966**	,000	-,066*	-,227**	-,364**	-,020
POPJ	,111**	-,021	,000	1,000	,000	-,133*	,000	,291*	,000	,341*	,000	,000	,000	,071*	-,011	-,067*	,000	,395**	,000	,655**	,000	,000	-,066*	,146**	,165**	,018
RENDAI	,155**	-,204*	-,133*	,000	1,000	,000	,475**	,000	,432**	,000	,659*	-,089**	-,051	,067*	-,062*	-,094**	-,142**	,000	-,006	,000	-,128**	,000	,661**	-,180**	-,172**	-,025
RENDAJ	,290**	-,018	,000	-,133*	,000	1,000	,000	,475**	,000	,432**	,000	,000	,000	-,095**	,019	,037	,000	-,142**	,000	-,006	,000	,000	,661**	,239**	,209**	-,017
OEI	,292**	-,124**	,291**	,000	,475**	,000	1,000	,000	,902**	,000	,907**	,250**	,357**	,015	-,071*	-,065*	-,165**	,000	,527**	,000	,282**	,000	,344**	-,269**	-,323**	-,064*
OEJ	,458**	-,063*	,000	,291**	,000	,475**	,000	1,000	,000	,902*	,000	,000	,000	-,035	-,039	-,019	,000	-,165**	,000	,527**	,000	,000	,344**	,503**	,437**	-,051
OMI	,283**	-,096**	,341**	,000	,432**	,000	,902**	,000	1,000	,000	,851**	,312**	,389**	,024	-,080*	-,049	-,134**	,000	,535**	,000	,329**	,000	,330**	-,320**	-,451**	-,064*
OMJ	,435**	-,060	,000	,341*	,000	,432**	,000	,902*	,000	1,000	,000	,000	,000	-,039	-,037	-,028	,000	-,134**	,000	,535**	,000	,000	,330**	,453**	,484**	-,054
AUTI	,308**	-,176*	,415*	,000	,659*	,000	,907**	,000	,851**	,000	1,000	,420**	,487**	,055	-,090**	-,103**	-,156**	,000	,575**	,000	,401**	,000	,468**	-,326**	-,379**	-,057
POP ESTI	,170**	,019	,972**	,000	-,089**	,000	,250**	,000	,312**	,000	,420**	1,000	,955**	,014	-,056	-,030	,348**	,000	,598**	,000	,939**	,000	-,032	-,197**	-,336**	-,030
POP TRABI	,199**	-,010	,993**	,000	-,051	,000	,357**	,000	,389**	,000	,487**	,955**	1,000	-,031	-,021	,003	,352**	,000	,703**	,000	,959**	,000	-,010	-,246**	-,369**	-,020
TI/TC	-,016	,033	1,000	,071*	,067*	-,095**	,015	-,035	,024	-,039	,055	,014	-,031	1,000	-,898**	-,918**	-,007	,067*	-,061	,038	-,025	,000	-,010	,026	,045	-,381**
TC/TI	-,064*	-,021	-,024	-,011	-,062*	,019	-,071*	-,039	-,080*	-,037	-,090**	-,056	-,021	-,898**	1,000	,879**	-,021	,017	,020	-,052	-,023	,000	-,037	-,052	-,057	,515**
TC-TI	-,053	,174**	,007	-,067*	-,094**	,037	-,065*	-,019	-,049	-,028	-,103**	-,030	,003	-,918**	,879**	1,000	,045	,013	,003	-,096**	,007	,000	-,075*	-,018	-,052	,409**
AI	-,035	,153**	,395**	,000	-,142**	,000	-,165**	,000	-,134**	,000	-,156**	,348**	,352**	-,007	-,021	,045	1,000	,000	-,371**	,000	,381**	,000	-,111**	-,063*	-,141**	-,006
AJ	-,097**	,118**	,000	,395**	,000	-,142**	,000	-,165**	,000	-,134**	,000	,000	,000	,067*	,017	,013	,000	1,000	,000	-,371**	,000	,000	-,111**	-,083**	-,065*	,056
DENSI	,227**	-,120**	,655**	,000	-,006	,000	,527**	,000	,535**	,000	,575**	,598**	,703**	-,061	,020	,003	-,371**	,000	1,000	,000	,633**	,000	,028	-,220**	-,275**	-,010
DENSJ	,226**	-,119**	,000	,655**	,000	-,006	,000	,527**	,000	,535**	,000	,000	,000	,038	-,052	-,096**	,000	-,371**	,000	1,000	,000	,000	,028	,265**	,259**	-,037
POPPI	,209**	,022	,966**	,000	-,128**	,000	,282**	,000	,329**	,000	,401**	,939**	,959**	-,025	-,023	,007	,381**	,000	,633**	,000	1,000	,225**	-,064*	-,219**	-,352**	-,019
POPPI/PI	,132**	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,225**	1,000	,000	,000	,000	,000
RPON	,300**	-,168**	-,066*	-,066*	,661**	,661**	,344**	,344**	,330**	,330**	,468**	-,032	-,010	-,010	-,037	-,075*	-,111**	-,111**	,028	,028	-,064*	,000	1,000	,092**	,095**	-,037
OEJ/OEI	-,001	,110**	-,227**	,146**	-,180**	,239**	-,269**	,503**	-,320**	,453**	-,326**	-,197**	-,246**	,026	-,052	-,018	-,063*	-,083**	-,220**	,265**	-,219**	,000	,092**	1,000	,857**	-,042
OMJ/OMI	-,019	,063*	-,364**	,165**	-,172**	,209**	-,323**	,437**	-,451**	,484**	-,379**	-,336**	-,369**	,045	-,057	-,052	-,141**	-,065*	-,275**	,269**	-,352**	,000	,095**	,857**	1,000	-,045
Tij/TMIN	-,060	,517**	-,020	,018	-,025	-,017	-,064*	-,051	-,064*	-,054	-,057	-,030	-,020	-,381**	,515**	,409**	-,006	,056	-,010	-,037	-,019	,000	-,037	-,042	-,045	1,000
	,055	,000	,522	,565	,433	,580	,042	,107	,040	,087	,070	,334	,521	,000	,000	,000	,842	,077	,746	,237	,536	1,000	,243	,181	,151	,

* Correlação é significativa ao nível de 0,01 (2-lados)

** Correlação é significativa ao nível de 0,05 (2-lados)

O segundo passo consiste em considerar para o estudo somente as variáveis explicativas que não se correlacionam e possuem correlação com a variável resposta (V_{ijm}^p), dessa forma, como pode ser observado na matriz de correlação 6.7.1, dentre as variáveis explicativas as que poderão fazer parte do modelo serão: T_{ijm} , Pop_i , Pop_j , Aut_i , OE_j , OM_j e Pop_{pi}/pop_i . Evitando assim o problema de multicolineariedade.

O terceiro passo, já de posse das variáveis apropriadas, com o auxílio do *software* minitab 15, utilizou-se a técnica de *stepwise* para gerar alguns modelos. O critério para a escolha do melhor modelo consistiu em escolher o modelo com melhor índice de determinação (R^2) e que obedecesse a todos os critérios necessários para a calibração de um modelo de regressão linear (normalidade dos erros, homocedasticidade), adotando um nível de significância de 5% para os testes dos coeficientes, chegando assim ao modelo (6.6.1), com um índice de determinação de $R^2 = 0,35$:

$$V_{ijm}^p = \exp(-17,84) pop_i^{0,694} pop_j^{-0,662} t_{ijm}^{-0,607} \left(\frac{pop_{pi}}{Pop_i} \right)^{0,241} OE_j^{1,21} OM_j^{0,825} Aut_i^{0,83}$$

(6.12)

Observando o modelo (6.12), pode ser notado que as variáveis Pop_i , Pop_{pi}/pop_i , OE_j , OM_j , Aut_i são diretamente proporcionais ao número de viagens, ou seja, aumentando o quantitativo dessas variáveis, o número de viagens aumentará, e as variáveis t_{ijm} , e p_j são inversamente proporcionais ao número de viagens, ou seja, aumentando o quantitativo dessas duas variáveis, o número de viagens diminuirá.

Onde:

V_{ijm}^p : viagens com origem na macrozona **i** destino em **j** pelo modo **m** e propósito **p**;

pop_i : população da macrozona **i**;

pop_j : população da macrozona **j**;

t_{ijm} : tempo de viagem de **i** para **j** via modo **m**;

pop_{pi} : população da macrozona **i** que realiza a atividade **p**;

OE_j : Oferta de emprego na macrozona j ;

OM_j : Oferta de matrículas escolares na macrozona j ;

Aut_i : número de automóveis na macrozona i .

Substituindo no modelo direto tradicional (6.12), os valores das variáveis socioeconômicas e tempo de viagem do ano de 2007, (apresentados na tabela 6.2.13, pág. 59 e as matrizes de impedância do anexos 4 e 5), obter-se-ão as matrizes O-D estimadas para o município de Vitória-ES em 2007, pelo método direto tradicional. Essas matrizes encontram-se nos anexos 31 a 36.

6.8 CALIBRAÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO DIRETO PROPOSTO

Pelo fato de o modelo proposto ser de regressão linear múltipla, ele é calibrado de maneira análoga ao modelo simultâneo tradicional. A diferença entre o modelo simultâneo tradicional e o proposto é a inclusão de variáveis *dummies* no modelo proposto, classificando o modo e propósito de viagem.

O modelo direto com a utilização de variáveis *dummies* também é resolvido em três passos. O primeiro passo é a eliminação de variáveis explicativas ou regressoras altamente correlacionadas, evitando assim problemas de multicolineariedade; no segundo passo, com o auxílio de *software* minitab 15, realiza-se a técnica de *stepwise* para gerar possíveis modelos; o terceiro e último passo consiste em, dentre os modelos gerados pelo método *stepwise*, escolher aquele que tem todos os pressupostos de um bom modelo de regressão linear (normalidade do erros, homocedasticidade e coeficientes estatisticamente diferentes de zero) e o melhor índice de determinação.

6.8.1 VARIÁVEIS

As variáveis utilizadas para a determinação do modelo simultâneo com utilização de variáveis *dummies* são divididas em quatro grupos: variáveis dependentes, variáveis independentes básicas, variáveis independentes derivadas e variáveis *dummies*.

Variável dependente

Viagens V_{ijm}^p : Número de viagens por dia de i para j pelo modo m e propósito p .

Variáveis independentes básicas:

t_{ijm} (tempo em minutos de viagem da macrozona **i** para a macrozona **j** via modo **m**),

Pop_i (população da macrozona **i**),

Pop_j (população da macrozona **j**),

$renda_i$ (renda média em salário mínimo da macrozona **i**),

$renda_j$ (renda média em salário mínimo da macrozona **j**),

OE_i (oferta de emprego na macrozona **i**),

OE_j (oferta de emprego na macrozona **j**),

OM_i (oferta de matrículas escolares na macrozona **i**),

OM_j (oferta de matrículas escolares na macrozona **j**),

Aut_i (números de automóveis na macrozona **i**),

$Pop\ Est_i$ (população de estudantes na macrozona **i**),

$Pop\ OCp_i$ (população de ocupados na macrozona **i**),

A_i, A_j (área em km^2 da macrozona **i**, e macrozona **j**),

Pop_{pi} (população que realiza a atividade **p** na macrozona **i**).

Variáveis independentes derivadas

$dens_i$ (densidade populacional da macrozona **i**, habitante por km^2);

$dens_j$ (densidade populacional da macrozona **j**, habitante por km^2);

Pop_{pi}/pop_i (a razão entre a população que realiza a atividade **p** na macrozona **i** e a população da macrozona **i**).

Todas as variáveis que representem o produto cruzado entre as variáveis regressoras e as *dummies*.

Variáveis *Dummies*

Modo (**M**): identifica o modo de transportes;

Propósito (**P₁** e **P₂**): identifica o propósito da viagem.

Analisando a matriz de correlação de Pearson, as variáveis explicativas, que não possuem alta correlação entre si e, portanto, poderão fazer parte do modelo, estão resumidas no quadro 6.8.1.1.

Quadro: 6.8.1.1: Resumo das variáveis em estudo

VARIÁVEIS			
Resposta	Básica	Dummy	Derivadas
V_{ijm}^P	tijm	M	*
	Popi	P1	
	Popj	P2	
	Auti		
	Rendai		
	OEJ		
	OMJ		

* representa todo produto cruzado das variáveis regressoras com as variáveis *dummies*.

6.8.2. CALIBRAÇÃO

Tomando o logaritmo natural das variáveis apropriadas e arrumando-as, conforme é apresentado na seção 5.4, no banco de dados do *software* estatístico minitab 15, realiza-se uma análise de regressão pelo método *stepwise* para geração de possíveis modelos que expliquem o número de viagens. Gerados os possíveis modelos, o critério de escolha do melhor modelo será o que obedece a todos os requisitos de um bom modelo de regressão linear, apresentados no capítulo 3, e que tenha o melhor índice de determinação. Procedendo dessa maneira, chegou-se ao seguinte modelo com um índice de determinação de $R^2 = 0,5$.

$$\ln(V_{ijm}^P) = -22,31 * P_1^{0,64} - 2,43 \ln(t_{ijm}) + 1,92 \ln(M) \ln(t_{ijm}) + 1,38 \ln(Pop_i) + 1,29 \ln(OE_j) + \\ + 0,46 \ln P_2 \ln OE_j + 0,35 \ln(OM_j) + 0,0001 \ln P_1 \ln OM_j + 2,21 \ln(renda_i) - (6.13) \\ - 4,51 \ln M \ln(Renda_i) + 2,47 \ln M \ln P_1 \ln(Renda_i)$$

Como a equação 6.13 explica o logaritmo das viagens e não as viagens, é necessário que uma transformação apropriada seja realizada para se obter uma equação que explique o volume de viagens. Sendo a função logarítmica a inversa da função exponencial, tomando a exponencial em ambos os lados da equação 6.13, chega-se ao modelo (equação) (6.14):

$$V_{ijm}^P = \exp(-22,31) P_1^{0,64} \frac{Pop_i^{1,38} OE_j^{1,29+0,46 \ln P_2} OM_j^{0,35+0,0001 \ln P_1} Renda_i^{2,21-4,51 \ln M+2,47 \ln M \ln P_1}}{t_{ij}^{2,43-1,92 \ln M}} \quad (6.14)$$

Onde:

V_{ijm}^p : Viagens com origem em i destino em j pelo modo m e propósito p ;

Pop_i : População da macrozona i ;

OE_j : Emprego ofertado na macrozona j ;

OM_j : Densidade populacional da macrozona j ;

$Renda_i$: Renda média em salários mínimos da macrozona i ;

t_{ijm} : Tempo de viagem em minutos da macrozona i para macrozona j ;

M: Variável *dummy* = 2 se for modo coletivo, 1 se for modo Individual;

P₁: Variável *dummy* = 2 se o propósito da viagem for a estudo, 1 se for outro qualquer;

P₂: Variável *dummy* = 2 se o propósito da viagem for a trabalho, 1 se for outro qualquer.

Ao substituir na equação 6.14 os valores das variáveis *dummy*, obter-se-á o respectivo modelo o qual a combinação das *dummy* representa, dessa maneira, substituindo no modelo todas as combinações de *dummy* que representem uma combinação de modo e propósito de viagem, chega-se aos modelos apresentados no quadro 6.8.2.1 abaixo.

Quadro 6.8.2.1: apresentação dos modelos de demanda de viagens por modo e propósito originado da equação 6.14.

Modo	Propósito	Modelo
Coletivo	Trabalho	$V_{ijC}^T = \exp(-22,31) \frac{Pop_i^{1,38} OE_j^{1,61} OM_j^{0,35} Renda_i^{-0,92}}{t_{ijC}^{1,10}}$
	Estudo	$V_{ijC}^E = \exp(-22,31) 2^{0,64} \frac{Pop_i^{1,38} OE_j^{1,29} OM_j^{0,35007} Renda_i^{0,27}}{t_{ijC}^{1,10}}$
	Outros	$V_{ijC}^O = \exp(-22,31) \frac{Pop_i^{1,38} OE_j^{1,29} OM_j^{0,35} Renda_i^{2,21}}{t_{ijC}^{1,10}}$
Individual	Trabalho	$V_{ijI}^T = \exp(-22,31) \frac{Pop_i^{1,38} OE_j^{1,61} OM_j^{0,35} Renda_i^{2,21}}{t_{ijI}^{2,43}}$
	Estudo	$V_{ijI}^E = \exp(-22,31) 2^{0,64} \frac{Pop_i^{1,38} OE_j^{1,29} OM_j^{0,35007} Renda_i^{2,21}}{t_{ijI}^{2,43}}$
	Outros	$V_{ijI}^O = \exp(-22,31) \frac{Pop_i^{1,38} OE_j^{1,29} OM_j^{0,35} Renda_i^{2,21}}{t_{ijI}^{2,43}}$

Observe que os modelos apresentados no quadro 6.8.2.1 acima têm a forma de um modelo gravitacional, com a vantagem de ter a possibilidade de inclusão de variáveis socioeconômicas, uso do solo e do sistema de transportes, fato que não ocorre com os modelos gravitacionais, que têm características de modelagem análogas a sistemas físicos. Dessa forma calibrar com variáveis *dummies* é equivalente a calibrar um modelo gravitacional com variáveis socioeconômicas, uso do solo e do sistema de transportes de forma individual com cada combinação de categorias de viagens e a vantagem de poder utilizar as variáveis socioeconômicas, uso do solo e do sistema de transportes, assim valorizando mais o comportamento humano e menos ao sistema físico.

É bom lembrar que nesta dissertação foi utilizado modo e propósito de viagens, mas nada impede que outras variáveis *dummies* possam ser utilizadas e/ou incorporadas, como por exemplo: hora – horário de pico, não horário de pico; dia – dia de semana, final de semana, e outras mais. Isso dependerá da necessidade do pesquisador. Como já foi comentado, a modelagem com variáveis *dummies* é equivalente a modelar de forma individual cada combinação de categorias, possibilitando, dessa forma, que variações de uma certa combinação de categorias não afete a outra. Por essa razão, espera-se que o modelo com utilização de variáveis *dummies* explique melhor as viagens. Desse modo quanto maior for o número de categorias empregadas no modelo, espera-se que maior seja a precisão do modelo (mais explicativo).

Comentário sobre os modelos

No quadro 6.8.2.1 a constante dos modelos assume valores iguais ($\exp(-22,31)$) tanto para o modo coletivo quanto para o modo individual e propósito trabalho e outros; para o propósito estudo, a constante assume um valor maior ($2^{0,64} \exp(-22,31)$) para ambos os modos.

A variável Pop_i tem uma relação direta e de igual peso (1,38) com o número de viagens, para toda combinação modo e propósito de viagem, ou seja, um aumento da população ocasionará um aumento no número de viagens.

A variável OE_j tem uma relação direta com o número de viagens, sendo que nas viagens com propósito a trabalho o peso é maior (1,61) do que o peso para viagens com propósito diferente de trabalho (1,29).

A variável OM_j tem uma relação direta com o número de viagens, sendo que nas viagens com propósito a estudo o peso é pouco maior (0,35007) do que o peso para viagens com propósito diferente de estudo (0,35).

Para o modelo coletivo e propósito trabalho a variável renda média tem uma relação inversa com o número de viagens, ou seja, quanto maior a renda média da macrozona menor será o número de viagens para o trabalho pelo modo coletivo; já para as demais combinações de viagens, a renda tem uma relação direta com menor peso (0,27) nas viagens para estudo e modo coletivo e pesos iguais (2,21) para o restante das combinações de viagens.

A variável tempo médio de viagem tem uma relação inversa com o volume de viagem, ou seja, quanto maior for o tempo de viagem menor será o volume de viagem, sendo que o tempo de viagem individual tem uma maior elasticidade (2,43) do que o tempo de viagem no modo coletivo (1,10), isso se deve ao fato de os usuários de coletivo não terem muita escolha (usuário cativo).

CAPITULO 7

MEDIDAS DE AVALIAÇÃO DO MODELO PROPOSTO E RESULTADOS

7.1 INTRODUÇÃO

O desempenho do modelo proposto que estima as matrizes O-D é avaliado por medidas de similaridade que medem a proximidade da matriz observada com a matriz estimada pelo modelo proposto. Algumas dessas medidas são: Phi-normalizado, índice de dissimilaridade e erro médio absoluto normalizado.

Considere neste trabalho a seguinte notação:

V_{ij}^* = matriz O-D observada

V_{ij} = matriz O-D estimada

V = número total de viagens

\overline{V}^* = número médio de viagens observadas

7.2 PHI-NORMALIZADO (PHI)

A estatística phi-normalizada segundo SMITH e HUTCHINSON (1981) é considerada uma boa estatística para avaliação de modelos de distribuição de viagens. A estatística phi-normalizada é definida por GONÇALVES e ULYSSÉA NETO (1993) por:

$$PHI = \sum_{ij} \left(\frac{V_{ij}^*}{V} \right) \ln \left(\frac{V_{ij}^*}{V_{ij}} \right) \quad (7.1)$$

Observe que quando os valores estimados são iguais, os valores observados para todo i,j o valor de PHI é zero. Dessa forma, quanto menor for o valor de PHI melhor será a matriz O-D de viagens estimadas.

7.3 ÍNDICE DE DISSIMILARIDADE (ID)

Índice de dissimilaridade é um índice que mede a porcentagem de viagens que devem ser realocadas entre os pares (i,j), para que a matriz observada coincida com a matriz estimada GONÇALVES E ULYSSÉA NETO (1993). O índice de dissimilaridade é dado por :

$$ID = \left(\frac{50}{V} \right) \sum_i \sum_j |V_{ij}^* - V_{ij}| \quad (7.2)$$

Observe que se o número de viagens estimadas for igual ao número de viagens observadas o valor de ID será 0.

O valor de ID varia entre 0 e 100 e quanto menor for o valor de ID melhor será a estimativa da matriz.

7.4 ERRO MÉDIO ABSOLUTO NORMALIZADO (EMAN)

O erro médio absoluto é uma medida que traz como resposta a média dos erros absolutos, dessa forma quanto menor for o valor de EMAN mais próxima a matriz estimada estará da matriz observada (matriz padrão de comparação). O EMAN é dado por:

$$EMAN = \sum_{ij} \left| \frac{V_{ij}^* - V_{ij}}{V^*} \right| \quad (7.3)$$

7.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

No quadro 7.5.1 são apresentados os valores das estatísticas de similaridade PHI, ID e EMAN das comparações das matrizes O-D estimadas pelos modelos sequencial, direto tradicional e direto com utilização da variável *dummy* (proposto), com as matrizes O-D observadas, para cada combinação modo e propósito de viagens.

Quadro 7.5.1: Estatísticas de similaridade entre matrizes O-D estimadas e observadas

Método	Modo	Propósito	Estatística		
			PHI	ID	EMAN
Sequencial	Coletivo	Trabalho	0,74	55,10	186,24
	Coletivo	Estudo	1,45	42,45	143,49
	Coletivo	Outros	1,35	41,25	278,87
	Individual	Trabalho	0,71	44,85	151,60
	Individual	Estudo	1,13	45,64	154,26
	Individual	Outros	1,54	45,71	154,50
Direto Tradicional	Coletivo	Trabalho	1,68	40,73	137,66
	Coletivo	Estudo	2,76	45,74	154,61
	Coletivo	Outros	1,59	69,70	235,60
	Individual	Trabalho	1,52	37,39	126,37
	Individual	Estudo	2,27	51,15	172,90
	Individual	Outros	2,01	49,44	167,11
Proposto	Coletivo	Trabalho	1,01	38,72	130,87
	Coletivo	Estudo	1,69	41,93	141,73
	Coletivo	Outros	3,62	49,38	166,90
	Individual	Trabalho	0,91	44,26	149,59
	Individual	Estudo	2,52	45,56	153,99
	Individual	Outros	3,66	45,60	154,13

A análise dos resultados consiste na comparação das matrizes O-D estimadas pelos respectivos métodos de modelagem (sequencial, direto tradicional, e direto com utilização da *dummy*) com a matriz O-D obtida na pesquisa de 2007, por medidas de similaridade que medem a proximidade da matriz estimada com a matriz observada.

Observando o quadro 7.5.1, pode ser percebido que, com relação à estatística PHI, o método sequencial apresentou resultados um pouco melhores do que os outros dois métodos, sendo que estes apresentaram desempenho semelhantes, tendo cada um três casos favoráveis. Com relação à estatística ID o método proposto apresenta um melhor desempenho do que o método direto tradicional e o método sequencial, pois apresentou ID menor, salvo na viagem coletivo outros, onde o método sequencial mostrou melhor desempenho. E na estatística EMAN o método proposto também apresentou um melhor desempenho em relação aos dois métodos, salvo na viagem individual a trabalho, onde o método tradicional obteve um erro médio menor.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentou-se a calibração e aplicação de três métodos de modelagem de demanda de viagem: sequencial, direto tradicional e o direto com utilização de variáveis *dummies*. Utilizando os dados da pesquisa domiciliar de origem e destino realizada em 1998 no município Vitória-ES. Os resultados da aplicação dos três métodos foram comparados com os dados da pesquisa domiciliar de origem e destino realizada em 2007 no município de Vitória-ES.

A hipótese básica de estudo foi confirmada, pois a calibração de modelos de demanda de viagem pelo método proposto, em geral, apresentou EMAN e ID menores que os outros dois métodos, indicando que as estimações obtidas pelo método proposto apresentaram erros médios menores e uma maior aproximação com as matrizes observadas do que os métodos tradicionais para o município de Vitória-ES, possibilitando dessa forma aos planejadores de transportes uma decisão mais acertada, o que pode ser justificada por : o modelo ser direto, evitando assim o problema de propagação de erros; não estabelecer uma ordem na decisão de viagem, as viagens são modeladas à maneira que ocorrem; da inclusão de variáveis *dummies* fazendo distinção entre tipos de viagens, evitando assim que variações de um tipo de viagem não afete outro.

Considera-se, portanto, que a inclusão no modelo direto com variáveis *dummies* de outras variáveis *dummies* e/ou categorias dentro da variável dummy possam produzir resultados ainda melhores, além de possibilitarem a modelagem de diferentes tipos de viagens de forma mais rápida.

8.2 RECOMENDAÇÕES

Nesta dissertação mostrou-se ser viável a modelagem de modelos diretos com a utilização de variáveis *dummies*. Assim, sugere-se que se façam outros modelos com a inclusão de outras variáveis *dummies*, como por exemplo, horário (pico, não pico), dia (semana, final de semana), turno (manhã, tarde e noite), etc. Isso pode ser feito de acordo com o interesse do pesquisador e da disponibilidade de dados.

O modelo de demanda proposto nesta dissertação trabalhou com três etapas: geração, distribuição de viagens e alocação modal. Recomenda-se para trabalhos futuros a inclusão da quarta etapa, ou seja, a alocação de vias. A quarta etapa só poderá ser incluída no modelo se for possível classificar para cada par de zonas ij , o mesmo número de caminhos, dessa forma podendo calibrar um modelo de demanda de viagem direto com utilização de variáveis *dummies* que respondem às quatro etapas e, se for de interesse do pesquisador, incluir categorias de viagens como propósito, horário, dia, etc.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M.D; SHARFI, K; GHOLSTON, S.E. (2006) Direct Demand Forecasting Model for Small Urban Communities Using Multiple Linear Regression. Transportation Research Record, n 1981, pp.114-117.

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos (1999). Transporte Humano: Cidade com Qualidade de Vida, 2ª ed. São Paulo.

BEZ, E.T.; GONÇALVES, M.B (2006) Utilização da Regressão com Erros Absolutos na Calibração de Modelos de Distribuição de Viagens. Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Brasília, vol 1, pp. 455-466.

BRAGA, A. F.; NASSI. C.D (2002) Modelo Econométrico de Distribuição de Viagens através do Sistema de Transporte Público. Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Natal R.N., vol 2, pp. 215-225.

BRUTON, M.J. (1975) Introdução ao Planejamento dos Transportes. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

BUTTON, K. J; HENSHER, D. (2000) Handbook of Transport Modelling, Edited by D. A. Hensher and K. J. Button, Elsevier Science Ltd.

CALIPER (2005a) TransCAD User's Guide. Caliper Corportion, USA.

CALIPER (2005b) Travel Demand Modeling with TransCAD 4.8. Caliper Corportion, USA.

CAMPOS, V.B.G. (1997) Modelos de Planejamento de Transportes. Apostila Instituto Militar de Engenharia Rio de Janeiro.

FERRAS, A.C.P.; TORRES, I.G.E. (2001) Transporte Público Urbano. 1ª ed., Editora Rima. São Carlos.

FERREIRA, A. E. (1999) Um Método de Utilização de Dados de Pesquisa Embarque/Desembarque na Calibração de Modelos de Distribuição do Tipo Gravitacional. Dissertação (Mestre em transportes) - Universidade de São Paulo Escola de engenharia de São Carlos departamento de transportes, São Paulo.

FREIRE, C. A; CHARNET E. M. (1999) Análise de Modelos de Regressão Linear com Aplicações. Editora da Unicamp, São Paulo.

GONÇALVES, M.B; CURSI J. E. S. (1997) Métodos Robustos para a Calibração de Modelos de Interação Espacial em Transportes. Anais do XI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Rio de Janeiro, vol 1, pp.303-313.

GONÇALVES, M. B.; NETO, U. I. (1993) Análise Comparativa do Desempenho de Alguns Modelos de Distribuição de Viagens Usados para estimar fluxos Intermunicipais de passageiros. Anais do VII Encontro Nacional da ANPET. São Paulo - SP, Vol. 1, pp. 337-348.

HUTCHINSON, B.G. (1979) Princípios de Planejamento de Transporte Urbano. Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro.

KAWAMOTO, E. (1994) Análise de Sistemas de Transporte. Apostila Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo.

LOPES, B. L. (2005) Efeitos da Dependência Espacial em Modelos de Previsão de Demanda por Transporte. Dissertação (Mestre em transportes) - Universidade de São Paulo Escola de engenharia de São Carlos departamento de transportes, São Paulo.

MANHEIN, M. L. (1979). Fundamentals of Transportation System Analysis: Volume 1 - Basic concepts. The MIT Press, Cambridge, Mass. USA.

MELLO, J.C. (1975) Planejamento de Transportes. Mc Graw – Hill do Brasil, São Paulo.

MEYER, D.M.; MILLER E.J.(2001) Urban Transportation Planning. Editora McGraw-Hill, New York, USA.

MINITAB (2005) User's Guide Minitab. Corporation, USA.

MONTGOMERY.D.C.; RUNGER.G.C. (2003) Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros, 2 ed. Livros técnicos e científicos, Editora S.A. São Paulo.

NOVAES, A. G. (1986) Sistemas de Transportes: Vol. 1, Editora Edgard Blücher, São Paulo.

OPPENHEIM, N. (1995) Urban Travel Demand Modeling: From Individual Choice to General Equilibrium. New York, United States.

ORTÚZAR, J.D., WILLUMSEN, L.G. (2001) Modelling Transport. John Wiley & Sons, Chichester, England.

PAPACOSTAS, C. S.; PREVEDOUROS P.D (2000) Fundamentals of Transportation Engineering (3ª ed) Prentice- Hall, New Jersey.

PDTU (1998) Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana da Grande Vitória. Governo do Estado do Espírito Santo, Secretaria de Estado dos Transportes e Obras Públicas. Espírito santo ES.

PDTUMV (2008) Plano Diretor de Transporte e Mobilidade Urbana da Cidade de Vitória. Prefeitura Municipal de Vitória, Vitória ES.

SMITH, D. P., HUTCHINSON, B. G. (1981). Goodness of Fit Statistics for Trip Distribution Models. *Transportation Research*, 15A, p.295-303.

ANEXO

Anexo 1: Matriz de impedância, modo coletivo, município de Vitória-ES em 1998

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	24,83	22,09	24,31	23,82	27,61	30,06	30,90	26,79	23,13	26,38	26,29	37,54	30,35
2	25,01	23,80	19,46	17,88	31,40	25,31	38,00	17,00	27,87	35,78	30,36	65,00	30,88
3	20,00	21,32	24,42	22,93	26,24	19,22	36,00	50,00	23,67	29,60	24,25	25,67	34,43
4	24,86	31,38	17,38	24,09	24,66	15,00	31,67	25,00	43,33	27,00	28,83	27,60	30,40
5	24,61	31,38	25,21	17,79	22,27	27,22	34,43	28,75	18,00	23,00	24,05	15,50	28,11
6	27,41	26,31	23,75	32,13	27,22	23,71	20,40	23,78	29,80	33,50	28,70	31,50	34,33
7	30,90	25,50	30,00	31,67	34,43	20,40	26,58	20,00	43,00	23,00	27,80	29,00	63,00
8	22,18	23,45	28,17	25,00	28,75	27,00	20,00	20,00	17,00	35,40	24,71	20,00	22,50
9	27,89	27,87	35,23	43,33	30,75	28,00	43,00	33,00	26,61	30,29	39,63	48,00	37,50
10	35,02	35,78	35,00	37,00	33,06	27,20	33,44	35,40	28,00	29,73	35,82	34,50	30,79
11	27,69	26,39	26,54	26,53	26,82	29,50	27,80	20,00	25,00	17,00	22,84	20,67	16,00
12	30,88	32,25	33,00	33,00	39,00	33,00	29,00	20,00	48,00	40,00	19,70	15,50	25,50
13	34,58	28,67	35,24	31,39	30,66	26,00	63,00	27,00	24,00	31,50	31,81	27,86	24,75

Anexo 2: Matriz de impedância, modo individual, município de Vitória-ES em 1998

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	20,11	18,62	20,49	17,96	20,92	24,53	26,38	23,00	18,43	24,20	20,22	19,00	31,90
2	19,38	16,86	19,37	21,40	21,38	30,20	21,00	19,00	29,00	16,00	19,44	31,75	22,50
3	18,47	17,33	15,03	14,48	20,04	18,25	16,00	34,50	21,00	25,00	21,00	12,67	16,33
4	21,67	17,50	18,80	17,00	16,87	25,00	39,00	18,00	15,00	20,50	21,20	25,00	16,09
5	17,88	18,83	15,56	16,87	14,72	14,06	30,33	11,89	17,25	22,00	13,57	15,67	20,73
6	20,97	14,64	18,50	22,00	19,64	15,50	17,00	24,50	14,00	14,00	18,81	22,25	14,00
7	26,38	21,00	25,88	39,00	30,33	16,75	17,50	18,86	26,52	30,00	25,33	21,86	33,18
8	21,36	19,00	34,50	18,80	21,33	24,00	18,86	7,60	17,86	20,00	7,00	16,00	17,00
9	23,00	29,00	19,00	19,67	17,25	14,00	26,52	23,19	28,00	31,00	39,00	28,18	43,00
10	24,20	36,50	18,00	20,50	26,00	32,00	27,00	20,00	31,00	17,80	25,00	23,69	28,33
11	20,98	21,47	20,70	18,72	20,69	14,14	25,33	13,67	39,00	19,67	17,55	14,82	25,55
12	16,33	31,75	12,67	26,00	15,67	22,25	21,86	16,00	28,18	25,52	14,00	10,33	37,20
13	23,21	22,50	26,18	24,10	24,87	24,00	33,18	20,33	19,50	16,80	25,88	37,20	16,67

Anexo 3: Matriz de impedância, motorizado, município de Vitória-ES em 1998

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	22,47	20,36	22,40	20,89	24,26	27,29	28,64	24,89	20,78	25,29	23,26	28,27	31,13
2	22,20	20,33	19,42	19,64	26,39	27,75	29,50	18,00	28,43	25,89	24,90	48,38	26,69
3	19,24	19,32	19,73	18,71	23,14	18,74	26,00	42,25	22,33	27,30	22,63	19,17	25,38
4	23,27	24,44	18,09	20,55	20,76	20,00	35,33	21,50	29,17	23,75	25,02	26,30	23,25
5	21,25	25,10	20,39	17,33	18,50	20,64	32,38	20,32	17,63	22,50	18,81	15,58	24,42
6	24,19	20,47	21,13	27,07	23,43	19,61	18,70	24,14	21,90	23,75	23,75	26,88	24,17
7	28,64	23,25	27,94	35,33	32,38	18,58	22,04	19,43	34,76	26,50	26,57	25,43	48,09
8	21,77	21,23	31,33	21,90	25,04	25,50	19,43	13,80	17,43	27,70	15,86	18,00	19,75
9	25,45	28,43	27,12	31,50	24,00	21,00	34,76	28,09	27,31	30,64	39,31	38,09	40,25
10	29,61	36,14	26,50	28,75	29,53	29,60	30,22	27,70	29,50	23,77	30,41	29,09	29,56
11	24,34	23,93	23,62	22,62	23,76	21,82	26,57	16,83	32,00	18,33	20,20	17,74	20,77
12	23,60	32,00	22,83	29,50	27,33	27,63	25,43	18,00	38,09	32,76	16,85	12,92	31,35
13	28,90	25,58	30,71	27,74	27,76	25,00	48,09	23,67	21,75	24,15	28,84	32,53	20,71

Anexo 4: Matriz de impedância, modo coletivo, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	24,62	44,04	22,64	27,40	37,29	32,86	30,00	36,23	17,50	30,00	46,14	58,51	60,00
2	21,52	36,80	21,04	22,99	27,05	34,76	22,67	31,54	40,00	41,00	35,31	30,00	30,00
3	30,01	11,50	10,67	26,44	32,71	34,81	27,73	29,90	34,38	50,00	18,38	50,29	42,72
4	31,49	22,99	20,34	10,00	18,32	20,00	32,86	24,12	35,10	35,38	27,06	30,00	51,43
5	58,64	27,05	37,78	14,64	10,00	36,58	29,41	37,37	53,92	37,00	15,00	71,74	40,00
6	33,33	25,56	28,12	33,82	36,58	27,67	20,00	22,19	30,00	34,78	38,23	25,56	35,56
7	18,99	22,67	25,56	20,74	29,41	24,38	17,57	25,00	48,00	42,11	30,00	40,00	50,00
8	36,23	23,33	29,90	24,12	37,37	60,00	27,95	21,67	36,00	30,00	39,27	30,00	38,33
9	28,35	20,00	34,38	35,10	53,92	30,00	60,00	36,00	20,08	30,00	40,63	68,00	70,00
10	41,06	41,00	43,45	44,51	37,00	34,78	36,00	30,00	35,00	20,79	43,09	64,00	59,53
11	49,39	35,31	49,41	26,25	28,85	40,00	20,00	39,27	40,63	60,00	36,65	20,00	41,32
12	58,51	58,48	50,29	37,42	44,29	40,00	40,00	30,00	65,00	55,00	41,94	18,89	43,33
13	40,97	66,00	42,72	49,66	66,18	34,00	75,33	40,00	60,00	75,00	34,67	25,23	16,02

Anexo 5: Matriz de impedância, modo individual, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9,88	19,81	23,97	23,07	29,66	17,13	20,00	30,00	30,00	25,00	34,24	35,00	27,50
2	14,92	3,00	10,37	14,46	15,50	8,54	11,11	21,00	30,00	20,00	21,57	24,00	15,00
3	11,75	15,94	7,55	9,33	17,08	13,75	10,00	60,00	13,23	30,00	29,56	20,00	30,00
4	17,58	20,00	10,54	10,54	13,00	12,78	20,00	15,43	32,50	30,00	18,61	16,50	30,00
5	18,97	15,50	16,13	13,88	11,16	13,00	34,29	10,00	15,00	13,00	17,93	20,23	25,00
6	17,13	8,54	14,94	15,53	24,29	6,19	8,96	30,00	34,29	20,00	20,09	27,14	30,00
7	20,00	11,11	14,73	15,60	18,10	12,00	11,76	10,00	27,50	21,82	50,00	26,67	28,00
8	30,00	21,00	22,33	22,56	15,45	30,00	11,01	10,00	21,00	30,00	12,37	30,00	40,00
9	26,00	30,00	13,23	32,50	48,33	37,14	27,50	21,00	13,31	14,09	26,25	45,00	48,00
10	15,00	30,00	30,00	20,00	17,50	30,00	21,82	11,54	10,52	11,61	30,00	38,00	44,00
11	21,38	21,57	27,11	19,01	17,89	20,09	30,00	25,00	26,25	30,00	13,12	16,74	15,00
12	21,43	24,00	40,00	55,00	28,89	27,14	25,00	30,00	45,00	38,00	16,17	4,15	38,57
13	34,12	15,00	12,50	45,29	40,00	35,00	28,00	40,00	48,00	44,00	19,69	10,00	9,50

Anexo 6: Matriz de impedância, motorizado, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	17,25	31,92	23,30	25,24	33,47	24,99	25,00	33,12	23,75	27,50	40,19	46,76	43,75
2	18,22	19,90	15,70	18,72	21,28	21,65	16,89	26,27	35,00	30,50	28,44	27,00	22,50
3	20,88	13,72	9,11	17,89	24,90	24,28	18,86	44,95	23,81	40,00	23,97	35,15	36,36
4	24,53	21,50	15,44	10,27	15,66	16,39	26,43	19,78	33,80	32,69	22,83	23,25	40,71
5	38,80	21,28	26,95	14,26	10,58	24,79	31,85	23,69	34,46	25,00	16,46	45,99	32,50
6	25,23	17,05	21,53	24,68	30,43	16,93	14,48	26,09	32,14	27,39	29,16	26,35	32,78
7	19,49	16,89	20,15	18,17	23,75	18,19	14,67	17,50	37,75	31,96	40,00	33,33	39,00
8	33,11	22,17	26,11	23,34	26,41	45,00	19,48	15,83	28,50	30,00	25,82	30,00	39,17
9	27,17	25,00	23,80	33,80	51,13	33,57	43,75	28,50	16,70	22,05	33,44	56,50	59,00
10	28,03	35,50	36,72	32,25	27,25	32,39	28,91	20,77	22,76	16,20	36,55	51,00	51,77
11	35,38	28,44	38,26	22,63	23,37	30,04	25,00	32,14	33,44	45,00	24,88	18,37	28,16
12	39,97	41,24	45,14	46,21	36,59	33,57	32,50	30,00	55,00	46,50	29,05	11,52	40,95
13	37,54	40,50	27,61	47,47	53,09	34,50	51,67	40,00	54,00	59,50	27,18	17,61	12,76

Anexo 7: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo coletivo ,
propósito trabalho, município de Vitória-ES em 1998

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	3252	1109	1589	961	1663	517	0	296	333	296	702	333	443	11492
2	2513	148	185	185	554	222	37	111	0	0	222	37	74	4286
3	3067	148	370	222	554	222	0	74	37	74	296	74	185	5321
4	924	0	74	74	0	74	0	0	0	0	111	74	148	1478
5	1404	148	222	148	259	0	0	0	0	37	0	0	0	2217
6	2923	407	517	443	816	109	185	110	111	111	518	74	296	6620
7	222	0	147	111	75	0	0	0	0	111	148	0	0	814
8	224	183	111	37	74	37	0	74	37	0	147	37	37	997
9	1834	183	298	149	479	37	0	74	146	75	222	37	186	3720
10	1443	73	372	185	553	135	110	148	148	261	699	148	331	4605
11	1345	186	480	371	561	37	0	37	37	74	219	0	112	3459
12	222	37	37	74	0	74	0	0	0	37	37	0	74	591
13	1548	73	554	293	662	148	37	0	0	0	439	75	222	4051
Total	20919	2694	4956	3251	6250	1611	368	923	848	1075	3759	888	2108	49650

Anexo 8: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo coletivo,
propósito estudo, município de Vitória-ES em 1998

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	1921	1552	1072	111	850	74	0	222	259	296	370	148	148	7021
2	591	333	259	111	185	259	0	0	0	0	296	0	222	2254
3	628	517	370	148	1072	111	37	37	37	74	554	37	74	3695
4	185	296	185	148	0	0	0	0	0	74	111	111	37	1145
5	222	333	296	148	924	0	0	0	37	0	0	0	0	1958
6	585	664	404	111	331	150	0	186	37	37	297	74	0	2876
7	74	222	75	0	147	0	0	0	0	37	37	74	0	666
8	73	183	73	0	74	37	0	0	0	0	75	0	37	552
9	432	333	183	0	77	0	0	0	333	109	74	0	186	1725
10	449	259	77	148	75	37	223	37	148	150	73	0	186	1862
11	288	406	442	182	1249	0	0	0	0	0	1039	74	183	3864
12	0	111	0	37	37	0	0	0	0	0	296	0	0	480
13	480	149	333	259	485	0	0	37	74	74	519	184	1663	4255
Total	5928	5356	3766	1402	5506	667	260	519	924	850	3740	701	2736	32354

Anexo 9: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo coletivo,
propósito outros, município de Vitória-ES em 1998

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	665	111	185	370	111	74	0	0	0	0	185	0	37	1737
2	554	74	37	0	185	0	0	0	0	0	0	0	0	850
3	739	37	222	148	74	0	0	0	37	37	37	0	0	1330
4	259	0	37	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480
5	370	0	0	222	37	0	0	0	0	0	0	0	0	628
6	668	0	114	0	35	259	0	37	37	0	34	0	37	1220
7	74	0	36	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	146
8	110	41	38	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	224
9	432	39	0	73	35	0	0	0	186	75	0	0	71	911
10	473	0	142	37	0	13	0	0	0	144	41	0	0	850
11	288	73	38	75	0	37	0	0	0	0	109	37	0	658
12	74	0	0	37	37	0	0	0	0	0	37	74	0	259
13	153	0	37	113	35	0	0	0	0	0	40	0	333	711
Total	4858	374	885	1259	586	382	0	37	260	256	519	110	477	10004

Anexo 10: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo individual ,
propósito trabalho, município de Vitória-ES em 1998

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	3954	414	1205	1092	1318	565	0	113	151	38	452	188	226	9717
2	603	301	678	151	452	113	0	113	0	0	75	75	0	2561
3	1657	452	866	452	1055	113	113	0	113	0	339	75	151	5386
4	1582	301	979	791	1280	113	0	38	75	0	301	38	377	5875
5	1657	301	640	904	2448	565	0	301	0	75	1162	226	188	8468
6	1130	226	527	151	603	301	75	38	38	38	301	151	38	3615
7	226	113	38	38	75	113	0	0	0	0	38	0	0	640
8	301	0	75	38	113	75	0	75	0	0	226	38	38	979
9	301	75	38	113	75	0	0	0	0	0	0	0	0	603
10	0	75	38	75	75	38	38	38	0	113	38	0	37	565
11	1506	188	904	866	1921	264	0	113	0	75	942	188	226	7193
12	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	188	0	339
13	490	38	188	226	452	0	0	113	75	38	113	188	753	2674
Total	13520	2486	6176	4896	9867	2260	226	942	452	377	4024	1356	2033	48615

Anexo 11: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo individual,
propósito estudo, município de Vitória-ES em 1998

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	716	527	866	226	264	0	0	0	75	113	264	0	0	3051
2	75	151	188	75	339	0	0	38	0	38	113	75	0	1092
3	113	188	753	226	452	0	0	0	0	38	151	0	0	1921
4	188	113	490	339	716	0	0	0	0	0	377	0	0	2222
5	75	75	452	678	1506	0	0	0	0	0	407	0	113	3307
6	75	151	188	113	226	188	0	0	0	75	226	0	0	1243
7	0	113	226	0	0	38	38	0	0	38	75	0	0	527
8	38	0	0	0	0	0	0	38	0	0	38	0	0	113
9	75	38	0	0	0	0	0	0	151	0	0	0	0	264
10	0	0	0	0	0	0	0	0	38	188	0	0	0	226
11	226	301	640	414	1092	0	0	0	0	38	1092	75	38	3917
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	38
13	0	75	151	38	113	0	0	0	38	151	113	0	791	1469
Total	1582	1732	3954	2109	4708	226	38	75	301	678	2855	188	942	19388

Anexo 12: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo individual,
propósito outros, município de Vitória-ES em 1998

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	1205	151	640	640	753	75	0	0	38	38	490	0	151	4180
2	301	75	151	151	301	75	0	0	0	0	151	0	0	1205
3	151	264	603	414	301	38	0	0	0	0	188	38	75	2071
4	301	38	188	301	377	0	0	0	0	0	75	0	38	1318
5	188	75	188	414	1055	75	0	38	0	0	465	0	113	2612
6	188	38	264	38	226	264	0	38	0	0	75	0	38	1167
7	75	0	38	0	38	0	38	0	0	38	0	0	0	226
8	75	0	0	151	0	0	0	75	0	0	75	0	0	377
9	151	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	226
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	76	151
11	301	75	226	452	565	0	0	0	0	0	1092	151	151	3013
12	0	0	0	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151
13	38	38	75	113	0	38	0	0	38	0	75	0	188	603
Total	2975	753	2373	2825	3691	565	38	151	75	151	2687	188	829	17300

Anexo 13: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo coletivo, propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	725	100	423	681	994	141	10	8	323	40	591	15	20	4072
2	2795	161	908	1351	1100	728	82	404	25	24	994	141	262	8976
3	2200	119	281	821	1121	425	222	50	0	18	516	0	0	3573
4	1147	0	800	0	659	262	81	0	4	3	263	320	160	3698
5	40	0	0	525	0	0	0	0	0	0	0	162	242	970
6	818	407	1463	521	184	405	262	42	13	10	244	0	190	4559
7	2059	0	565	644	590	0	190	161	200	10	199	0	202	4820
8	1183	242	830	99	1506	81	362	242	10	282	726	0	121	5685
9	4560	302	910	242	566	81	3	4	226	161	789	2	645	8492
10	1311	4	199	566	1686	241	10	6	121	282	1794	2	1291	7512
11	939	10	141	323	645	141	0	0	0	0	398	0	322	2918
12	891	3	1047	363	80	60	242	10	0	0	825	147	239	3908
13	1761	1	1344	462	421	10	200	141	120	121	121	346	581	5629
Total	20429	1349	8912	6598	9553	2576	1663	1068	1042	952	7461	1135	4274	64812

Anexo 14: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo coletivo, propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	541	22	841	461	720	0	262	20	50	464	1210	20	46	4657
2	396	260	160	202	230	119	221	3	363	2	1696	0	0	3652
3	204	432	463	286	469	100	160	10	10	121	2370	10	49	4682
4	279	14	852	202	860	10	5	0	3	767	2794	9	10	5804
5	0	22	363	252	582	25	0	10	5	8	161	101	142	1672
6	441	319	897	809	421	200	11	181	2	1	170	363	77	3892
7	640	0	790	0	686	284	1214	0	0	521	567	0	0	4703
8	0	0	158	243	313	0	322	0	0	0	242	242	121	1642
9	1084	0	1379	444	463	0	0	0	488	0	965	0	0	4823
10	0	0	971	185	444	223	645	0	121	284	1009	0	0	3881
11	0	0	161	0	692	0	161	0	0	121	1195	242	444	3017
12	114	406	195	0	0	0	0	0	0	282	731	115	0	1844
13	1133	403	1207	0	288	0	0	0	0	0	484	541	3291	7348
Total	4832	1879	8436	3083	6168	960	3002	224	1042	2571	13594	1644	4181	51618

Anexo 15: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo coletivo, propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	90	52	97	136	30	0	0	0	0	0	0	0	202	608
2	799	81	0	0	536	0	0	121	0	0	234	0	0	1771
3	627	0	163	83	84	0	506	0	0	0	161	0	0	1625
4	1000	0	124	0	903	0	200	0	0	0	230	199	401	3059
5	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183
6	80	0	0	41	161	0	0	100	0	0	0	0	80	463
7	83	0	258	41	96	39	0	0	0	245	0	0	0	763
8	37	0	0	0	137	0	102	0	0	282	0	0	0	559
9	2091	0	312	323	0	0	40	0	476	0	0	0	161	3404
10	0	0	0	480	89	0	161	0	0	199	0	0	0	930
11	40	0	41	0	236	0	0	0	0	0	0	0	0	318
12	891	260	139	888	61	0	0	40	0	0	319	0	0	2598
13	0	0	192	123	399	202	405	0	0	0	0	0	0	1322
Total	5920	393	1328	2115	2732	241	1416	262	477	728	945	200	845	17602

Anexo 16: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo individual, propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	2070	685	927	500	284	238	290	0	25	357	164	134	178	5852
2	2209	190	1744	630	992	516	382	23	136	134	1580	20	134	8689
3	892	43	1062	960	1123	487	511	312	0	0	101	89	312	5893
4	2000	50	1277	1971	1504	3491	224	441	0	134	1324	134	334	12550
5	1691	200	1997	1800	5531	290	134	223	168	45	3345	10	1070	16504
6	853	0	1061	1044	337	403	1013	111	78	80	812	215	145	6151
7	535	50	305	223	178	335	182	45	0	0	0	0	223	1853
8	847	10	702	1786	490	40	1067	280	29	312	1363	0	0	6927
9	0	0	422	0	88	312	258	10	242	147	201	0	10	1689
10	347	0	145	290	378	178	110	290	956	122	84	5	10	2905
11	446	0	1101	2370	1182	0	178	45	0	0	2235	599	178	8336
12	468	27	0	24	200	0	39	158	0	0	460	331	399	2107
13	658	100	134	758	181	201	0	64	5	10	855	607	2331	5903
Total	13016	1355	10877	12356	12468	6491	4389	2001	1639	1340	12525	2144	5325	85359

Anexo 17: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo individual, propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	479	173	60	0	918	0	15	0	218	2	235	0	0	2100
2	240	0	546	0	1011	0	10	0	43	0	657	0	0	2507
3	0	335	1058	398	0	0	0	0	0	0	642	0	0	2434
4	0	223	1560	959	274	0	0	0	0	0	846	312	0	4175
5	0	0	652	290	203	0	178	0	0	178	932	335	0	2769
6	374	43	417	0	0	272	289	111	0	0	272	0	156	1778
7	0	0	363	0	0	0	576	0	0	0	178	0	223	1341
8	6	0	1080	0	0	0	338	0	0	0	813	0	0	2239
9	0	0	0	0	0	0	0	0	359	0	178	0	0	538
10	0	134	0	0	0	0	0	0	0	894	0	0	0	1029
11	200	0	85	856	1546	0	0	0	0	0	2296	549	0	5533
12	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1179	969	0	2153
13	10	0	149	5	0	0	5	0	0	0	749	60	1257	2236
Total	1310	909	5971	2509	3952	273	1416	113	620	1076	8978	2226	1637	30834

Anexo 18: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo individual, propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	541	5	220	1075	91	11	0	0	2	0	396	1	11	2353
2	159	368	1521	1621	1054	1000	353	0	288	0	811	0	0	7176
3	180	335	349	983	530	0	0	0	10	1	351	5	5	2749
4	40	3	1694	2346	2740	632	535	584	1	1	1508	5	3	10093
5	100	15	400	1700	1621	39	2	30	10	13	1046	623	5	5604
6	325	50	211	742	87	262	0	0	129	5	220	5	10	2047
7	7	3	108	892	290	4	3	3	1	1	1	2809	1	4123
8	3	1	621	221	8	5	92	597	3	1	534	2	7	2094
9	446	0	270	1423	179	1	1	1	179	88	67	67	1	2723
10	35	0	6	290	15	0	135	10	538	289	2	0	1	1321
11	200	10	932	745	1819	40	0	45	0	0	1510	1348	50	6699
12	10	1	312	223	5	2	2	0	0	0	1500	1052	225	3332
13	15	0	150	3	8	3	3	1	0	1	273	39	1007	1503
Total	2061	792	6793	12263	8447	1999	1127	1272	1161	401	8219	5956	1326	51816

Anexo 19: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo motorizado, propósito trabalho, município de Vitória-ES em 1998

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	7206	1523	2794	2053	2981	1082	0	409	483	333	1154	521	669	21208
2	3115	449	863	335	1006	335	37	224	0	0	297	112	74	6847
3	4724	600	1236	674	1609	335	113	74	150	74	635	149	335	10707
4	2506	301	1053	865	1280	187	0	38	75	0	412	112	524	7353
5	3061	449	862	1052	2707	565	0	301	0	112	1162	226	188	10685
6	4053	633	1045	594	1418	410	260	147	149	149	820	225	334	10235
7	448	113	185	149	150	113	0	0	0	111	185	0	0	1454
8	525	183	186	75	187	112	0	149	37	0	373	75	75	1977
9	2136	258	335	262	554	37	0	74	146	75	222	37	186	4322
10	1443	148	410	260	628	173	147	185	148	373	737	148	368	5169
11	2851	375	1384	1237	2482	301	0	150	37	149	1160	188	338	10653
12	335	37	37	74	0	74	0	0	0	37	75	188	74	930
13	2037	111	743	519	1114	148	37	113	75	38	552	263	975	6725
Total	34439	5180	11133	8147	16117	3870	594	1864	1300	1451	7784	2244	4141	98265

Anexo 20: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo motorizado, propósito estudo, município de Vitória-ES em 1998

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	2637	2079	1938	337	1114	74	0	222	334	409	633	148	148	10071
2	667	483	447	186	524	259	0	38	0	38	409	75	222	3346
3	741	706	1123	374	1524	111	37	37	37	112	705	37	74	5616
4	373	409	674	487	716	0	0	0	0	74	487	111	37	3367
5	297	408	748	826	2430	0	0	0	37	0	407	0	113	5265
6	660	815	592	224	557	338	0	186	37	112	523	74	0	4119
7	74	335	301	0	147	38	38	0	0	75	112	74	0	1193
8	111	183	73	0	74	37	0	38	0	0	113	0	37	665
9	507	370	183	0	77	0	0	0	483	109	74	0	186	1989
10	449	259	77	148	75	37	223	37	185	338	73	0	186	2088
11	514	707	1082	596	2341	0	0	0	0	38	2131	150	221	7781
12	0	111	0	37	37	0	0	0	0	0	296	38	0	518
13	480	224	483	297	598	0	0	37	112	225	632	184	2454	5724
Total	7510	7089	7720	3511	10213	893	297	594	1225	1527	6595	890	3677	51742

Anexo 21: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo motorizado, propósito outros, município de Vitória-ES em 1998

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	1870	261	825	1010	864	149	0	0	38	38	674	0	188	5917
2	856	149	188	151	486	75	0	0	0	0	151	0	0	2055
3	890	301	824	562	375	38	0	0	37	37	225	38	75	3402
4	560	38	225	486	377	0	0	0	0	0	75	0	38	1799
5	558	75	188	636	1091	75	0	38	0	0	465	0	113	3240
6	856	38	377	38	261	522	0	74	37	0	109	0	74	2388
7	149	0	74	0	74	0	38	0	0	38	0	0	0	372
8	185	41	38	151	0	0	0	75	0	0	112	0	0	601
9	582	39	0	73	111	0	0	0	186	75	0	0	71	1137
10	473	0	142	37	0	13	0	0	0	219	41	0	76	1001
11	590	148	264	527	565	37	0	0	0	0	1202	187	151	3671
12	74	0	0	188	37	0	0	0	0	0	37	74	0	409
13	190	38	112	226	35	38	0	0	38	0	115	0	521	1313
Total	7833	1128	3258	4084	4277	947	38	187	335	407	3206	299	1306	27304

Anexo 22: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo motorizado, propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	2796	785	1350	1181	1279	379	300	8	348	397	755	149	198	9924
2	5004	351	2652	1981	2092	1244	464	427	161	158	2574	161	396	17665
3	3092	161	1344	1781	2244	912	733	362	0	18	617	89	312	8574
4	3147	50	2077	1971	2163	3753	305	441	4	137	1587	453	494	16583
5	1731	200	1998	2325	5531	290	134	223	168	45	3345	172	1312	17474
6	1670	407	2523	1565	521	808	1275	153	91	90	1056	215	335	10710
7	2594	50	870	867	768	335	372	206	200	10	199	0	425	6895
8	2030	252	1532	1885	1997	121	1429	522	39	594	2089	0	121	12611
9	4560	303	1332	242	654	393	261	14	468	308	990	2	655	10181
10	1658	4	344	856	2064	420	120	296	1077	404	1878	7	1301	10427
11	1385	10	1242	2693	1827	141	178	45	0	0	2633	599	500	11254
12	1359	30	1048	387	280	61	281	168	0	0	1285	478	638	6015
13	2419	101	1478	1220	602	211	200	205	125	131	976	953	2912	11533
Total	33445	2705	19789	18954	22021	9067	6051	3070	2681	2292	19986	3279	9600	149847

Anexo 23: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo motorizado, propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	1020	195	901	461	1638	0	277	20	268	466	1445	20	46	6758
2	637	260	706	202	1240	119	231	3	406	2	2353	0	0	6159
3	204	767	1521	683	469	100	160	10	10	121	3012	10	49	7116
4	279	237	2412	1161	1134	10	5	0	3	767	3640	321	10	9980
5	0	22	1015	542	785	25	178	10	5	186	1094	436	142	4441
6	815	362	1314	809	422	471	300	292	2	1	442	363	233	5826
7	640	0	1153	0	686	284	1790	0	0	521	745	0	223	6044
8	6	0	1238	243	313	0	661	0	0	0	1055	242	121	3881
9	1084	0	1379	444	463	0	0	0	847	0	1143	0	0	5361
10	0	134	971	185	444	223	645	0	121	1178	1009	0	0	4910
11	201	0	246	856	2238	0	161	0	0	121	3490	791	445	8550
12	114	406	195	0	0	0	4	0	0	282	1911	1084	0	3997
13	1143	403	1356	5	288	0	5	0	0	0	1233	601	4548	9584
Total	6143	2788	14407	5592	10120	1233	4418	337	1663	3647	22572	3870	5818	82608

Anexo 24: Matriz Origem-Destino observada entre macrozonas, modo motorizado, propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	631	57	317	1211	121	11	0	0	2	0	396	1	213	2960
2	958	449	1522	1621	1590	1000	353	121	288	0	1045	0	0	8947
3	807	335	512	1066	613	0	506	0	10	1	512	5	5	4374
4	1040	3	1818	2346	3643	632	735	585	1	1	1738	204	404	13151
5	282	15	400	1700	1621	39	2	30	10	13	1046	623	5	5787
6	405	50	211	783	248	262	0	100	129	5	220	5	90	2510
7	90	3	366	933	386	43	3	3	1	246	1	2809	1	4886
8	40	1	621	221	145	5	195	597	3	283	534	2	7	2654
9	2537	0	582	1746	179	1	41	1	655	88	67	67	162	6127
10	35	0	6	770	104	0	296	10	538	489	2	0	1	2251
11	240	10	973	745	2055	40	0	45	0	0	1510	1348	50	7016
12	901	261	451	1111	66	2	2	40	0	0	1819	1052	225	5930
13	15	0	342	126	407	205	408	1	0	1	273	39	1007	2825
Total	7981	1185	8121	14378	11178	2241	2543	1534	1639	1129	9164	6157	2170	69418

Anexo 25: Matriz Origem-Destino estimada pelo método sequencial entre macrozonas, modo coletivo , propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	1213,24	393,63	1232,29	1176,83	1106,56	217,21	156,21	223,57	356,74	163,35	1008,23	205,31	270,53	7723,68
2	1169,99	147,94	930,14	823,09	415,49	111,14	77,34	376,31	90,49	98,69	441,02	9,84	257,54	4949,02
3	1256,05	245,45	577,35	586,02	555,12	400,34	90,26	26,63	102,19	88,50	629,10	322,83	396,00	5275,85
4	473,61	77,82	308,24	164,06	286,63	133,28	23,45	71,65	53,42	103,21	178,93	51,62	380,39	2306,30
5	761,07	58,34	456,83	496,68	428,79	152,67	62,88	63,22	128,00	52,22	471,79	366,67	263,66	3762,83
6	1289,51	271,93	1171,35	398,11	1107,96	457,68	468,60	250,50	332,08	181,23	674,77	209,92	748,23	7561,85
7	925,72	245,46	541,93	165,70	339,16	838,27	385,90	352,28	60,85	157,90	1013,84	309,38	41,95	5378,33
8	1149,13	165,57	158,31	459,80	311,55	180,34	205,99	334,04	221,06	60,09	138,71	374,70	789,28	4548,57
9	1932,32	228,72	701,21	469,87	2195,02	1219,56	122,56	167,07	133,79	87,42	432,85	93,73	171,68	7955,81
10	2023,22	200,45	2678,17	1248,11	1379,98	760,72	466,81	329,79	219,68	500,92	2855,40	635,25	1498,27	14796,77
11	1063,70	187,41	920,96	591,98	617,24	388,72	228,59	540,74	55,62	442,01	745,65	416,53	534,01	6733,15
12	2255,82	126,22	2337,88	914,10	1012,91	396,91	403,38	898,99	65,40	113,51	252,30	1260,40	472,38	10510,20
13	3555,74	562,87	970,22	2480,58	2941,03	1663,87	61,10	1142,32	1516,84	1000,90	2182,02	203,71	2356,69	20637,89
Total	19069,13	2911,82	12984,86	9974,94	12697,42	6920,69	2753,09	4777,11	3336,15	3049,95	11024,60	4459,87	8180,61	102140,24

Anexo 26: Matriz Origem-Destino estimada pelo método sequencial entre macrozonas, modo coletivo , propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	156,61	291,73	632,60	188,23	208,32	57,74	54,26	69,22	244,84	206,13	664,41	113,29	68,17	2955,57
2	95,66	98,51	379,46	98,04	60,24	22,74	20,39	85,07	42,52	88,73	216,16	3,97	49,60	1261,11
3	142,46	168,57	339,81	101,71	102,62	99,47	32,59	6,23	73,47	93,18	367,26	173,38	84,73	1785,48
4	74,31	72,68	369,31	60,78	104,11	62,76	10,28	36,69	38,19	136,16	172,71	45,84	101,99	1285,81
5	98,12	54,45	299,59	109,48	132,84	54,91	19,44	34,64	121,63	95,75	401,12	247,03	70,74	1739,74
6	130,48	198,61	567,01	59,26	189,40	121,24	159,69	68,26	196,51	207,60	426,93	106,42	163,35	2594,78
7	61,70	116,13	176,98	16,60	40,98	136,95	85,06	76,25	25,22	120,52	379,41	106,43	6,27	1348,52
8	112,30	111,45	75,79	67,99	60,14	40,11	71,57	112,98	148,84	68,14	99,30	197,38	174,38	1340,38
9	231,20	175,60	422,86	79,39	437,45	318,86	44,62	60,27	112,33	129,79	331,73	56,82	45,21	2446,14
10	107,35	64,31	616,88	93,06	128,67	85,16	72,88	52,83	78,67	316,16	900,65	164,02	166,56	2847,20
11	127,49	145,98	471,10	108,09	142,74	108,87	73,76	179,20	40,12	540,34	719,38	299,75	177,16	3133,99
12	117,25	42,05	517,70	59,97	89,78	45,26	62,69	130,57	19,84	62,74	87,81	434,53	52,95	1723,13
13	144,87	171,49	218,56	140,20	208,74	153,67	7,88	133,62	382,84	454,98	624,55	54,66	278,72	2974,79
Total	1599,80	1711,56	5087,66	1182,81	1906,04	1307,74	715,12	1045,84	1525,03	2520,24	5391,43	2003,52	1439,84	27436,63

Anexo 27: Matriz Origem-Destino estimada pelo método sequencial entre macrozonas, modo coletivo , propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	504,11	100,21	260,10	267,68	286,25	56,17	32,22	35,62	33,99	24,75	249,79	46,06	94,13	1991,08
2	385,20	69,95	312,04	230,98	135,03	43,69	19,07	72,30	15,70	22,65	128,52	1,82	80,50	1517,46
3	563,94	27,53	138,95	217,24	185,19	124,45	26,12	1,99	25,36	17,13	83,37	95,33	97,06	1603,65
4	188,54	9,36	109,83	2,18	60,28	26,50	5,28	12,46	6,23	13,36	41,58	12,49	115,54	603,62
5	557,70	12,77	210,66	76,17	48,72	65,77	7,33	29,95	57,76	17,96	56,41	187,43	73,71	1402,34
6	510,26	71,69	386,16	134,58	334,20	162,26	114,00	30,75	42,90	36,04	211,59	32,36	170,91	2237,70
7	254,14	56,76	176,80	43,52	109,30	226,56	82,44	85,11	13,06	35,42	156,18	67,23	13,27	1319,78
8	387,43	30,75	48,96	115,55	135,95	58,88	62,43	79,98	48,87	9,53	62,57	67,12	174,91	1282,94
9	481,44	25,95	228,51	93,40	479,45	171,60	29,40	29,27	20,35	15,81	103,53	17,38	39,90	1736,00
10	848,77	35,02	721,87	391,27	444,98	139,74	96,38	70,45	50,56	85,90	695,49	133,05	347,99	4061,47
11	530,84	37,69	317,24	134,08	178,10	110,88	19,11	100,52	9,83	103,74	338,20	58,23	237,26	2175,71
12	1089,64	33,22	585,89	136,35	289,97	85,12	84,73	122,77	11,21	19,32	87,33	324,37	96,73	2966,63
13	932,72	202,96	407,13	491,60	866,28	253,68	18,44	145,39	219,71	185,39	568,22	45,69	536,66	4873,87
Total	7234,73	713,86	3904,16	2334,60	3553,70	1525,30	596,93	816,55	555,53	587,00	2782,76	1088,57	2078,57	27772,26

Anexo 28: Matriz Origem-Destino estimada pelo método sequencial entre macrozonas, modo individual , propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	2586,87	465,16	1153,47	1158,36	749,54	298,94	182,63	148,43	236,84	144,27	518,48	100,67	207,43	7951,11
2	1778,19	495,28	1862,06	1285,37	610,28	250,26	147,78	404,42	58,34	112,18	459,02	8,93	389,54	7861,65
3	3052,88	455,58	1903,48	1688,30	960,91	852,69	247,80	0,91	225,12	73,30	534,22	470,37	327,95	10793,50
4	2043,86	272,74	3133,44	1666,65	2024,89	969,20	82,16	381,59	81,13	181,90	704,76	246,74	670,42	12459,49
5	2148,81	215,58	1602,92	2113,61	2388,16	705,00	69,23	401,62	493,36	241,14	1438,47	946,37	498,37	13262,63
6	1502,77	524,20	1545,75	507,83	863,50	1025,08	879,97	139,68	140,97	179,78	666,16	138,78	417,23	8531,72
7	868,32	381,46	683,55	198,96	353,94	1236,65	577,15	584,63	37,13	133,71	69,32	198,35	24,85	5348,03
8	613,34	149,20	132,39	379,60	383,30	96,25	327,38	563,92	199,20	32,08	203,64	200,00	207,29	3487,59
9	917,71	82,89	703,56	141,15	20,68	242,74	52,78	107,72	133,57	83,57	202,29	5,56	2,44	2696,65
10	1801,39	70,80	945,87	835,54	1066,80	268,67	280,74	356,50	251,42	539,32	1008,47	111,22	104,16	7640,90
11	2342,22	407,57	1425,58	1528,54	1725,31	932,28	299,34	948,89	90,56	578,80	3046,04	1267,25	1860,65	16453,04
12	2008,49	97,17	625,21	0,92	586,14	254,87	293,31	486,21	10,73	35,65	301,75	3129,49	141,90	7971,84
13	1630,22	783,71	1563,00	465,07	888,43	719,90	40,74	345,08	206,84	213,78	2329,79	381,65	4553,41	14121,62
Total	23295,06	4401,33	17280,30	11969,89	12621,90	7852,55	3480,99	4869,60	2165,22	2549,48	11482,42	7205,40	9405,64	118579,78

Anexo 29: Matriz Origem-Destino estimada pelo método sequencial entre macrozonas, modo individual , propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	221,25	265,26	478,28	148,15	121,27	59,07	48,93	39,65	140,23	148,76	309,07	50,70	43,89	2074,49
2	105,97	188,43	514,78	110,86	65,04	33,51	26,76	72,08	23,89	78,59	178,57	2,95	54,75	1456,16
3	213,23	208,89	619,16	170,27	120,86	135,94	52,88	0,46	102,80	61,79	248,54	179,54	56,19	2170,55
4	140,28	122,23	1004,51	165,29	247,76	151,13	17,29	77,02	36,64	145,81	310,34	91,24	109,22	2618,76
5	149,60	97,66	521,54	212,45	295,42	111,27	15,00	81,83	223,48	194,01	641,73	355,48	82,23	2981,70
6	120,20	267,60	575,29	58,57	126,68	181,73	211,10	34,84	80,57	168,44	345,06	62,32	83,38	2315,76
7	48,28	134,56	174,83	15,79	34,90	152,56	95,75	92,80	13,97	86,90	46,40	61,34	3,39	961,45
8	55,70	84,26	53,97	47,92	58,14	19,89	84,14	138,94	112,52	33,79	109,96	97,89	49,62	946,73
9	110,32	67,96	365,41	26,68	36,69	79,95	19,73	36,64	96,69	107,94	156,32	7,31	3,99	1115,62
10	84,63	24,50	234,97	58,46	90,66	32,44	42,04	48,56	75,61	289,66	343,07	37,94	23,11	1385,65
11	166,62	189,15	477,79	157,19	218,51	150,76	65,86	199,40	42,24	482,42	1380,28	483,97	310,45	4324,63
12	87,63	27,96	148,96	3,72	47,42	26,01	39,82	65,31	4,02	20,41	82,89	702,32	16,64	1273,12
13	62,56	179,83	255,93	30,49	64,80	63,34	4,60	41,48	66,97	108,73	532,71	71,54	373,02	1855,99
Total	1566,27	1858,29	5425,41	1205,83	1528,14	1197,60	723,89	929,00	1019,62	1927,23	4684,93	2204,54	1209,87	25480,62

Anexo 30: Matriz Origem-Destino estimada pelo método sequencial entre macrozonas, modo individual, propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	822,60	74,33	462,03	388,73	278,68	65,33	42,05	36,19	76,09	32,30	169,92	18,02	34,15	2500,42
2	697,93	67,62	577,33	392,70	193,51	45,83	32,86	86,29	13,35	18,50	131,86	2,32	102,26	2362,35
3	912,13	112,27	597,84	410,04	267,56	164,97	46,59	3,23	34,20	12,31	230,43	67,67	93,59	2952,84
4	671,62	60,37	909,68	501,44	628,25	227,49	17,38	73,17	18,19	38,39	196,17	48,66	160,47	3551,29
5	470,27	43,57	420,19	666,28	818,84	138,52	21,97	60,85	58,84	37,09	474,98	90,84	133,24	3435,48
6	497,26	95,54	463,82	128,61	285,95	198,48	191,52	47,09	47,77	33,15	169,40	43,12	152,37	2354,08
7	421,01	80,59	223,04	66,97	118,09	299,94	145,12	109,84	6,53	22,87	164,80	47,39	6,06	1712,26
8	323,44	43,16	52,69	157,04	108,38	16,34	72,64	120,28	41,17	10,22	46,16	71,93	134,09	1197,53
9	402,09	30,29	149,05	59,11	119,37	134,05	4,73	17,83	23,68	12,35	51,51	1,08	1,60	1006,73
10	405,24	16,76	308,31	158,79	254,41	87,83	57,52	53,97	31,49	95,27	302,09	13,77	55,92	1841,37
11	607,43	78,07	362,66	436,51	504,42	186,79	91,67	174,74	16,12	77,48	659,63	279,35	377,98	3852,86
12	334,83	10,22	272,25	109,75	175,70	61,68	61,39	133,08	2,30	7,15	58,41	555,33	61,02	1843,13
13	705,34	44,65	286,59	257,52	188,23	254,00	1,76	114,38	69,50	18,41	553,97	65,23	1141,27	3700,85
Total	7271,19	757,44	5085,46	3733,49	3941,39	1881,25	787,22	1030,95	439,23	415,49	3209,35	1304,70	2454,02	32311,18

Anexo 31: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto tradicional entre macrozonas, modo coletivo , propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	406	69	847	340	307	43	104	37	38	42	228	46	80	2589
2	202	35	406	173	171	19	56	18	11	16	123	32	56	1319
3	293	127	1087	283	270	34	88	34	21	25	325	41	80	2708
4	181	53	468	325	244	30	51	24	13	20	163	36	46	1654
5	223	87	578	463	635	38	98	34	18	35	420	38	95	2761
6	364	104	799	322	334	52	143	54	30	42	275	82	118	2718
7	153	33	254	130	114	17	46	15	7	11	96	19	29	924
8	77	24	171	88	73	7	26	12	6	10	60	17	25	596
9	164	49	290	129	108	20	30	16	16	19	109	19	32	1000
10	283	69	542	241	293	40	88	39	24	50	226	42	77	2015
11	398	118	788	522	536	57	198	53	34	42	392	132	150	3422
12	163	40	354	191	188	26	59	28	12	20	164	62	66	1373
13	597	108	1154	475	434	85	119	70	36	49	544	154	358	4182
Total	3505	916	7737	3683	3709	467	1106	434	266	380	3126	718	1212	27261

Anexo 32: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto tradicional entre macrozonas, modo coletivo, propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	96	16	200	80	73	10	25	9	9	10	54	11	19	611,83
2	31	5	63	27	26	3	9	3	2	2	19	5	9	204,42
3	66	29	246	64	61	8	20	8	5	6	73	9	18	613,15
4	33	10	86	60	45	6	9	5	2	4	30	7	8	304,82
5	53	21	138	111	152	9	23	8	4	8	100	9	23	659,85
6	72	20	157	63	66	10	28	11	6	8	54	16	23	535,43
7	43	9	71	36	32	5	13	4	2	3	27	5	8	258,40
8	18	6	41	21	17	2	6	3	1	2	14	4	6	141,93
9	56	17	99	44	37	7	10	6	5	6	37	6	11	341,63
10	152	37	291	130	158	21	47	21	13	27	122	22	41	1082,38
11	177	52	350	232	238	25	88	23	15	18	174	59	67	1519,39
12	33	8	72	39	38	5	12	6	2	4	34	13	14	280,53
13	151	27	292	120	110	21	30	18	9	12	138	39	91	1059,19
Total	983	258	2107	1027	1053	132	321	123	76	112	877	205	337	7612,96

Anexo 33: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto tradicional entre macrozonas, modo coletivo, propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	262,70	44,73	547,66	220,02	198,48	27,94	67,06	23,91	24,86	27,41	147,63	29,82	51,82	1674,04
2	191,78	33,55	385,20	164,66	162,24	18,16	53,47	17,50	10,12	15,25	116,81	30,09	53,09	1251,92
3	179,51	77,87	666,46	173,27	165,62	20,79	54,21	20,70	12,71	15,49	198,94	25,19	49,07	1659,83
4	65,56	19,23	169,37	117,57	88,54	10,94	18,39	8,87	4,72	7,19	59,15	12,96	16,49	598,97
5	93,27	36,15	241,33	193,52	265,30	15,74	40,81	14,11	7,55	14,51	175,56	15,84	39,85	1153,53
6	253,36	72,14	556,61	224,45	232,79	35,94	99,42	37,33	20,77	29,05	191,83	57,15	82,52	1893,35
7	84,18	18,32	139,24	71,32	62,74	9,16	25,39	8,20	3,69	6,11	52,47	10,28	15,84	506,92
8	57,06	18,06	127,05	65,29	54,44	5,32	19,22	8,97	4,41	7,53	44,71	12,28	18,68	443,03
9	193,94	58,08	341,80	152,25	127,61	23,74	35,41	19,30	18,39	22,04	128,24	21,89	37,95	1180,63
10	268,45	65,11	513,98	228,48	278,00	37,62	83,68	37,38	22,75	47,73	214,50	39,36	72,57	1909,61
11	221,97	65,94	439,69	291,17	299,07	31,96	110,58	29,36	19,22	23,20	218,90	73,76	83,79	1908,61
12	216,25	52,42	469,73	253,54	248,95	34,52	78,40	37,33	15,60	26,41	217,80	82,46	87,89	1821,30
13	521,05	94,53	1006,56	414,43	378,61	73,93	103,61	60,84	31,79	42,47	474,49	134,26	312,13	3648,70
Total	2609,08	656,11	5604,68	2569,98	2562,38	345,77	789,63	323,80	196,59	284,39	2241,02	545,35	921,67	19650,44

Anexo 34: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto tradicional entre macrozonas, modo individual , propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	707,30	112,32	818,23	377,75	352,75	64,15	132,64	41,47	27,72	47,35	273,60	62,99	128,67	3146,93
2	252,26	161,83	623,45	229,82	239,56	44,85	86,81	23,59	12,70	24,84	165,93	36,29	85,16	1987,08
3	517,43	104,20	1340,80	531,85	400,79	59,59	164,22	22,13	37,03	34,46	243,21	71,92	99,22	3626,86
4	257,86	57,78	696,99	314,33	301,07	39,65	68,62	32,11	13,66	21,93	204,99	51,44	63,14	2123,59
5	442,95	121,33	968,48	478,61	594,21	70,59	89,00	0,23	39,29	65,54	377,16	81,76	126,88	3456,02
6	544,79	201,42	1173,09	516,75	428,48	128,03	232,30	0,09	27,50	58,34	406,95	79,09	131,32	3928,16
7	148,72	51,49	354,79	154,56	153,63	25,69	59,06	0,01	9,43	16,59	70,16	23,97	41,07	1109,19
8	86,11	25,91	204,12	91,51	125,20	10,91	45,53	0,24	8,22	10,13	121,31	16,53	24,49	770,22
9	173,11	38,46	517,00	135,13	115,50	17,66	48,15	0,00	19,99	29,54	141,61	23,82	40,41	1300,38
10	522,11	83,07	679,23	391,89	462,22	43,43	119,69	0,22	49,80	71,75	282,05	57,01	92,02	2854,50
11	661,58	159,45	1135,02	634,98	716,55	87,05	155,01	0,08	44,93	63,36	732,20	147,33	277,86	4815,40
12	299,90	67,84	406,83	151,26	243,19	32,92	78,60	0,14	14,70	24,92	292,75	155,92	71,10	1840,07
13	667,36	266,30	2432,36	502,22	589,04	83,26	216,53	0,05	41,72	67,27	766,64	269,84	491,05	6393,64
Total	5281,47	1451,41	11350,38	4510,66	4722,20	707,79	1496,16	120,37	346,69	536,02	4078,56	1077,92	1672,39	37352,03

Anexo 35: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto tradicional entre macrozonas, modo individual , propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	167,16	26,55	193,38	89,28	83,37	15,16	31,35	9,80	6,55	11,19	64,66	14,89	30,41	743,74
2	39,11	25,09	96,66	35,63	37,14	6,95	13,46	3,66	1,97	3,85	25,72	5,63	13,20	308,07
3	117,17	23,60	303,61	120,43	90,75	13,49	37,19	5,01	8,39	7,80	55,07	16,29	22,47	821,27
4	47,53	10,65	128,47	57,94	55,49	7,31	12,65	5,92	2,52	4,04	37,78	9,48	11,64	391,42
5	105,85	28,99	231,43	114,37	141,99	16,87	21,27	17,96	9,39	15,66	90,13	19,54	30,32	843,76
6	107,33	39,68	231,11	101,80	84,41	25,22	45,76	8,79	5,42	11,49	80,17	15,58	25,87	782,65
7	41,57	14,39	99,18	43,21	42,95	7,18	16,51	7,29	2,64	4,64	19,61	6,70	11,48	317,36
8	20,50	6,17	48,59	21,78	29,81	2,60	10,84	4,60	1,96	2,41	28,88	3,94	5,83	187,90
9	59,14	13,14	176,62	46,16	39,46	6,03	16,45	7,75	6,83	10,09	48,38	8,14	13,81	452,00
10	280,39	44,61	364,77	210,46	248,23	23,33	64,28	37,84	26,75	38,53	151,47	30,62	49,42	1570,67
11	293,74	70,80	503,95	281,93	318,15	38,65	68,82	30,74	19,95	28,13	325,10	65,41	123,37	2168,75
12	61,29	13,86	83,14	30,91	49,70	6,73	16,06	5,75	3,00	5,09	59,82	31,86	14,53	381,75
13	169,04	67,45	616,10	127,21	149,20	21,09	54,85	17,66	10,57	17,04	194,18	68,35	124,38	1637,11
Total	1509,81	384,98	3077,00	1281,11	1370,65	190,61	409,48	162,76	105,92	159,98	1180,99	296,42	476,72	10606,43

Anexo 36: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto tradicional entre macrozonas, modo individual, propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	457,37	72,63	529,11	244,27	228,11	41,48	85,77	26,81	17,92	30,62	176,93	40,73	83,20	2034,97
2	239,51	153,66	591,95	218,21	227,46	42,58	82,43	22,40	12,06	23,58	157,54	34,45	80,86	1886,68
3	317,17	63,87	821,89	326,01	245,68	36,53	100,67	13,57	22,70	21,12	149,08	44,09	60,82	2223,20
4	93,39	20,93	252,44	113,85	109,04	14,36	24,85	11,63	4,95	7,94	74,24	18,63	22,87	769,12
5	185,04	50,68	404,57	199,93	248,23	29,49	37,18	31,41	16,41	27,38	157,55	34,16	53,00	1475,03
6	379,52	140,32	817,22	359,99	298,49	89,19	161,83	31,08	19,16	40,64	283,50	55,10	91,48	2767,52
7	81,56	28,24	194,57	84,76	84,25	14,09	32,39	14,30	5,17	9,10	38,48	13,15	22,52	622,59
8	63,99	19,25	151,68	68,00	93,04	8,11	33,83	14,34	6,11	7,53	90,15	12,28	18,20	586,52
9	204,38	45,41	610,38	159,53	136,37	20,85	56,85	26,78	23,60	34,87	167,19	28,12	47,71	1562,05
10	494,69	78,70	643,55	371,31	437,94	41,15	113,40	66,76	47,19	67,98	267,24	54,02	87,19	2771,11
11	368,99	88,93	633,05	354,15	399,65	48,55	86,45	38,62	25,06	35,34	408,38	82,17	154,98	2724,32
12	397,89	90,01	539,76	200,68	322,65	43,68	104,28	37,33	19,51	33,06	388,39	206,86	94,33	2478,42
13	582,29	232,36	2122,33	438,21	513,96	72,64	188,93	0,00	36,41	58,70	668,92	235,44	428,46	5578,66
Total	3865,80	1085,00	8312,49	3138,92	3344,87	502,71	1108,87	335,01	256,23	397,86	3027,60	859,21	1245,62	27480,19

Anexo 37: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto com utilização de variável *dummy* entre macrozonas, modo coletivo, propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	2722,83	80,97	2017,89	669,31	862,72	201,64	155,24	54,25	122,77	83,04	549,54	67,42	248,01	7835,64
2	740,82	23,14	513,24	190,48	288,04	44,46	49,56	14,82	11,61	13,82	172,99	32,96	124,64	2220,60
3	862,41	139,49	1817,41	274,12	392,38	74,52	66,66	26,38	23,01	18,65	595,29	31,36	141,86	4463,54
4	138,86	11,06	151,73	135,47	125,93	23,26	9,39	5,67	3,82	4,63	66,04	9,39	19,64	704,89
5	285,05	37,59	312,39	362,20	996,18	48,70	43,12	14,25	9,68	17,92	513,46	14,64	105,24	2760,41
6	2565,61	193,60	2090,66	698,16	1158,53	320,22	318,69	122,26	89,24	92,79	888,40	220,31	579,48	9337,94
7	549,23	25,47	267,71	137,85	169,78	42,44	42,37	12,36	6,14	8,67	133,70	15,52	45,94	1457,18
8	278,45	25,45	232,45	120,43	134,59	16,26	26,24	14,93	8,69	12,98	102,58	21,97	63,45	1058,46
9	2631,80	217,58	1438,92	575,40	649,18	251,48	81,78	61,65	119,07	93,71	713,12	64,50	236,25	7134,45
10	1993,09	112,49	1266,04	504,40	1117,65	243,25	163,17	85,73	73,60	159,59	760,77	78,46	321,27	6879,50
11	1074,82	87,58	726,11	595,35	970,72	137,81	205,67	42,13	41,27	32,89	600,59	186,15	317,09	5018,17
12	502,26	28,32	400,96	227,01	341,17	77,59	54,05	31,89	13,86	20,37	291,55	111,60	169,41	2270,03
13	1709,67	57,04	1103,74	382,73	504,76	213,44	62,02	53,48	34,83	33,34	826,95	186,82	1164,03	6332,84
Total	16054,91	1039,77	12339,26	4872,91	7711,63	1695,07	1277,95	539,79	557,58	592,40	6214,97	1041,10	3536,30	57473,65

Anexo 38: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto com utilização de variável *dummy* entre macrozonas, modo coletivo, propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	553,62	29,26	477,53	171,34	202,95	62,33	51,76	20,70	48,90	33,08	144,06	23,60	66,69	1885,80
2	146,71	8,14	118,30	47,49	66,00	13,39	16,10	5,51	4,50	5,36	44,17	11,24	32,64	519,56
3	211,11	60,68	517,80	84,48	111,13	27,73	26,76	12,12	11,03	8,94	187,87	13,21	45,92	1318,79
4	54,82	7,76	69,72	67,34	57,52	13,96	6,08	4,20	2,95	3,58	33,61	6,38	10,25	338,19
5	99,73	23,38	127,21	159,55	403,26	25,90	24,74	9,36	6,64	12,28	231,61	8,82	48,69	1181,17
6	443,07	59,42	420,23	151,80	231,49	84,07	90,25	39,63	30,19	31,39	197,80	65,49	132,35	1977,19
7	89,21	7,35	50,61	28,19	31,91	10,48	11,28	3,77	1,95	2,76	28,00	4,34	9,87	279,72
8	46,04	7,48	44,74	25,07	25,75	4,09	7,11	4,63	2,81	4,21	21,87	6,25	13,88	213,92
9	282,11	41,45	179,52	77,65	80,51	40,98	14,38	12,40	25,00	19,68	98,55	11,90	33,49	917,64
10	206,85	20,75	152,93	65,91	134,20	38,38	27,77	16,70	14,96	32,45	101,79	14,02	44,09	870,79
11	361,05	52,28	283,89	251,79	377,28	70,38	113,30	26,56	27,15	21,64	260,10	107,64	140,86	2093,94
12	84,15	8,43	78,19	47,89	66,14	19,76	14,85	10,03	4,55	6,69	62,98	32,19	37,54	473,38
13	312,98	18,56	235,18	88,21	106,91	59,40	18,62	18,38	12,49	11,95	195,18	58,87	281,81	1418,54
Total	2891,46	344,93	2755,86	1266,71	1895,05	470,85	423,00	184,00	193,14	194,00	1607,59	363,94	898,08	13488,63

Anexo 39: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto com utilização de variável *dummy* entre macrozonas, modo coletivo, propósito outros, município de Vitória- ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	89,63	4,74	77,30	27,74	32,86	10,09	8,38	3,35	7,92	5,35	23,32	3,82	10,80	305,29
2	24,38	1,35	19,66	7,89	10,97	2,23	2,68	0,92	0,75	0,89	7,34	1,87	5,43	86,35
3	28,39	8,16	69,62	11,36	14,94	3,73	3,60	1,63	1,48	1,20	25,26	1,78	6,18	177,33
4	4,57	0,65	5,81	5,61	4,80	1,16	0,51	0,35	0,25	0,30	2,80	0,53	0,85	28,20
5	9,38	2,20	11,97	15,01	37,94	2,44	2,33	0,88	0,62	1,16	21,79	0,83	4,58	111,12
6	84,45	11,33	80,09	28,93	44,12	16,02	17,20	7,55	5,75	5,98	37,70	12,48	25,23	376,85
7	18,08	1,49	10,26	5,71	6,47	2,12	2,29	0,76	0,40	0,56	5,67	0,88	2,00	56,69
8	9,17	1,49	8,90	4,99	5,13	0,81	1,42	0,92	0,56	0,84	4,35	1,24	2,76	42,58
9	86,63	12,73	55,12	23,85	24,72	12,58	4,41	3,81	7,68	6,04	30,26	3,65	10,28	281,78
10	65,60	6,58	48,50	20,90	42,56	12,17	8,81	5,30	4,75	10,29	32,28	4,45	13,98	276,18
11	35,38	5,12	27,82	24,67	36,97	6,90	11,10	2,60	2,66	2,12	25,49	10,55	13,80	205,18
12	16,53	1,66	15,36	9,41	12,99	3,88	2,92	1,97	0,89	1,31	12,37	6,32	7,37	93,00
13	56,28	3,34	42,28	15,86	19,22	10,68	3,35	3,30	2,25	2,15	35,09	10,59	50,67	255,06
Total	528,47	60,82	472,70	201,95	293,69	84,83	68,98	33,35	35,95	38,20	263,73	58,99	153,94	2295,59

Anexo 40: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto com utilização de variável *dummy* entre macrozonas, modo individual, propósito trabalho, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	2070,00	137,58	1039,16	466,43	458,19	353,56	169,04	27,14	27,60	52,57	260,00	39,27	266,84	5367,38
2	1064,79	2957,06	1743,32	317,86	484,96	420,19	154,35	14,13	6,04	19,79	174,92	21,50	254,76	7633,67
3	5578,82	149,88	1040,00	2699,45	1123,71	387,23	584,87	3,23	129,55	21,67	238,71	98,23	138,67	12194,03
4	1252,84	51,61	2935,82	1199,96	1304,73	276,67	64,89	52,37	8,72	12,96	439,40	93,72	82,91	7776,59
5	3081,11	283,57	3088,71	1820,72	5593,49	784,73	51,79	444,71	168,84	292,42	1422,54	168,88	381,90	17583,41
6	2973,07	909,16	2803,61	1042,97	636,60	3586,12	1016,41	23,21	17,06	77,32	812,74	62,29	184,69	14145,24
7	200,18	47,07	284,51	101,24	127,67	70,44	51,49	32,86	2,86	6,14	8,69	6,38	21,43	960,96
8	80,79	10,83	111,94	44,68	202,51	8,22	65,33	35,53	5,96	3,06	280,06	5,18	9,74	863,83
9	263,58	10,49	920,75	42,38	29,22	11,27	16,29	13,49	41,52	44,26	103,66	4,46	14,41	1515,77
10	1048,48	10,96	131,51	144,11	360,54	19,79	29,89	60,43	76,88	74,05	78,32	7,02	18,60	2060,57
11	6460,79	356,28	2453,30	2376,10	4980,48	764,26	200,95	134,57	121,56	107,49	2521,00	750,55	3706,15	24933,48
12	578,88	24,77	85,86	16,20	140,09	33,15	28,20	7,79	2,96	5,45	461,86	2003,57	33,65	3422,42
13	543,23	225,48	4212,43	75,45	184,58	51,92	62,21	11,24	7,34	11,10	831,82	687,26	2941,14	9845,22
Total	25196,56	5174,73	20850,92	10347,55	15626,77	6767,54	2495,72	860,69	616,88	728,27	7633,73	3948,32	8054,89	108302,57

Anexo 41: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto com utilização de variável *dummy* entre macrozonas, modo individual, propósito estudo, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	680,26	12,55	62,08	30,14	27,21	27,59	14,23	2,61	2,77	5,29	17,20	3,47	18,11	903,52
2	54,65	269,72	104,14	20,54	28,80	32,79	12,99	1,36	0,61	1,99	11,57	1,90	17,29	558,35
3	286,33	13,67	659,53	174,44	66,73	30,21	49,23	0,31	13,02	2,18	15,80	8,68	9,41	1329,54
4	64,30	4,71	175,38	77,54	77,48	0,00	5,46	5,05	0,88	1,30	29,08	8,28	5,63	455,08
5	158,14	25,87	184,51	117,65	332,16	61,23	4,36	42,84	16,98	29,40	94,13	14,92	25,92	1108,11
6	152,59	82,93	167,48	67,40	37,80	279,81	85,55	2,24	1,72	7,77	53,78	5,50	12,54	957,11
7	10,27	4,29	17,00	6,54	7,58	5,50	4,33	3,17	0,29	0,62	0,58	0,56	1,45	62,18
8	4,15	0,99	6,69	2,89	12,03	0,64	5,50	3,42	0,60	0,31	18,53	0,46	0,66	56,85
9	13,53	0,96	55,00	2,74	1,74	0,88	1,37	1,30	4,17	4,45	6,86	0,39	0,98	94,37
10	53,81	1,00	7,86	9,31	21,41	1,54	2,52	5,82	7,73	7,44	5,18	0,62	1,26	125,51
11	331,60	32,50	146,55	153,54	295,76	59,63	16,91	12,97	12,22	10,81	563,90	66,31	251,56	1954,26
12	29,71	2,26	5,13	1,05	8,32	2,59	2,37	0,75	0,30	0,55	30,56	177,01	2,28	262,88
13	27,88	20,57	251,64	4,88	10,96	4,05	5,24	1,08	0,74	1,12	55,04	60,72	199,63	643,54
Total	1867,24	472,00	1842,99	668,65	927,97	506,46	210,06	82,92	62,02	73,22	902,22	348,83	546,73	8511,31

Anexo 42: Matriz Origem-Destino estimada pelo método direto com utilização de variável *dummy* entre macrozonas, modo individual, propósito outros, município de Vitória-ES em 2007

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	436,27	8,05	39,81	19,33	17,45	17,69	9,13	1,68	1,78	3,39	11,03	2,23	11,62	579,45
2	35,05	172,98	66,78	13,17	18,47	21,03	8,33	0,87	0,39	1,28	7,42	1,22	11,09	358,08
3	183,63	8,77	422,94	111,87	42,80	19,38	31,57	0,20	8,35	1,40	10,13	5,57	6,04	852,64
4	41,24	3,02	112,47	49,73	49,69	13,85	3,50	3,24	0,56	0,84	18,65	5,31	3,61	305,69
5	101,42	16,59	118,32	75,46	213,02	39,27	2,80	27,48	10,89	18,85	60,36	9,57	16,62	710,65
6	97,86	53,18	107,40	43,22	24,24	179,46	54,87	1,43	1,10	4,99	34,49	3,53	8,04	613,82
7	6,59	2,75	10,90	4,20	4,86	3,52	2,78	2,03	0,18	0,40	0,37	0,36	0,93	39,88
8	2,66	0,63	4,29	1,85	7,71	0,41	3,53	2,20	0,38	0,20	11,88	0,29	0,42	36,46
9	8,68	0,61	35,27	1,76	1,11	0,56	0,88	0,83	2,68	2,85	4,40	0,25	0,63	60,52
10	34,51	0,64	5,04	5,97	13,73	0,99	1,61	3,73	4,96	4,77	3,32	0,40	0,81	80,49
11	0,00	20,84	93,98	98,47	189,68	38,25	10,85	8,32	7,84	6,93	361,62	42,53	161,33	1040,63
12	19,05	1,45	3,29	0,67	5,34	1,66	1,52	0,48	0,19	0,35	19,60	113,52	1,46	168,59
13	17,88	13,19	161,37	3,13	7,03	2,60	3,36	0,69	0,47	0,72	35,30	38,94	128,03	412,71
Total	984,84	302,70	1181,87	428,83	595,13	338,66	134,72	53,18	39,78	46,96	578,57	223,71	350,63	5259,60

Anexo 43: Matriz de estimações de proporções de viagens pelo modo individual propósito Trabalho

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,681	0,542	0,483	0,496	0,404	0,579	0,539	0,399	0,399	0,469	0,340	0,329	0,434
2	0,603	0,770	0,667	0,610	0,595	0,692	0,656	0,518	0,392	0,532	0,510	0,476	0,602
3	0,709	0,650	0,767	0,742	0,634	0,681	0,733	0,033	0,688	0,453	0,459	0,593	0,453
4	0,812	0,778	0,910	0,910	0,876	0,879	0,778	0,842	0,603	0,638	0,798	0,827	0,638
5	0,738	0,787	0,778	0,810	0,848	0,822	0,524	0,864	0,794	0,822	0,753	0,721	0,654
6	0,538	0,658	0,569	0,561	0,438	0,691	0,653	0,358	0,298	0,498	0,497	0,398	0,358
7	0,484	0,608	0,558	0,546	0,511	0,596	0,599	0,624	0,379	0,459	0,064	0,391	0,372
8	0,348	0,474	0,455	0,452	0,552	0,348	0,614	0,628	0,474	0,348	0,595	0,348	0,208
9	0,322	0,266	0,501	0,231	0,009	0,166	0,301	0,392	0,500	0,489	0,319	0,056	0,014
10	0,471	0,261	0,261	0,401	0,436	0,261	0,376	0,519	0,534	0,518	0,261	0,149	0,065
11	0,688	0,685	0,608	0,721	0,737	0,706	0,567	0,637	0,620	0,567	0,803	0,753	0,777
12	0,471	0,435	0,211	0,001	0,367	0,391	0,421	0,351	0,141	0,239	0,545	0,713	0,231
13	0,314	0,582	0,617	0,158	0,232	0,302	0,400	0,232	0,120	0,176	0,516	0,652	0,659

Anexo 44: Matriz de estimações de proporções de viagens pelo modo individual propósito Estudo

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,586	0,476	0,431	0,440	0,368	0,506	0,474	0,364	0,364	0,419	0,317	0,309	0,392
2	0,526	0,657	0,576	0,531	0,519	0,596	0,567	0,459	0,360	0,470	0,452	0,426	0,525
3	0,599	0,553	0,646	0,626	0,541	0,577	0,619	0,069	0,583	0,399	0,404	0,509	0,399
4	0,654	0,627	0,731	0,731	0,704	0,707	0,627	0,677	0,490	0,517	0,642	0,666	0,517
5	0,604	0,642	0,635	0,660	0,690	0,670	0,435	0,703	0,648	0,670	0,615	0,590	0,538
6	0,479	0,574	0,504	0,497	0,401	0,600	0,569	0,338	0,291	0,448	0,447	0,369	0,338
7	0,439	0,537	0,497	0,487	0,460	0,527	0,530	0,549	0,356	0,419	0,109	0,366	0,351
8	0,332	0,431	0,416	0,413	0,492	0,332	0,540	0,552	0,431	0,332	0,525	0,332	0,222
9	0,323	0,279	0,464	0,252	0,077	0,200	0,307	0,378	0,463	0,454	0,320	0,114	0,081
10	0,441	0,276	0,276	0,386	0,413	0,276	0,366	0,479	0,490	0,478	0,276	0,188	0,122
11	0,567	0,564	0,504	0,593	0,605	0,581	0,472	0,527	0,513	0,472	0,657	0,618	0,637
12	0,428	0,399	0,223	0,058	0,346	0,365	0,388	0,333	0,168	0,245	0,486	0,618	0,239
13	0,302	0,512	0,539	0,179	0,237	0,292	0,369	0,237	0,149	0,193	0,460	0,567	0,572

Anexo 45: Matriz de estimações de proporções de viagens pelo modo individual propósito Outros

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,620	0,426	0,640	0,592	0,493	0,538	0,566	0,504	0,691	0,566	0,405	0,281	0,266
2	0,644	0,492	0,649	0,630	0,589	0,512	0,633	0,544	0,460	0,450	0,506	0,560	0,560
3	0,618	0,803	0,811	0,654	0,591	0,570	0,641	0,619	0,574	0,418	0,734	0,415	0,491
4	0,781	0,866	0,892	0,996	0,912	0,896	0,767	0,854	0,745	0,742	0,825	0,796	0,581
5	0,457	0,773	0,666	0,897	0,944	0,678	0,750	0,670	0,505	0,674	0,894	0,326	0,644
6	0,494	0,571	0,546	0,489	0,461	0,550	0,627	0,605	0,527	0,479	0,445	0,571	0,471
7	0,624	0,587	0,558	0,606	0,519	0,570	0,638	0,563	0,333	0,392	0,513	0,413	0,313
8	0,455	0,584	0,518	0,576	0,444	0,217	0,538	0,601	0,457	0,517	0,425	0,517	0,434
9	0,455	0,539	0,395	0,388	0,199	0,439	0,139	0,379	0,538	0,439	0,332	0,059	0,039
10	0,323	0,324	0,299	0,289	0,364	0,386	0,374	0,434	0,384	0,526	0,303	0,094	0,138
11	0,534	0,674	0,533	0,765	0,739	0,628	0,828	0,635	0,621	0,428	0,661	0,828	0,614
12	0,235	0,235	0,317	0,446	0,377	0,420	0,420	0,520	0,170	0,270	0,401	0,631	0,387
13	0,431	0,180	0,413	0,344	0,179	0,500	0,087	0,440	0,240	0,090	0,494	0,588	0,680

Anexo 46: Relatório do *software* minitab 15 relativo à calibração do Modelo de produção de viagens propósito trabalho.

VPT = 1,53 Automóvel - 173 Renda + 0,296Pop. Tra

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
Pop. Tra	0,29648	0,09959	2,98	0,014
Automóve	1,5333	0,2137	7,18	0,000
Renda	-173,3	260,6	-0,67	0,521

S = 1655

Análise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	3	1067886248	355962083	129,90	0,000
Residual Error	10	27403157	2740316		
Total	13	1095289405			

Anexo 47: Relatório do *software* minitab 15 relativo à calibração do Modelo de produção de viagens propósito estudo.

VPE = 584 Renda + 0,367 Pop. Estud

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
Pop. Est	0,3666	0,1163	3,15	0,009
Renda	584,5	217,8	2,68	0,021

S = 1877

Análise de Variância

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	265173658	132586829	37,62	0,000
Residual Error	11	38767430	3524312		
Total	13	303941088			

Anexo 48: Relatório do *software* minitab 15 relativo á calibração do Modelo de produção de viagens propósito outros.

VPO = 0,159 densidade + 0,411 Automóvel

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
Automóve	0,41093	0,02970	13,84	0,000
densidad	0,15907	0,03389	4,69	0,001

S = 275,7

Análise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	2	87569933	43784967	576,13	0,000
Residual Error	11	835976	75998		
Total	13	88405909			

Anexo 49: Relatório do *software* minitab 15 relativo á calibração do Modelo de atração de viagens propósito trabalho.

VAT = 0,698 oferta de emprego

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
oferta d	0,69818	0,01421	49,15	0,000

S = 853,5

Análise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1759584110	1759584110	2415,43	0,000
Residual Error	12	8741704	728475		
Total	13	1768325814			

Anexo 50: Relatório do *software* minitab 15 relativo á calibração do Modelo de atração de viagens propósito estudo.

VAE = 0,564 oferta de matricula

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
oferta d	0,56360	0,06140	9,18	0,000

S = 1895

Analise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	1	302660336	302660336	84,26	0,000
Residual Error	12	43101877	3591823		
Total	13	345762213			

Anexo 51: Relatório do *software* minitab 15 relativo á calibração do Modelo de atração de viagens propósito outros.

lnVAO = - 4,55 + 1,30 lnOE

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-4,5472	0,9164	-4,96	0,000
lnOE	1,3022	0,1038	12,55	0,000

S = 0,4089 R-Sq = 93,5% R-Sq(adj) = 92,9%

Analise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	1	26,328	26,328	157,49	0,000
Residual Error	11	1,839	0,167		
Total	12	28,167			

Anexo 52: Relatório do *software* minitab 15 relativo à calibração do Modelo de proporção de viagens modo individual e propósito trabalho.

$$PVIT = 0,500 - 0,014 \text{ tij Individual} + 0,100 \text{ Renda}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,47104	0,08741	5,39	0,000
tij Indi	-0,016879	0,003066	-5,50	0,000
Renda	0,09982	0,01174	8,50	0,000

$$S = 0,2336 \quad R\text{-Sq} = 48,3\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 47,6\%$$

Análise de Variância

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	7,4413	3,7206	68,19	0,000
Residual Error	146	7,9662	0,0546		
Total	148	15,4075			

Anexo 53: Relatório do *software* minitab 15 relativo à calibração do Modelo de proporção de viagens modo individual e propósito estudo.

$$PVIE = 0,490 - 0,011 \text{ tij Individual} + 0,064 \text{ Renda}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,4792	0,1249	3,83	0,000
tij Indi	-0,016584	0,004421	-3,75	0,000
Renda	0,05213	0,01643	3,17	0,002

$$S = 0,2879 \quad R\text{-Sq} = 21,4\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 20,1\%$$

Análise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	2	2,7702	1,3851	16,71	0,000
Residual Error	123	10,1979	0,0829		
Total	125	12,9681			

Anexo 54: Relatório do *software* minitab 15 relativo à calibração do Modelo de proporção de viagens modo individual e propósito outros.

$$PVIO = 0,560 - 0,010 \text{ tijcoletivo} + 0,096 \text{ Renda}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	0,6225	0,2170	2,87	0,005
tijcolet	-0,013185	0,006712	-1,96	0,052
Renda	0,09547	0,02014	4,74	0,000

$$S = 0,3272 \quad R\text{-Sq} = 26,3\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 24,8\%$$

Análise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	2	3,7871	1,8935	17,69	0,000
Residual Error	99	10,5975	0,1070		
Total	101	14,3846			

Anexo 55: Relatório do *software* minitab 15 relativo à calibração do Modelo tradicional.

$$\begin{aligned} \ln vij = & -17,8 + 0,694 \ln(\text{popi}) - 0,607 \ln(\text{tijm}) + \\ & + 2,411 \ln(\text{poppi}/\text{popi}) + 1,211 \ln(\text{OEj}) \\ & + 0,830 \ln(\text{auti}) + 0,825 \ln(\text{OMj}) - 0,662 \ln(\text{popj}) \end{aligned}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-17,844	2,482	-7,19	0,000
Popi	0,6943	0,1680	4,13	0,000
tijm	-0,6072	0,3095	-1,96	0,050
poppi/poppi	2,4147	0,6620	3,65	0,000
OEj	1,2088	0,1831	6,60	0,000
auti	0,82966	0,09532	8,70	0,000
Omj	0,8255	0,2591	3,19	0,001
Popj	-0,6618	0,1921	-3,44	0,001

$$S = 3,008 \quad R\text{-Sq} = \mathbf{35,0\%} \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 34,6\%$$

Análise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	7	4907,21	701,03	77,46	0,000
Residual Error	1006	9104,15	9,05		
Total	1013	14011,36			

Anexo 56: Relatório do *software* minitab 15 relativo á calibração do Modelo direto com o uso de vaiáveis *dummy* (proposto)

$$\begin{aligned} \ln v_{ij} = & -22,31 - 2,43 \ln(t_{ij}) + 1,92 (t_{ij} * M) + 1,38 \ln(pop_i) \\ & + 1,29 \ln(OE_j) + 0,46 \ln(OE_j * P_2) + 0,35 \ln(OM_j) + 0,0001 \\ & + \ln(OM_j * P_1) + 2,21 \ln(renda_i) - 4,51 \\ & \ln(R * M) + 2,47 \ln(R * M * P_1) \\ & + 0,64 \ln(P_1) \end{aligned}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-22,310	1,966	-11,40	0,000
t _{ij}	-2,4285	0,3366	-7,22	0,000
t _{ij} *M	1,9275	0,1822	10,58	0,000
pop i	1,3825	0,1422	9,72	0,000
Oe _j	1,2823	0,1695	7,56	0,000
OEJ*P2	0,46443	0,03411	13,62	0,000
OM _j	0,3495	0,2132	1,64	0,101
OMJ*P1	0,0001	0,0000442	1,47	0,141
renda i	2,2137	0,2397	9,24	0,000
R*M	-4,5133	0,4820	-9,36	0,000
R*M*P1	2,4740	0,5697	4,34	0,000
P1	0,6431	0,4853	1,12	0,261

S = 2,719 R-Sq = 50,1% R-Sq(adj) = 49,5%

Análise de Variância

Fonte	DF	SS	MS	F	P
Regressão	11	6584,04	598,55	80,96	0,000
Residual Error	1001	7400,41	7,39		
Total	1012	13984,45			

Anexo 57: Arrumação dos dados para calibração

Modo (M)	Propósito (P)	O-D	Variáveis												
			Var.Dep.	Variáveis explicativas				Variáveis dummies			Variáveis interativas				
			$\ln V_{ijM}^P$	$\ln X_1$	$\ln X_2$	\dots	$\ln X_K$	$\ln M$	$\ln P_1$	$\ln P_2$	$\ln M \ln X_1$	$\ln M \ln X_2$	\dots	$\ln M \ln P_2 \ln X_K$	
Coletivo	Trabalho	1-1													
		1-2													
		⋮													
		1-n													
		2-1													
		2-2													
		⋮													
		2-n													
		n-n													
	Estudo	1-1													
		1-2													
		⋮													
		1-n													
		2-1													
		2-2													
		⋮													
		2-n													
		n-n													
	Outros	1-1													
		1-2													
		⋮													
		1-n													
		2-1													
		2-2													
		⋮													
		2-n													
		n-n													
Individual	Trabalho	1-1													
		1-2													
		⋮													
		1-n													
		2-1													
		2-2													
		⋮													
		2-n													
		n-n													
	Estudo	1-1													
		1-2													
		⋮													
		1-n													
		2-1													
		2-2													
		⋮													
		2-n													
		n-n													
	Outros	1-1													
		1-2													
		⋮													
		1-n													
		2-1													
		2-2													
		⋮													
		2-n													
		n-n													

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)