

# Relatório 2 – Zoneamento e Plano Amostral

Maio de 2016



## Agentes



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



HALCROW / CH2M HILL DO BRASIL ENGENHARIA LTDA.



COMPANHIA ESTADUAL DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA



SINERGIA ESTUDOS E PROJETOS LTDA.



BANCO INTERNACIONAL PARA RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO



SETEPLA TECNOMETAL ENGENHARIA S.A.



## Realizadores

### GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

<b>Governador</b>	Luiz Fernando de Souza
<b>Vice Governador</b>	Francisco Oswaldo Neves Dornelles
<b>Secretários de Estado de Transportes</b>	Rodrigo Goulart de Oliveira Vieira
<b>Subsecretário de Transportes</b>	Oswaldo de Andrade Dreux Delmo Manoel Pinho

### CENTRAL – COMPANHIA ESTADUAL DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

<b>Diretor Presidente</b>	Rogério Azambuja
<b>Diretor de Administração e Finanças</b>	Jairo Leite Favário
<b>Diretor de Engenharia e Operações</b>	Ramiro Ramos do Nascimento
<b>Gestão/Administração</b>	Salatiel do Nascimento Albuquerque
<b>Comissão de Fiscalização e Coordenação Técnica</b>	Newton Leão Duarte (Coordenador) Heraldo Magioli Mendes Cátia Maria Cavalcanti Pereira
<b>Grupo de Trabalho de Acompanhamento da Atualização do PDTU</b>	Heraldo Magioli Mendes José Dias David Marcelo Prado Sucena Newton Leão Duarte (Coordenador) Ronaldo Abreu Sertã Sidney Suzano de França Miranda Filho
<b>Consultores Especialistas</b>	Charles Edouard de Lima e Silva Marot Fernando Luiz Cumplido Mac Dowell da Costa José Eugênio Leal



## Equipe Técnica - Consórcio Halcrow-Sinergia-Setepla

### Gestão do Contrato

Guilherme Bastos Borba Costa  
Alan Jones Tavares  
Augusto Sérgio Pinto Guimarães  
Fabrício Fiorito de Campos Ferreira (adjunto)  
Thadeu André Mello (assistente)

### Coordenação Técnica

Willian Alberto de Aquino Pereira  
Livia Fernandes Pereira Tortoriello (adjunta)

### HALCROW / CH2M HILL DO BRASIL ENGENHARIA LTDA.

#### Coordenação

Guilherme Bastos Borba Costa  
Alan Jones Cardoso Tavares

#### Desenvolvimento

Alice Amorim Belém  
Camila Diniz Xavier  
Chris Bushell  
Diego Roisinblit  
Erika Toledo de Oliveira Pires  
Eugenia Keller  
Fabrício Fiorito de Campos Ferreira  
John Gregory  
Jose Forero-Martinez  
Jose Pablo Belenky  
Luciana Azevedo Martins  
Mark Jeffcott  
Remi Jeanneret  
Renato Barandier  
Richard Frost  
Sheng Peng

### SINERGIA ESTUDOS E PROJETOS LTDA.

#### Coordenação

Nino Bott de Aquino  
Wallace Fernandes Pereira (adjunto)

#### Desenvolvimento

Aldo Eliades Fernandez Perez  
Bianca Fernandes da Costa Anselmo  
Daniele Moura Guimarães de Weck  
Eduardo Andrade

Livia Fernandes Pereira Tortoriello  
Nara Mothé Antônio Maia  
Nino Bott de Aquino  
Rogério Selva Pinheiro  
Ronaldo Caetano Gonçalves  
Wallace Fernandes Pereira  
Willian Alberto de Aquino Pereira

### Pesquisa

Alberto Strozenberg  
Claudio Murta  
Francisco Fresard  
José Renato Cotta Maia  
Luis Eduardo Madeiro Guedes  
Marcelo Nascimento  
Nara Mothé Antônio Maia  
Nino Bott de Aquino  
Paula Iglesias  
Priscila Graça Soares  
Rodrigo Dellacqua Goytacaz  
Rodrigo Mata Tortoriello  
Ronaldo Caetano Gonçalves  
Rosenberg Fernandes  
Victor Mansur Ghetti  
Wallace Fernandes Pereira  
Wolfram Lange

### SETEPLA TECNOMETAL ENGENHARIA S.A.

#### Coordenação

Cesar Pietsch Rodrigues

#### Desenvolvimento

Felipe General  
Gustavo Junji Takubo  
Kazuo Kamazaki  
Lívia Ferreira de Lima  
Mario Sergio Lobo Pimentel  
Patrícia Yamaguti  
Ricardo Shimazaki  
Sydney Altivo de Almeida Cunha



## Histórico do Documento

### Relatório 2 – Zoneamento e Plano Amostral

Atualização do Plano Diretor de Transportes Urbanos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Esse documento foi produzido e alterado conforme o quadro abaixo:

Versão	Data	Descrição	Criado por	Verificado por	Aprovado por
1.0	06/03/2013	Minuta do Relatório 2 – Zoneamento e Plano Amostral	Eduardo Andrade	Thadeu André	Nino Aquino
2.0	13/01/2014	Minuta do Relatório 2 – Zoneamento e Plano Amostral	Eduardo Andrade	Thadeu André	Willian Aquino
Final	6/05/2016	Emissão Final	Eduardo Andrade	Fernanda Nagem	Livia Pereira



## Sumário

<b>1.</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Zoneamento</b>	<b>3</b>
2.1.	Considerações Gerais	3
2.2.	Novo Zoneamento	3
2.2.1.	Zoneamento existente do PDTU 2005	7
2.2.2.	Compatibilização dos setores censitários de 2000 e 2010	11
2.2.3.	Áreas de ponderação do Censo de 2010	12
2.2.4.	Obtenção das Zonas de 2013	17
2.2.5.	Compatibilização PDTU 2005 e 2013	23
2.2.6.	Socioeconomia	27
<b>3.</b>	<b>Plano Amostral</b>	<b>31</b>
3.1.	Nota Técnica: Definições Metodológicas – Pesquisas de Origem e Destino e Estimativa de Matrizes de Viagem	31
3.1.1.	Definição da amostra	31
3.1.2.	Estimativa das matrizes de viagem	38
3.2.	Cálculo do Tamanho e Atribuição da Amostra em Campo	44
3.2.1.	Estimativa dos tamanhos amostrais	44
3.2.2.	Insumos	45
3.2.3.	Metodologia passo a passo	45
3.2.4.	Fluxograma ilustrativo	52
3.2.5.	Atribuição da amostra	53
3.2.6.	Otimização da seleção de setores censitários	71
3.2.7.	Considerações gerais	72
	<b>Anexo 1 – Compatibilização Setores Censitários 2000 / 2010</b>	<b>75</b>
	<b>Anexo 2 – Áreas de Ponderação e Setores 2010</b>	<b>75</b>
	<b>Anexo 3 – Compatibilização das Zonas PDTU 2005/2013</b>	<b>75</b>
	<b>Anexo 4 – Zoneamento Final</b>	<b>75</b>
	<b>Anexo 5 – Zoneamento Por Bairro</b>	<b>75</b>

<b>Anexo 6 e 7 – Socioeconomia dos Setores 2010 / Zonas 2013</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 8 – Shapefile dos Setores Censitários (IBGE 2010)</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 9 – Shapefile Das Zonas 2013</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 10 – Tabela Básico RJ</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 11 – Tabela Domicílio Renda RJ</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 12 – Referências Bibliográficas</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 13 – Modelos sintéticos para estimar matrizes</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 14 – Planilha para o cálculo do tamanho da amostra</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.2.1 – Setores Censitários da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (IBGE 2010)	5
Figura 2.2.1.1 – Zoneamento do PDTU 2005	9
Figura 2.2.2.1 – Exemplo de Compatibilização de Setores Censitários 2000/2010 (Bairro Barra da Tijuca)	11
Figura 2.2.3.1 – Áreas de Ponderação do Censo 2010 (IBGE)	15
Figura 2.2.4.1 – Exemplo de Zona de Tráfego com 1 Setor Censitário (Candelária, Centro do Rio de Janeiro)	18
Figura 2.2.4.2 – Exemplo de Setores Censitários com duas Estações: Cidade Nova e Central	19
Figura 2.2.4.3 – Zoneamento PDTU 2013 – Município do Rio de Janeiro	21
Figura 2.2.4.4 – Zoneamento PDTU 2013 – Demais municípios da RMRJ	22
Figura 2.2.5.1 – Zoneamento de 2005/2013	25
Figura 2.2.5.2 – Zoneamento por Bairro – Mapa Político-Administrativo (PDTU 2013)	26



## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.2.4.1 – Setores Ajustados na Quarta Etapa de Zoneamento do PDTU 2013	20
Tabela 2.2.4.2 – Novo Zoneamento para o PDTU 2013	20
Tabela 2.2.6.1 – Exemplo de Cálculo de Variável Socioeconômica	27
Tabela 2.2.6.2 – Renda Familiar Per Capita por Classes	28
Tabela 2.2.6.3 – Variáveis da Caracterização Socioeconômica	29
Tabela 3.1.1.1 - Tamanho da amostra em função do fluxo	38
Tabela 3.2.1.1 - Variáveis de categorização propostas	44
Tabela 3.2.3.1 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)	47
Tabela 3.2.3.2 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)	47
Tabela 3.2.3.3 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)	48
Tabela 3.2.3.4 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)	48
Tabela 3.2.3.5 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro	49
Tabela 3.2.3.6 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro	49
Tabela 3.2.3.7 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro	50
Tabela 3.2.3.8 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro	50
Tabela 3.2.3.9 – Quantidade de entrevistas por categoria	51
Tabela 3.2.3.10 – Total de entrevistas segundo o município	52
Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos	54
Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos	61
Tabela 3.2.5.3 – Domicílios Por Setor Censitário – Acréscimo para Finalização da Amostra	68
Tabela 3.2.5.4 – Domicílios Por Setor Censitário – Acréscimo para Finalização da Amostra	69
Tabela 3.2.5.5 – Domicílios já entrevistados por município	70



## 1. INTRODUÇÃO

O Relatório 2 é o segundo relatório previsto na proposta de trabalho para execução da atualização do Plano Diretor de Transportes Urbanos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU 2005). Este relatório contém três capítulos. Seguido desta introdução, o segundo capítulo tratará do novo zoneamento de tráfego a ser definido e o terceiro, definirá o plano amostral a ser utilizado.



## 2. ZONEAMENTO

### 2.1. Considerações Gerais

Este capítulo tem como objetivo relatar os procedimentos empregados para a divisão territorial que determinou o novo zoneamento de tráfego que será utilizado na atualização do PDTU 2005. Como se trata de uma atualização será apresentada a compatibilização entre o zoneamento anterior (2005) e o obtido neste estudo. Será descrito também como foram atribuídas caracterizações socioeconômicas às referidas zonas de tráfego.

Faz parte deste capítulo um conjunto de Anexos (1 a 11) descritos abaixo, que serão mencionados ao longo do estudo:

- Anexo 1 – Compatibilização Setores Censitários 2000/2010;
- Anexo 2 – Áreas de Ponderação e Setores 2010;
- Anexo 3 – Compatibilização das Zonas PDTU 2005/2013;
- Anexo 4 – Zoneamento Final;
- Anexo 5 – Zoneamento por Bairro;
- Anexo 6 e 7 – Socioeconomia dos Setores 2010 / Zonas 2013;
- Anexo 8 – Shapefile dos Setores Censitários (IBGE 2010);
- Anexo 9 – Shapefile das Zonas 2013;
- Anexo 10 – Tabela Básico RJ;
- Anexo 11 – Tabela Domicílio Renda RJ;

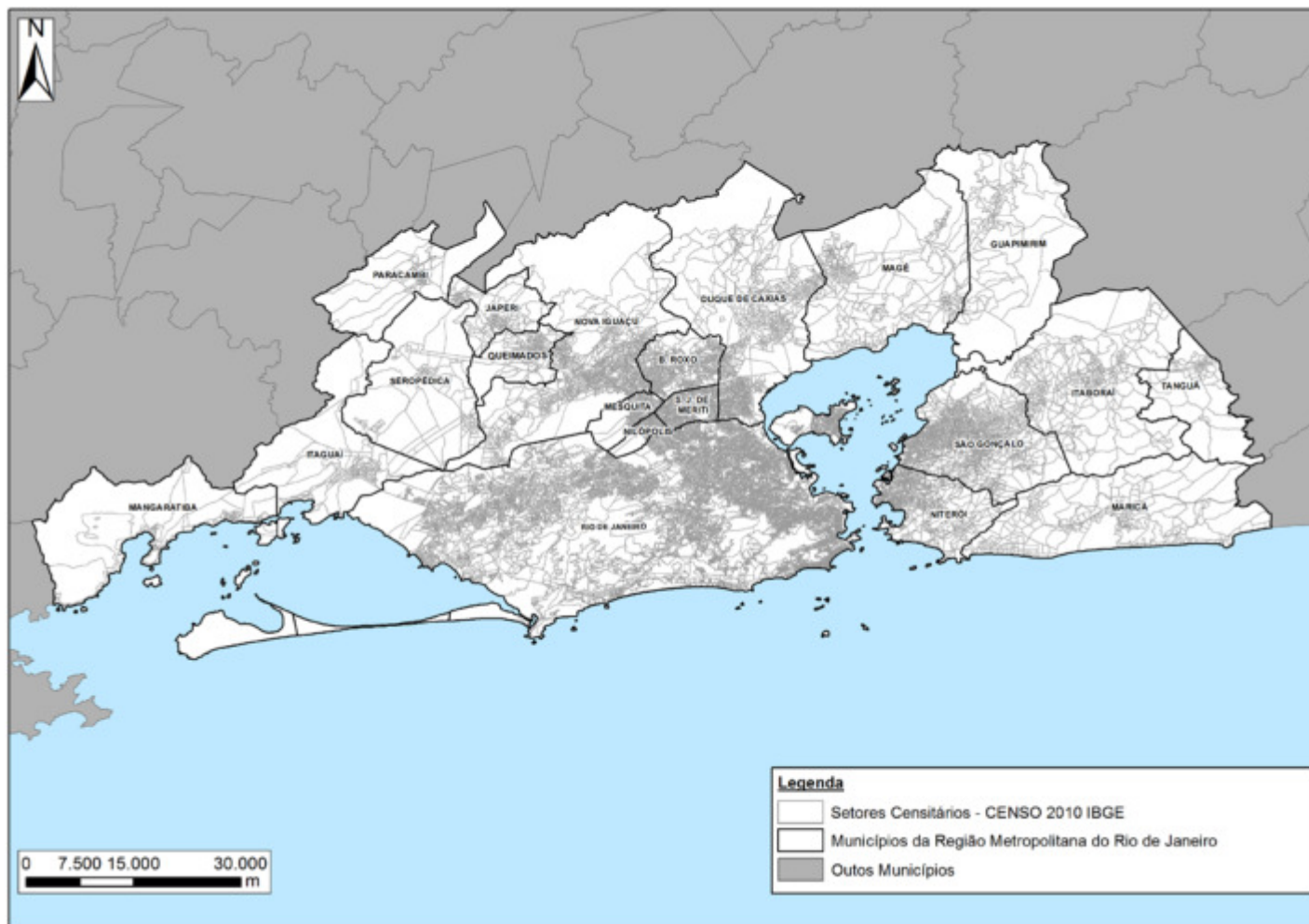
### 2.2. Novo Zoneamento

Neste item serão apresentados os procedimentos adotados para a divisão territorial, os quais determinarão o novo zoneamento utilizado. A divisão territorial desenvolvida usou como unidade geográfica mínima e indivisível, o setor censitário utilizado pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, para o Censo de 2010. Desta forma, todas as zonas são compostas por um ou mais setores e, por outro lado, cada setor censitário tem a totalidade do seu território inserido em uma única zona de tráfego.

A figura 2.2.1 ilustra os 19.974 setores censitários da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O Anexo 8 apresenta os arquivos .shp (shapefile) dos Setores Censitários do IBGE 2010.



Figura 2.2.1 – Setores Censitários da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (IBGE 2010)





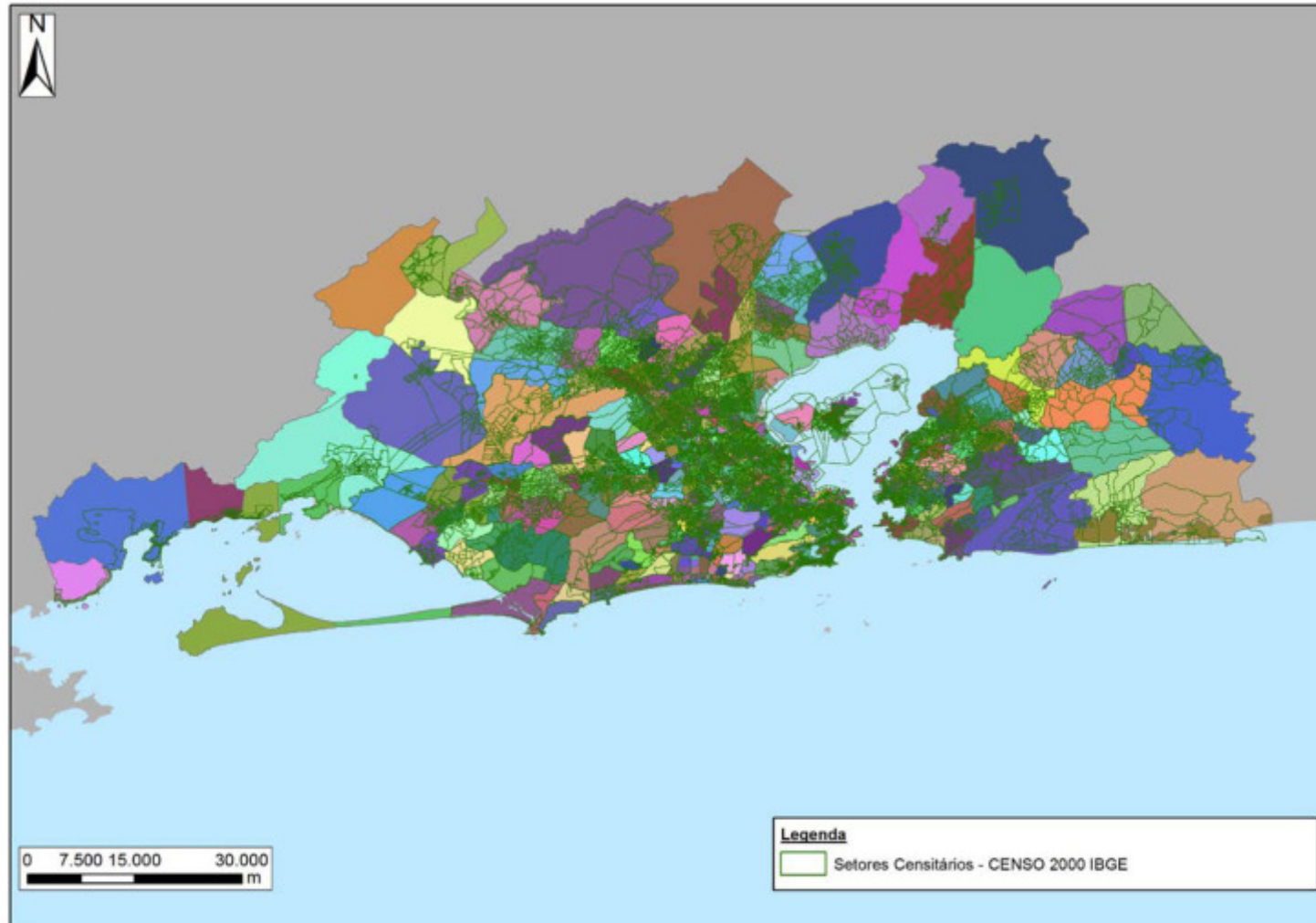
A elaboração do novo zoneamento foi baseada em duas outras divisões já existentes, conforme descrito nos itens a seguir:

### 2.2.1. Zoneamento existente do PDTU 2005

O zoneamento do PDTU 2005 utilizou a unidade geográfica do setor censitário de 2000 (ver figura 2.2.1.1), o que demandou uma conversão para os setores censitários mais recentes (2010).



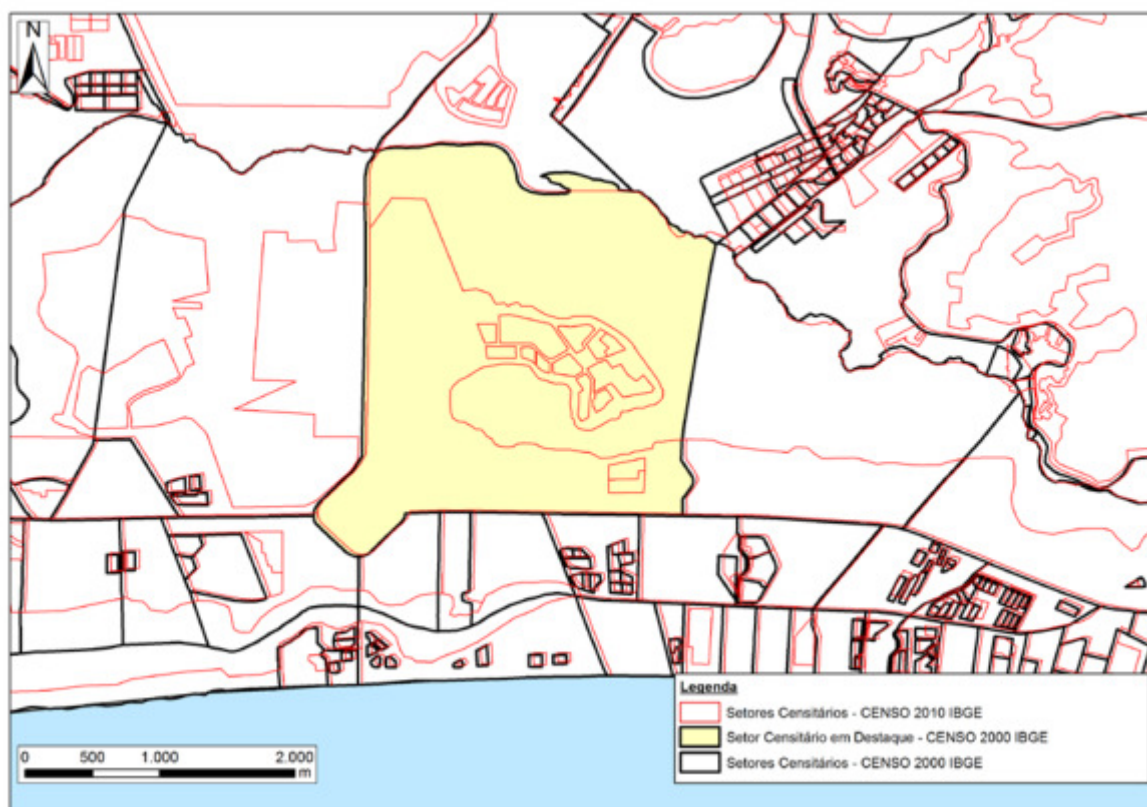
Figura 2.2.1.1 – Zoneamento do PDTU 2005





Ressalta-se que ocorreram algumas divisões de setores de um censo para o outro. O Anexo 1 mostra a equiparação das duas divisões, na qual pode ser observado quando de fato ocorreu a divisão. A título de exemplo, observa-se na figura 2.2.2.1, apresentada mais adiante, o caso do setor censitário de 2000, 330.455.705.210.563, situado no bairro da Barra da Tijuca (Zona Oeste) que em 2010 foi dividido em nove setores: 330.455.705.290.127, 330.455.705.290.364, 330.455.705.290.363, 330.455.705.290.371, 330.455.705.290.362, 330.455.705.290.361, 330.455.705.290.368, 330.455.705.290.369, e 330.455.705.290.370.

Figura 2.2.2.1 – Exemplo de Compatibilização de Setores Censitários 2000/2010 (Bairro Barra da Tijuca)



### 2.2.2. Compatibilização dos setores censitários de 2000 e 2010

A conformação espacial dos setores censitários dos Censos do IBGE vem mudando a cada campanha por diversas razões, dentre estas, crescimento populacional, alteração na estrutura residencial urbana e maior área de cobertura dos agentes censitários. A mudança espacial do setor censitário pode comprometer a principal e mais imediata forma de análise dos dados: a comparação.

Por este motivo, é imprescindível conhecer quais são os setores censitários que sofreram mudanças e quais são os seus equivalentes nos censos posteriores. Desta forma, foi realizada a análise espacial dos Censos de 2000, 2007 e 2010 dos



municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, segundo o PDTU 2005.

O município de Mesquita não foi contemplado no Censo 2000 por ser, naquela época, recentemente emancipado. No entanto, o plano censitário desta nova cidade estava incorporado ao município de Nova Iguaçu e, assim, foi realizado o Censo de 2000 na cidade de Mesquita sob o código identificador de Nova Iguaçu.

Desta forma, bastou extrair os setores censitários de Nova Iguaçu que correspondem à cidade de Mesquita e, posteriormente, realizar a compatibilização com 2010.

Ao todo, dez municípios foram recenseados em 2007, cuja condição para tal seria ter sua população abaixo de 170.000 habitantes.

O resultado desta análise está representada em uma tabela contendo uma coluna com todos os códigos dos setores de 2010 e sua correspondência espacial com setores censitários do Censo de 2000, apresentada no Anexo 1.

Pela primeira vez, o Censo de 2010 teve como característica notória a cobertura da área total da cidade recenseada. Este fato não ocorreu nos Censos de 2000 e 2007, os quais ficaram restritos às áreas urbanas e, conseqüentemente, nem todos os setores censitários de 2010 possuem correspondência espacial com os demais setores dos Censos anteriores. Nesse sentido, dois códigos especiais foram criados para representar a ausência de compatibilidade, sejam eles:

- 0000000000000000 – Este código significa que o setor censitário de 2010 não tem correspondência espacial com o Censo de 2000 ou 2007, devido à ausência de cobertura integral deste na respectiva cidade;
- 9999999999999999 – Este código significa que a cidade não foi recenseada no respectivo ano.

### 2.2.3. Áreas de ponderação do Censo de 2010

As áreas de ponderação (APs) são uma divisão territorial utilizada pelo IBGE que também se constituem de aglomeração de setores censitários. Elas possuem como característica uma significativa homogeneização de índices socioeconômicos, o que vai ao encontro às necessidades da divisão territorial do PDTU. No Anexo 2 é possível observar a relação de setores censitários e áreas de ponderação.

Apresenta-se a seguir a definição exata de Área de Ponderação, de acordo com informação obtida através do site do IBGE<sup>1</sup>.

*“Define-se Área de Ponderação como sendo uma unidade geográfica, formada por um agrupamento mutuamente exclusivo de setores censitários, para a aplicação dos procedimentos de calibração das estimativas com as informações conhecidas para a população como um todo.*

<sup>1</sup> Censo Demográfico 2010 – Resultados Preliminares da Amostra, disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

*Para a presente divulgação dos resultados preliminares da amostra foram definidas, para todo o Brasil, 6.241 áreas de ponderação provisórias e, tal como nos censos anteriores, a metodologia de expansão da amostra foi aplicada independentemente para cada uma delas.*

*O tamanho dessas áreas, em termos de número de domicílios e de população, não pode ser muito reduzido, sob pena de perda de precisão de suas estimativas.*

*Os livros de amostragem definem procedimentos para a determinação de tamanhos de amostra considerando os requisitos de precisão estabelecidos para uma pesquisa. Para tanto, define-se a margem de erro aceitável para o estimador amostral, supondo que a amostra seria selecionada sob Amostragem Aleatória Simples (AAS). Considerando o objetivo de estimar uma média com um erro máximo relativo fixado ao nível de confiança de 95%, tem-se uma equação que relaciona o tamanho total da amostra desejada com os requisitos de precisão especificados.*

*A definição do tamanho das áreas de ponderação para o cálculo dos pesos de expansão da amostra do Censo demográfico 2010 foi feita considerando questões técnicas estreitamente relacionadas com as acima descritas. O tamanho mínimo definido para uma área de ponderação foi estabelecido em 400 domicílios particulares ocupados na amostra, por ser um valor aproximado ao encontrado nos cálculos de tamanho de amostra aleatória simples, quando se considera a intenção de estimar uma proporção (pequena) de 5%, com uma precisão relativa máxima fixada não muito exigente (40%) em uma população considerada grande, para os efeitos de aproximação nas fórmulas, e considerando um nível de confiança estabelecido em 95%, para a construção de intervalos de confiança. A decisão de fixar o tamanho da amostra e não o tamanho da população da área de ponderação foi tomada com base no fato que a precisão de estimativas provenientes de pesquisas por amostragem está diretamente relacionada com o tamanho absoluto da amostra e não com a fração amostral (relação entre tamanho de amostra e tamanho da população). Assim, nos municípios onde foi decidido que seriam definidas áreas de ponderação em nível geográfico mais desagregado que o próprio município, foi considerada essa restrição de tamanho, com o objetivo de preservar a precisão de estimativas. Nos municípios onde foi considerada apenas uma área, o próprio município, a restrição de tamanho não pode ser aplicada, pois o tamanho da amostra foi uma decorrência da fração amostral definida antes da realização do censo. Nos municípios pequenos em que, em função da definição da fração amostral, o tamanho da amostra de domicílios resultou em valores menores que 400 unidades, é possível que um número significativo de estimativas 40 tenha baixa precisão, medida em termos de erro amostral."Albieri (2003) apresenta mais considerações sobre essa definição e suas implicações.*

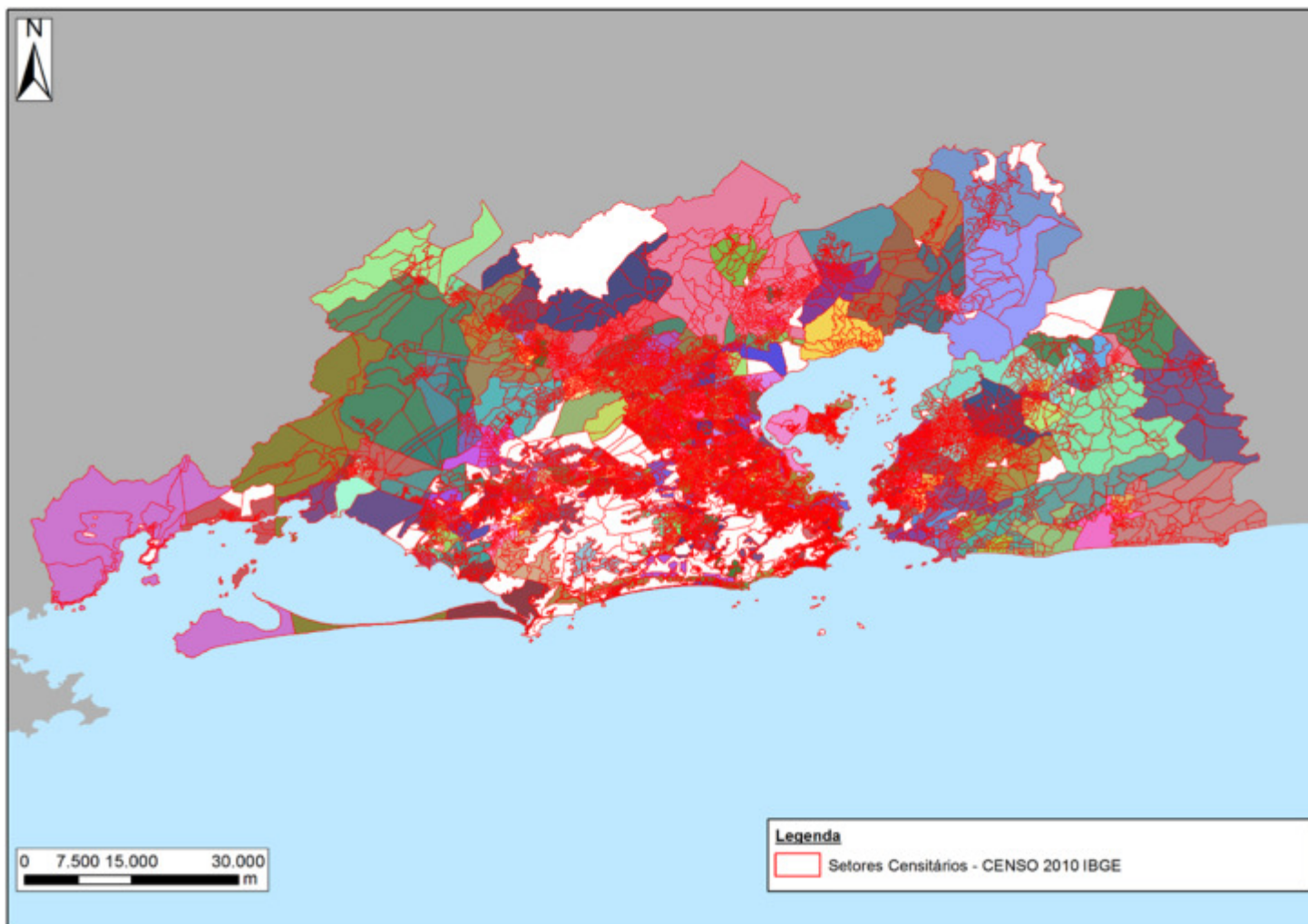
*As áreas de ponderação provisórias foram criadas, considerando os seguintes critérios:*

- *A princípio, cada município é uma área de ponderação;*
- *Alguns municípios muito grandes foram subdivididos automaticamente respeitando os critérios de vizinhança entre setores censitários e tamanho mínimo da área de ponderação;*
- *Para alguns municípios foram definidas frações amostrais distintas visando garantir a qualidade das estimativas para algumas áreas de interesse e, portanto, cada uma dessas áreas foi definida como uma área de ponderação.*



Ressalta-se que dos 19.974 setores censitários, 19.614 estão em Áreas de Ponderação e o restante está desabitado. A figura 2.2.3.1 apresenta as áreas de ponderação do Censo de 2010.

Figura 2.2.3.1 – Áreas de Ponderação do Censo 2010 (IBGE)





#### 2.2.4. Obtenção das Zonas de 2013

Para obter as Zonas de 2013 foram realizadas quatro etapas descritas a seguir:

##### **Primeira Etapa**

A primeira etapa para o estabelecimento do novo zoneamento sobrepôs dois mapas: Zoneamento do PDTU 2005 (figura 2.2.1.1) e Áreas de Ponderação – APs 2010 (figura 2.2.3.1). Os setores censitários que estavam na mesma zona do PDTU 2005 e na área de ponderação do Censo de 2010 foram agrupados. Os setores que não estavam em AP alguma foram incorporados à zona de tráfego mais próxima, não rompendo com o zoneamento do PDTU 2005. Essa etapa garantiu que todos os setores fossem incorporados a uma e apenas uma zona de tráfego. Contudo, algumas anomalias não desejadas foram identificadas, conforme descrito a seguir.

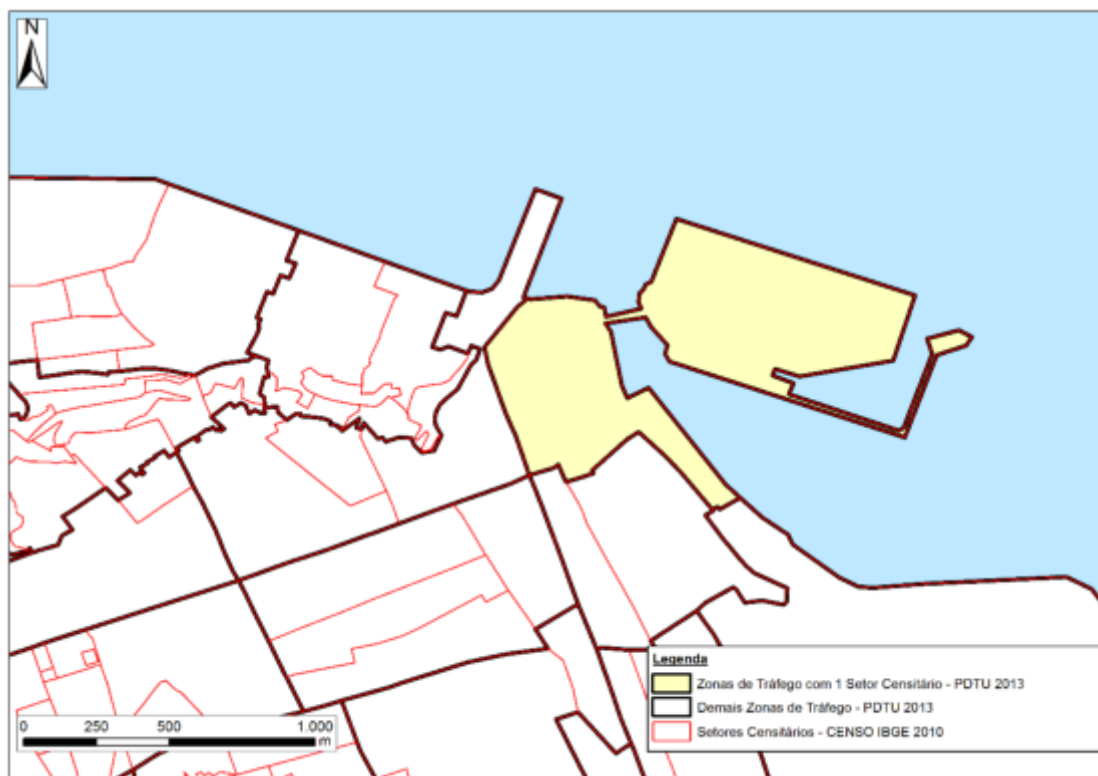
- Zonas de tráfego extremamente pequenas, sendo algumas com apenas um setor censitário e com pequenas dimensões;
- Zonas de tráfego não contínuas.

##### **Segunda Etapa**

A segunda etapa do trabalho foi direcionada para a eliminação dos dois problemas acima listados. As zonas consideradas pequenas foram incorporadas às zonas vizinhas, respeitando o zoneamento do PDTU 2005. Embora nenhuma zona do novo zoneamento de 2013 devesse cobrir mais de uma zona de 2005, o fato ocorre em algumas exceções, conforme pode ser observado na figura 2.2.5.1 adiante. Entretanto, é possível que o oposto ocorra, ou seja, as zonas de 2005 podem ser partidas.

Algumas poucas zonas de tráfego de apenas um setor se mantiveram, pois tal característica já estava presente no PDTU 2005. Esta situação ocorreu com o setor 330.455.705.070.006, situado no Centro do Rio de Janeiro, na Candelária, conforme ilustra a figura 2.2.4.1, que era o único que compunha a zona 4.550.703 do PDTU 2005.

Figura 2.2.4.1 – Exemplo de Zona de Tráfego com 1 Setor Censitário (Candelária, Centro do Rio de Janeiro)

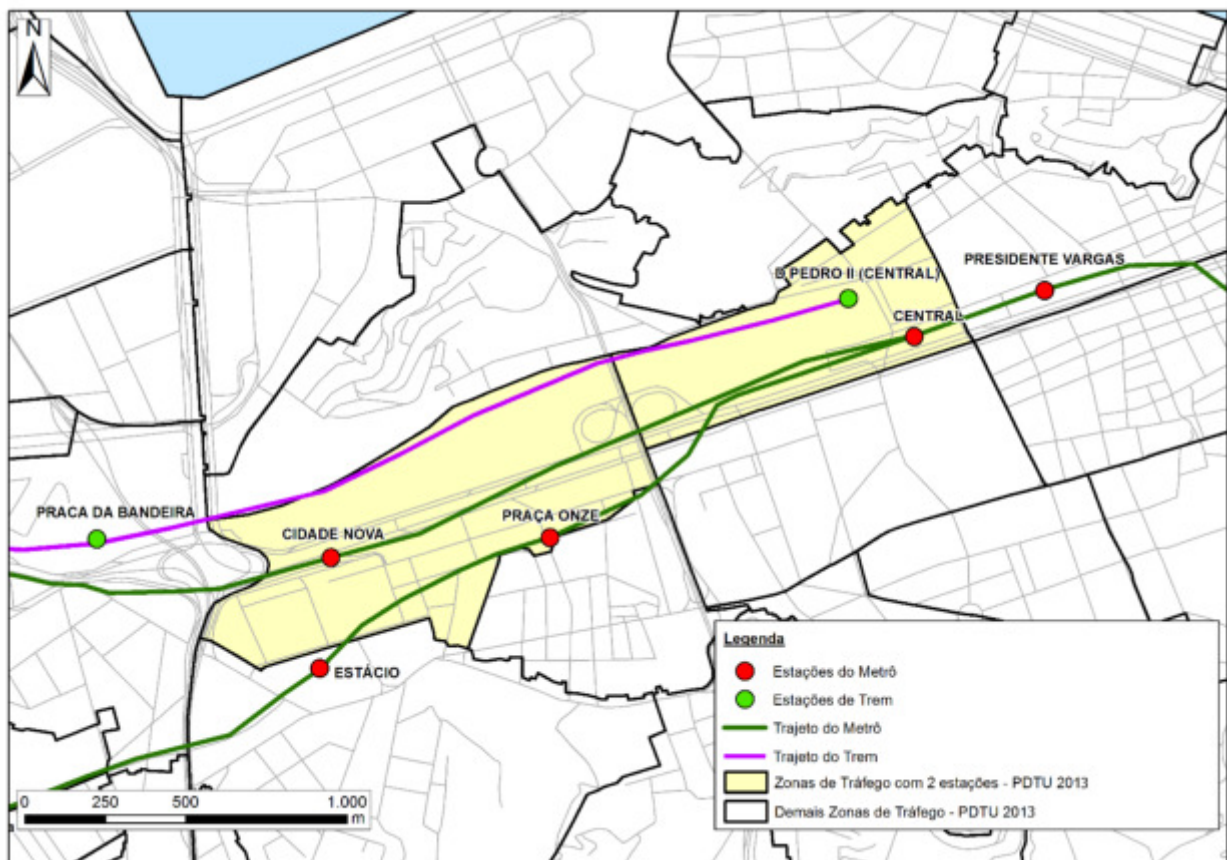


### Terceira Etapa

A terceira etapa do zoneamento foi a comparação das zonas de tráfego, até então sugeridas, com as estações de transporte de alta capacidade existentes. Foram consideradas as estações existentes do metrô, trem e barcas, bem como as planejadas da Linha 4 do metrô. As zonas de tráfego onde foram identificadas duas ou mais estações foram repartidas. Seus setores foram reagrupados de forma que cada zona só possuisse uma única estação.

Isso só não foi possível em cinco casos, pois duas estações estavam presentes no mesmo setor censitário, considerado indivisível nesse trabalho. Os setores com duas estações são: 330.185.005.000.025, 330.455.705.070.001, 330.455.705.080.096, 330.455.705.120.002, e 330.455.705.140.003. A figura 2.2.4.2 mostra dois exemplos do ocorrido: o lado esquerdo corresponde a Cidade Nova e o direito, a Central.

Figura 2.2.4.2 – Exemplo de Setores Censitários com duas Estações: Cidade Nova e Central



**Quarta Etapa**

A última etapa do processo de planejamento foi realizada a partir da identificação de onze zonas de tráfego ocupando mais de um município. Quando isso ocorreu, percebe-se que a maior parte dos setores censitários estava em um município, enquanto uma minoria se destacava em outro. A origem dessa anomalia foi identificada nos dados oriundos do PDTU 2005, onde isso já acontecia. Dessa forma, os setores listados na tabela 2.2.4.1 foram reajustados. Como pode ser observado, em um dos casos (ZT 677) os setores foram enviados para três ZTs diferentes, pois era a única forma de garantir a continuidade das zonas.

Tabela 2.2.4.1 – Setores Ajustados na Quarta Etapa de Zoneamento do PDTU 2013

Setor Censitário	Zona de Tráfego Anterior	Zona de Tráfego Após Ajuste
330350005200050	459	663
330510905000121	487	714
330575205000017	523	730
330555405000087 e 330555405000086	667	725
330227005020067, 330227005020034 e 330227005020035	676	544
330350005160072 e 330350005160136	677	658
330350005160022 e 330350005160085	677	659
330350005180050 e 330350005180051	677	651
330350005180072 e 330350005180155	679	652
330350005180068, 330350005180152, 330350005180153, 330350005180058, 330350005180106, 330350005180102 e 330350005180049	681	652
330330205000832	708	623
330227005010022 e 330227005010039	728	545
330190019000016	730	523

As mudanças mencionadas na tabela 2.2.4.1 são visualizadas também na figura 2.2.5.1, apresentada mais adiante, que mostra a situação das zonas de 2005 no novo zoneamento de 2013.

As figuras 2.2.4.3 e 2.2.4.4, a seguir, mostram o novo zoneamento para o PDTU 2013. A primeira figura corresponde ao Município do Rio de Janeiro e a seguinte, aos demais municípios da Região Metropolitana.

A tabela 2.2.4.2 resume alguns números do novo zoneamento. No Anexo 3 é possível observar a compatibilização das zonas do PDTU 2005 e PDTU 2013. No Anexo 4 é possível observar a relação dos setores censitários de 2010 com cada zona do PDTU 2013. Finalmente, o Anexo 9 contém um shapefile do zoneamento de 2013.

Tabela 2.2.4.2 – Novo Zoneamento para o PDTU 2013

Região	Setores Censitários	Zonas de Tráfego
Rio de Janeiro	10.504	456
Demais Municípios	9.470	274
Total	19.974	730

Figura 2.2.4.3 – Zoneamento PDTU 2013 – Município do Rio de Janeiro

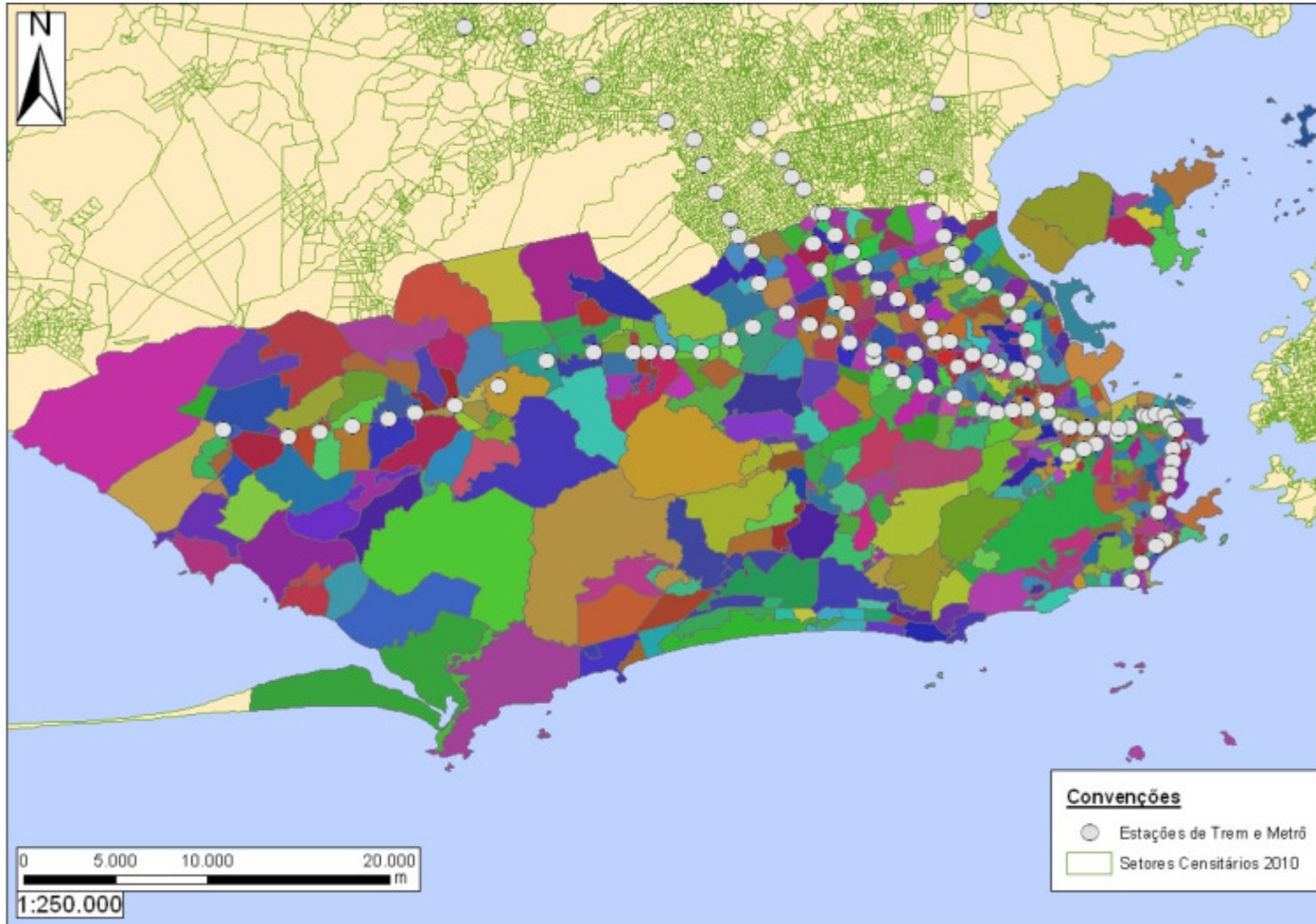
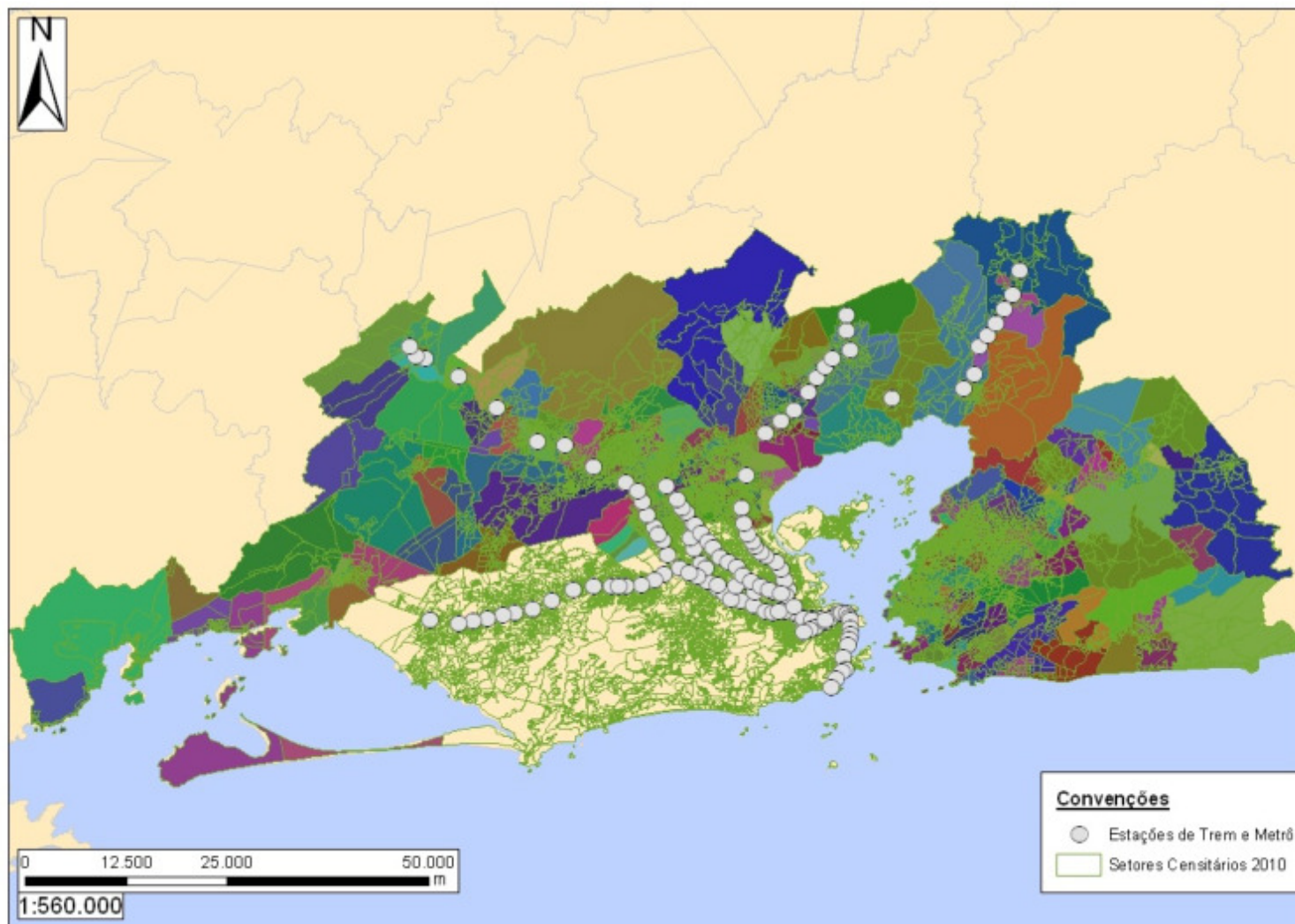


Figura 2.2.4.4 – Zoneamento PDTU 2013 – Demais municípios da RMRJ



### 2.2.5. Compatibilização PDTU 2005 e 2013

Inicialmente, o desejado era que todas as Zonas de Tráfego (ZTs) do PDTU 2013 estivessem contidas em uma única Zona de Tráfego do PDTU 2005, podendo as ZTs do PDTU 2005 serem divididas em duas ou mais ZTs 2013. Isso foi possível na grande maioria dos casos, conforme pode ser observado no Anexo 3, contudo, não ocorreu nas seguintes situações:

- As ZTs 2005 4.552.501 e 4.552.502 (na Cidade Universitária) dividem o setor censitário de 2010 330.455.705.250.278. Como o atual zoneamento não permite tal caso, as duas foram agrupadas em uma única ZT 2013, a 416.
- As ZTs 2005 4.552.920 e 4.552.921 (na Barra da Tijuca) dividem o setor censitário de 2010 330.455.705.290.172. Elas foram agrupadas na ZT 2013 nº 371.
- As ZTs 2005 4.552.907, 4.552.908 e 4.552.912 (na Barra da Tijuca) dividem os setores censitários 2010 330.455.705.290.059 e 330.455.705.290.116. Como se trata de uma região muito grande e adensada para uma única zona de tráfego, foram criadas duas, 275 e 276. Desta forma, qualquer comparação entre os dois PDTUs deve agrupar essas ZTs.
- As ZTs 2005 4.552.916, 4.552.917, 4.552.918 e 4.552.919 (na Barra da Tijuca) também dividem alguns setores censitários de 2010, sendo o 330.455.705.290.127 o mais significativo. Todas foram agrupadas na ZT 2013 nº 370.

Também é importante apontar os setores censitários que foram ajustados na quarta etapa do zoneamento, conforme mostrado anteriormente na tabela 2.2.4.1.

A figura 2.2.5.1 apresenta o Zoneamento de 2005 de acordo com sua situação em 2013. É possível observar que, na maior parte dos casos, as zonas foram divididas ou permanecem inalteradas, exceto os casos acima mencionados, que se encontram destacados na figura.

A figura 2.2.5.2 mostra um mapa político-administrativo onde é possível observar o zoneamento por bairro do PDTU 2013. O Anexo 5 apresenta detalhadamente este zoneamento.



Figura 2.2.5.1 – Zoneamento de 2005/2013

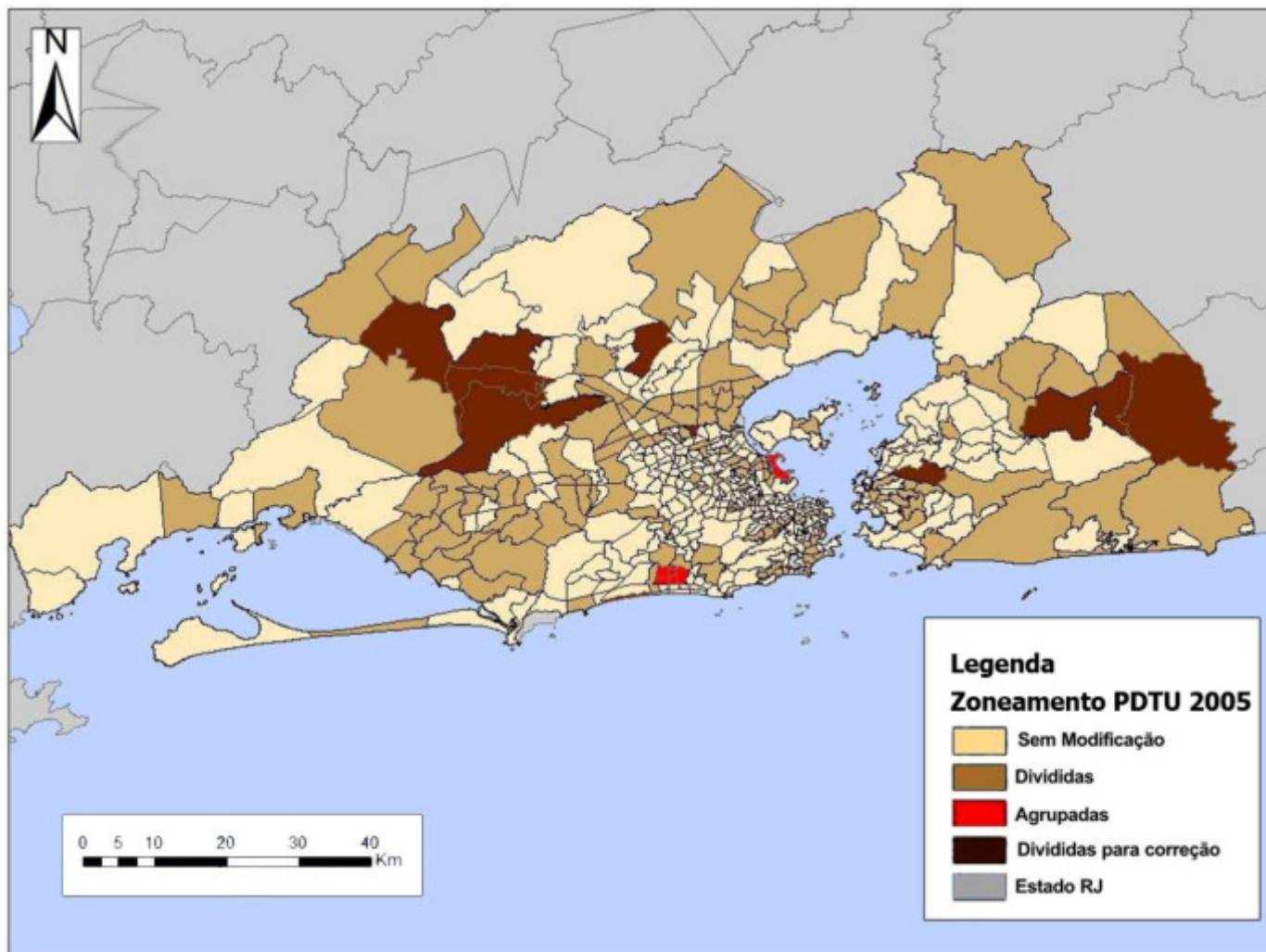
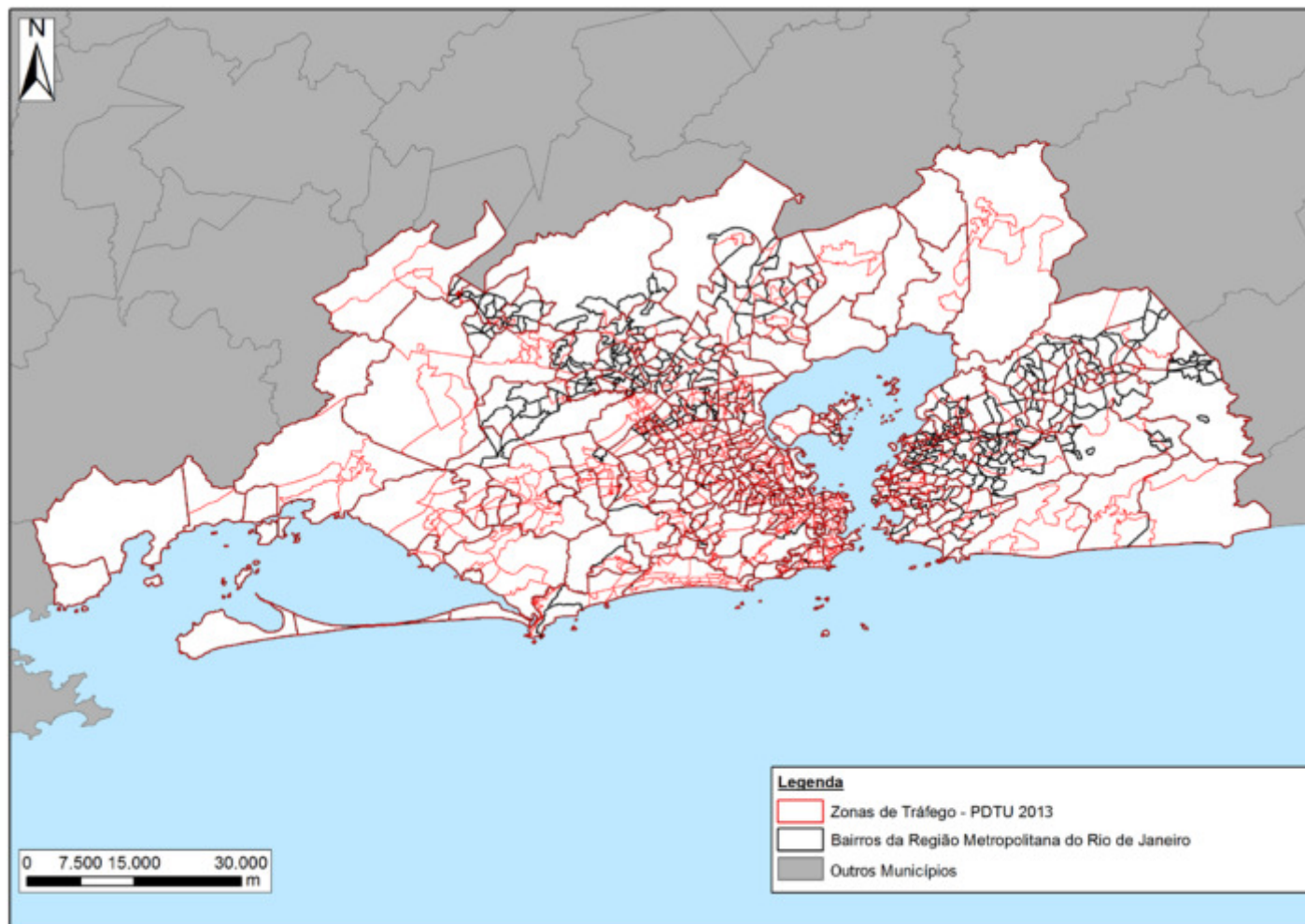


Figura 2.2.5.2 – Zoneamento por Bairro – Mapa Político-Administrativo (PDTU 2013)



### 2.2.6. Socioeconomia

Neste item será apresentado o processo de atribuição das caracterizações socioeconômicas às zonas de tráfego.

Foram traçados padrões socioeconômicos para os setores censitários e para as zonas de tráfego. Entre os dados disponíveis foram selecionados os que possuem relação com o comportamento do padrão de viagens, tal como renda e posse de automóvel. As bases utilizadas foram provenientes do IBGE, que originalmente estão representadas em escalas geográficas de setor censitário e área de ponderação.

Cabe frisar que os dados relativos aos setores censitários vêm disponíveis por faixas (Exemplo: V050, domicílios particulares permanentes com 1 morador; V051, domicílios particulares permanentes com 2 moradores, e assim por diante). Contudo, os dados relativos às áreas de ponderação são expostos em proporção (Exemplo: automóvel – 1, todas as residências possuem carro; 2, nenhuma possui).

O padrão socioeconômico de cada uma das zonas foi estabelecido a partir dos setores que a compõe. Foi calculada a média ponderada de cada variável utilizada pela população de cada setor (vide tabela 2.2.6.3 adiante). Setores não habitados não contribuem para a definição de padrão sócio econômico.

A tabela 2.2.6.1 mostra um exemplo genérico dos cálculos efetuados.

Tabela 2.2.6.1 – Exemplo de Cálculo de Variável Socioeconômica

Setor que formam a Zona	População	Var01	Var02
Setor 1	1.500	3	2990
Setor 2	2.000	4	2285
Setor 3	1.800	5	1906
Média Ponderada da Zona		4,06	2355,81

O IBGE utilizou no Censo 2010 10 faixas de renda para caracterizar a renda familiar per capita, contabilizadas em salários mínimos. Para contemplar as necessidades desse trabalho, essas faixas foram agrupadas em cinco grupos. Na tabela 2.2.6.2 é possível observar as faixas de renda fixadas, tanto em salários mínimos como em reais, considerando o valor correspondente ao ano de 2010 igual a R\$510,00.

Tabela 2.2.6.2 – Renda Familiar Per Capita por Classes

Classe	Faixa Correspondente do IBGE (em salários mínimos)	Correspondente em Reais (SM=R\$510,00)
A	Mais que 5	Mais que 2.550,00
B	Até 5	Até 2.550,00
C	Até 2	Até 1.020,00
D	Até 1	Até 510,00
E	Até 0,5	Até 260,00

Nos Anexos 6 e 7 estão as caracterizações de cada setor censitário e zona de tráfego dentro dos índices trabalhados. Apresenta-se na tabela 2.2.6.3 os índices utilizados na caracterização socioeconômica.

Tabela 2.2.6.3 – Variáveis da Caracterização Socioeconômica

Variável	Tabela de Origem IBGE	Escala Original IBGE	Código
Zona 2013			Zona de Tráfego PDTU 2013
BásicoSituacao_setor	Básico_RJ.xls	Setor Censitário	Código de situação do setor
			- Situação urbana – códigos: 1, 2 e 3
			1 Área Urbanizada de cidade ou vila
			2 Área não-urbanizada de cidade ou vila
			3 Área Urbana isolada
			- Situação rural – códigos: 4, 5, 6, 7 e 8.
			4 Aglomeração rural de extensão urbana
			5 Aglomeração rural isolado - povoado
			6 Aglomeração rural isolado - núcleo
7 Aglomeração rural - outros aglomerados			
8 Zona rural, exclusive aglomerado rural			
V001	Básico_RJ.xls	Setor Censitário	Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis domicílios particulares permanentes
V002	Básico_RJ.xls	Setor Censitário	Moradores em domicílios particulares permanentes ou residente em domicílios particulares permanentes
V005	Básico_RJ.xls	Setor Censitário	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)
V007	Básico_RJ.xls	Setor Censitário	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com rendimento)
V009	Básico_RJ.xls	Setor Censitário	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade (com e sem rendimento)
V011	Básico_RJ.xls	Setor Censitário	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas de 10 anos ou mais de idade (com rendimento)
1 Pessoa	Domicilio01_RJ.xls	Setor Censitário	V050 Domicílios particulares permanentes com 1 morador
2 Pessoas	Domicilio01_RJ.xls	Setor Censitário	V051 Domicílios particulares permanentes com 2 moradores
3 Pessoas	Domicilio01_RJ.xls	Setor Censitário	V052 Domicílios particulares permanentes com 3 moradores
4+ Pessoas	Domicilio01_RJ.xls	Setor Censitário	Soma V053:V059 Domicílios particulares permanentes com 4 ou mais moradores
Improvizados	DomicilioRenda_RJ.xls	Setor Censitário	V001 Total de domicílios particulares improvisados
Classe E	DomicilioRenda_RJ.xls	Setor Censitário	Soma V005:V007 Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo + V014 Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita
Classe D	DomicilioRenda_RJ.xls	Setor Censitário	V008 Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/2 a 1 salário mínimo
Classe C	DomicilioRenda_RJ.xls	Setor Censitário	V009 Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1 a 2 salários mínimos
Classe B	DomicilioRenda_RJ.xls	Setor Censitário	V010+V011 Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 2 a 5 salários mínimos
Classe A	DomicilioRenda_RJ.xls	Setor Censitário	V012+V013 Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 5 salários mínimos
Sem descrição socioeconômica			Setores censitários onde foram identificados domicílios particulares permanentes, mas não houve caracterização por número de pessoas ou renda. 0- Não 1-Sim.
Num_Comodos		Área de Ponderação	Cômodos: Número
Dormits		Área de Ponderação	Cômodos Usados Como Dormitório: Número
Moto		Área de Ponderação	MOTOCICLETA PARA USO PARTICULAR, EXISTÊNCIA: 1- Sim 2- Não
Auto		Área de Ponderação	AUTOMÓVEL PARA USO PARTICULAR, EXISTÊNCIA: 1- Sim 2- Não

Notas:

Na caracterização do número de pessoas por moradia (1, 2, 3, 4+ Pessoas), o somatório é igual aos domicílios particulares permanentes (variável V001 da Tabela Básico RJ.xls - Anexo 10).

Na caracterização da renda (Classes de A a E), que está feita sobre os domicílios particulares (permanentes ou improvisados) o somatório corresponde à soma dos domicílios particulares permanentes (variável V001 da Tabela Básico RJ.xls - Anexo 10) e Domicílios particulares improvisados (variável V001 da Tabela Domicílio Renda RJ.xls - Anexo 11).

Em 165 setores censitários foram identificados Domicílios particulares permanentes, mas não houve caracterização por número de pessoas ou renda.



### 3. PLANO AMOSTRAL

Para definição do plano amostral foram utilizados importantes elementos, como os dados do Censo 2010 disponibilizados pelo IBGE, as informações obtidas através do zoneamento e descritas no item 2 – Zoneamento. Na definição do tamanho das amostras, foi utilizada uma nova metodologia, diferente das anteriormente utilizadas nos Planos Diretores de Transportes Urbanos, mas que reflete o estado da arte para estudos de transportes. Esta metodologia foi alvo de uma Nota Técnica entregue no decorrer do trabalho e que agora faz parte do presente relatório.

Faz parte deste item três Anexos (12, 13 e 14), abaixo relacionados, que serão mencionados ao longo do estudo:

- Anexo 12 – Referências Bibliográficas;
- Anexo 13 – Modelos Sintéticos para estimar Matrizes;
- Anexo 14 – Planilha para o cálculo do tamanho da Amostra.

#### 3.1. Nota Técnica: Definições Metodológicas – Pesquisas de Origem e Destino e Estimação de Matrizes de Viagem

Apresenta-se nessa Nota Técnica o método utilizado para determinar as amostras necessárias para entrevistas domiciliares (ODD) e entrevistas de interceptação nas vias (ODI), como também a metodologia para elaborar matrizes de viagens atualizadas. Esta metodologia pode ser empregada quando se tem uma pesquisa origem e destino (OD) da cidade e que exista, pelo menos, os dados de uma pesquisa domiciliar de origem/destino anterior.

Supõe-se que os propósitos para realização destas entrevistas são os tradicionais, ou seja, coletar informações gerais sobre o comportamento das viagens, principalmente as taxas de geração, motorização e repartição modal, e construir matrizes de viagem atualizadas para a cidade. Todos estes dados podem ser utilizados posteriormente para o ajuste de um modelo estratégico de transportes.

As referências bibliográficas constantes nos itens a seguir estão apresentadas no Anexo 12.

##### 3.1.1. Definição da amostra

Para construir matrizes de distribuição de viagens em cidades com um zoneamento adequado utilizando somente informações provenientes de ODD (entrevistas domiciliares), segundo Smith, 1979; Ortúzar e Willumsen, 2011, seria necessário entrevistar perto de 100% de toda a população (e isto logicamente excede qualquer orçamento disponível). Também se sabe que o uso de ODI, complementando a informação obtida nos domicílios, segundo será descrito no item 3.1.2, é um procedimento mais eficaz para obter sua construção (Ampt e Ortúzar, 2004).



Então, a utilidade principal de uma entrevista de OD aplicada nos domicílios está associada à medição de um conjunto de indicadores relacionados com as etapas de geração de viagens e repartição modal do modelo estratégico. As ODD também são úteis para calibrar a etapa de distribuição de viagens, pois podem fornecer boas informações a respeito da extensão e dos tempos de duração das viagens. Desta forma, o tamanho amostral para as ODD deverá ser definido com a finalidade de garantir que estes indicadores sejam obtidos com um adequado nível de precisão (mais adiante serão detalhados os indicadores normalmente considerados, associados às diferentes etapas do modelo estratégico).

Com relação as ODI (entrevistas de interceptação nas vias), serão as quantidades de locais de interceptação na via considerados, as suas localizações e a quantidade total de entrevistas levantadas nestes locais que determinarão a qualidade final das matrizes de viagem atualizadas. Como se verá no item 3.1.2, estas devem ser construídas combinando as informações das ODD e ODI.

Desta forma, considerando os propósitos a que esses dois tipos de entrevistas se destinam, eis o que se propõe:

- Primeiro, determinar o total de entrevistas necessárias para que as ODD satisfaçam os objetivos mencionados anteriormente;
- Depois, alocar o restante dos recursos disponíveis para realizar entrevistas de interceptação, a fim de obter uma adequada cobertura de pares de OD na cidade, uma vez que este será o principal insumo para a construção da matriz de viagens.

#### a. Entrevistas domiciliares

O enfoque para determinar a amostragem deste tipo de entrevista está orientado a obter indicadores associados à estimação de modelos de demanda e não a tentar reproduzir padrões de deslocamento. Portanto, revisaremos quais são os indicadores relevantes para as diferentes etapas da modelagem (geração, distribuição e escolha modal).

Uma vez definidos os indicadores, para se determinar um tamanho de amostra que permita obtê-los com a precisão adequada, necessita-se conhecer os seus coeficientes de variação (CV), isto é, a razão entre os seus desvios padrão e as suas médias na população, o erro máximo amostral e o intervalo de confiança que se consideram aceitáveis. Com essas informações, que podem ser obtidas de estudos anteriores na própria cidade ou em cidades semelhantes, o tamanho da amostra pode ser calculado pela expressão (1), onde: E é o nível de precisão (Smith, 1979; Stopher, 1982) e  $Z_{\alpha}$  é o valor da distribuição normal para o intervalo de confiança especificado (por exemplo,  $Z_{\alpha} = 1,645$  para  $\alpha = 90\%$ ):

$$N = \frac{CV^2 Z_{\alpha}^2}{E^2} \quad (1)$$

### *Geração de viagens*

A primeira variável relevante é a taxa de geração de viagens, usualmente entendida como o número de viagens por domicílio (ou, melhor ainda, o número de viagens/pessoas por domicílio). Não somente se deseja obter uma medição precisa desta variável, em termos globais, mas também se necessita conhecê-la considerando diversos extratos ou categorias de interesse; por exemplo, segundo o propósito da viagem (normalmente considerando viagens obrigatórias ou não obrigatórias). Também se espera que este indicador dependa de certas características dos domicílios, como o tamanho do domicílio, o nível de renda familiar e a posse de veículos, aspectos que deverão ser considerados no momento de definir a amostra.

Para estimar taxas de geração de viagens por domicílio é indispensável, em primeiro lugar, classificar os domicílios (ou tipos de usuários) em categorias definidas de acordo com as variáveis que influenciam a produção das viagens. Em consequência, recomenda-se considerar ao menos o tamanho (e estrutura) do domicílio, o nível de renda familiar e a posse de veículos no domicílio. Visando a calibração da etapa de distribuição de viagens ou escolha de destinos, também é recomendável considerar uma variável associada à localização ou acessibilidade do domicílio, com a finalidade da amostra fornecer resultados de valores representativos da extensão e dos tempos de viagem.

Smith (1979), por exemplo, considerou três categorias de renda e três categorias de posse de automóvel e, utilizando valores médios e desvios padrões reportados por diversas cidades nos EUA, calculou tamanhos de amostra que não superaram 1.300 entrevistas com seu método.

Segundo o detalhamento descrito no item 3.2.3, o método específico para calcular o total de entrevistas domiciliares requer o conhecimento da frequência de cada categoria na população e os coeficientes de variação da variável de interesse de cada uma destas categorias (é necessário computar um coeficiente de variação representativo de acordo com a frequência de cada categoria). Não obstante, ainda que uma amostra classificada possa requerer tamanhos menores que os necessários ao considerar uma única categoria, as amostras devem possuir totais mínimos para cada categoria. Por outro lado, uma amostra calculada segundo estas considerações não implica em uma repartição necessariamente adequada na cidade, ou seja, a amostra poderia ser tomada de qualquer subconjunto de zonas que permita obter as quantidades mínimas necessárias por categoria.

Por este motivo, parece mais conveniente realizar a seleção mediante uma heurística de amostragem estratificada multi-etapa (Ortúzar e Willumsen, 2011, pág. 82), que consiste em selecionar as categorias de acordo com sua representatividade na população, categorizar as zonas de acordo com estas categorias (marca-se cada zona segundo a categoria mais frequente), selecionar aleatoriamente zonas de cada extrato, considerando uma certa porcentagem da população a entrevistar, e completar a seleção com as zonas restantes em um processo iterativo que permita preencher a mínima quota de entrevistas estabelecidas para cada categoria.



Mediante este processo, na entrevista OD de Santiago (2001), definiu-se um tamanho de 1.312 domicílios, considerando 264 zonas e 14 categorias (por renda e posse de automóvel). Como o procedimento pode levar a amostragens muito grandes em certas zonas, uma solução melhor consiste em utilizar um processo de otimização que possa restringir a porcentagem máxima a se amostrar por zona (ver método sugerido por Ortúzar, 2008, no item 3.2.6). Desta forma, para o mesmo caso mencionado e estabelecendo uma porcentagem máxima de domicílios a amostrar de 5%, o método implicava 1.683 entrevistas aplicadas em somente 27 zonas.

Não obstante, como já se mencionou, é recomendável agregar mais duas categorias às anteriores: tamanho do domicílio (ou um indicador da estrutura familiar) e um indicador da acessibilidade da zona onde está localizado o domicílio (isto pode ser feito mediante sua “distância ao centro” ou, o que é mais indicado para regiões polinucleadas, uma medida de conectividade às redes de transporte de massa). Desta forma, a quantidade de categorias a considerar pode ser maior que as já mencionadas acima, chegando-se a totais que podem atingir 5.000 entrevistas (DICTUC, 2003). Assim, as zonas em que se deverão aplicar as entrevistas serão mais numerosas e melhor repartidas na cidade, ainda que em nenhum caso seja necessário entrevistar cada zona considerada. Afortunadamente, no caso do presente trabalho, pode-se contar com informação disponível do censo realizado recentemente (2010) e o processo de seleção das zonas a serem amostradas pode adaptar-se facilmente ao uso de setores censitários dentro dos distintos bairros.

### *Distribuição de viagens*

Já foi mencionado que não é factível construir uma matriz de viagens com um zoneamento de tamanho razoável (superior a 100 zonas) mediante a coleta de entrevistas em domicílios (por exemplo, para o caso de Santiago, considerando somente 34 zonas, um nível de precisão de 25% e 90% de confiança para o valor das distintas células, seriam necessárias em torno de 75.000 entrevistas).

Não obstante, mediante entrevistas em domicílios é possível obter uma boa estimativa das extensões médias das viagens, indicador que pode ser utilizado para elaborar distribuições de frequência de extensão de viagens (*trip length frequency indicator*: TLFD). De posse das TLFD, é possível ajustar modelos de distribuição gravitacional, que são os métodos mais comumente utilizados para simular os padrões de viagens (Pearson et al., 1974, mostram como determinar TLFD para distintos propósitos e os correspondentes coeficientes de variação).

Utilizando a expressão (1), mas com viagens em lugar de domicílios e considerando distintos tipos de viagem (por exemplo, baseados no domicílio ou não baseados no domicílio), tem-se computado totais de entrevistas que não superam 600 domicílios. No entanto, isto só é válido para cidades relativamente pequenas, pois do contrário, tanto a extensão da viagem como sua variabilidade, diferem consideravelmente entre distintas zonas da cidade. Para contornar este problema, pode-se realizar categorizações segundo um zoneamento agregado ou simplesmente garantir uma adequada repartição geográfica da amostra total na cidade. De toda forma, os totais necessários serão menores que os condicionados pela etapa de geração. Não se espera que esse aspecto influa no tamanho da amostra, mas sim que imponha considerações em relação à distribuição geográfica da amostra, sendo suficiente entrevistar somente algumas zonas do total da cidade.

### *Repartição modal*

Usualmente, os modelos de repartição modal são ajustados para cada propósito de viagem (tipicamente modelos Logit). Neste caso, não existem indicadores simples, como os mencionados nas etapas anteriores, que condicionem o modelo e possam ser obtidos diretamente das ODD (entrevistas domiciliares); estes tipos de modelos tampouco contam com um método estatístico para determinar tamanhos de amostra como os apresentados anteriormente (devido ao fato de que normalmente são ajustados mediante a máxima verossimilhança). Não obstante, tamanhos amostrais de mais de 600 entrevistas são mais que suficientes para estes propósitos, sempre que se obtenha um mínimo de observações para os distintos extratos socioeconômicos (alto, médio e baixo, por exemplo; Ortúzar e Willumsen, 2011).

Outro indicador interessante pode ser a taxa de motorização. Pode ser desejável, por exemplo, determinar um tamanho amostral que permita estimar a taxa de motorização por domicílios a nível de bairros (com um nível aceitável de erro e para um grau de confiança previamente especificado). Isto, que em princípio seguiria o mesmo método descrito anteriormente, implicaria em garantir um mínimo de entrevistas (por exemplo, 30 para obter uma boa estimativa da média) para os distintos bairros da cidade.

### **b. Entrevistas de interceptação**

O custo de uma observação – uma viagem entre dois pontos – em uma entrevista de interceptação é consideravelmente menor que o de uma viagem em uma entrevista domiciliar; um entrevistador pode completar facilmente 30 viagens em uma hora em uma entrevista de interceptação, enquanto que em entrevistas domiciliares a taxa pode ser de 1,0 a 1,3 domicílios, por dia, por entrevistador.

Para a seleção dos postos de contagem, devem ser distinguidos dois tipos de pontos segundo sua relação com a área de estudo: pontos perimetrais (cordão externo) e pontos interiores. Os primeiros são simples de determinar, já que atendem a necessidade de interceptar viagens que entram e saem da área de estudo (efetuam-se entrevistas no cordão externo a área de estudo, normalmente delimitada por um número baixo de conexões). Neste caso fica somente o problema prático de identificar lugares apropriados para realizar a entrevista, especificar a fração da amostra a obter em cada link, conceber e conduzir o questionário correspondente. Porém, uma entrevista no cordão externo não é suficiente para garantir a aquisição de informação com qualidade para as matrizes de OD internas a área, já que somente é capaz de captar viagens que se originam ou tenham seu destino fora da área de estudo. Por isto, é necessário conceber outras entrevistas (delimitando cordões internos ou pontos singulares da rede), a fim de se interceptar também as viagens com origem e destino dentro da área de interesse.

Para estes pontos internos é imprescindível contar desde o princípio com uma rede e uma matriz de viagens. Esta última pode ser uma matriz antiga, inclusive considerada obsoleta ou simplesmente uma matriz sintetizada a partir de um modelo de distribuição.

Com estes elementos deve-se carregar a rede e fazer uma análise dos pares de OD que utilizam os links onde potencialmente se poderiam fazer entrevistas de interceptação. Isto pode ser feito em programas comerciais mediante a opção “análise de links selecionados” (*selected link analysis*, SLA). Apesar da técnica de SLA ser relativamente fácil, é muito poderosa na prática. Ela consiste na possibilidade de especificar (em um pacote de alocação) um ou mais links de interesse e extrair a matriz de viagens que utiliza esses links. A técnica foi desenvolvida inicialmente para conhecer que pares de OD seriam afetados, por exemplo, pelo fechamento ou proibição de circular por um ou mais links. Mais adiante, seu uso foi estendido a outras aplicações muito práticas.

Pacotes como SATURN, por exemplo, permitem especificar vários links para extrair uma matriz que os utilize. Assim, se podem especificar links que constituam um cordão ao redor de uma área de interesse e a matriz que se extrai é a correspondente as viagens que cruzam o cordão. É igualmente útil identificar *Screen Lines* com esse objeto. Pacotes como EMME/2 ou TRIPS permitem especificar estes links de forma interativa na tela gráfica que representa a rede. É interessante destacar, todavia, que sob condições estritas de equilíbrio se produz uma certa ambiguidade com este procedimento. Quando há equilíbrio, os custos são únicos, mas as rotas usadas não são, isto é, não estão completamente especificadas. Nestas condições, a maior parte dos pacotes identifica um conjunto factível de pares OD e as proporções que usam os links selecionados. Entretanto, estritamente falando, é possível que outras proporções de viagem também satisfaçam às condições especificadas.

Então, interessa selecionar uma combinação de pontos de entrevista que permita cobrir a maior parte da matriz de OD (pares mais importantes) sem duplicações desnecessárias. Isto pode ser feito utilizando uma combinação de experiência,

intuição e método sistemático. Um procedimento heurístico simples que foi desenvolvido em diversas cidades chilenas é o seguinte (Valeze, 2002):

- Carregar a matriz disponível (tudo ou nada) na rede. Para começar, pode-se fazer uma SLA de todos os pontos de entrevista do cordão externo, que são conhecidos, e obter a matriz de viagens que cruza estes pontos. Subtrair da matriz total esta parte da matriz. Isto permite eliminar as viagens que entram ou saem da área;
- Carregar a matriz restante (diferença) tudo ou nada. Os volumes resultantes em cada link indicarão as quantidades prováveis que todavia escapam de uma observação completa (somente são estimados). Selecionar, então, um certo número de pontos adicionais de entrevista (por exemplo, cinco pontos), distantes entre si e que aportem altos fluxos da matriz restante, fazer SLA destes pontos, extrair a matriz resultante e subtraí-la da matriz restante anterior;
- Repetir o passo anterior até que resulte muito pouco valor na matriz restante, ou seja, volumes baixos na rede quando esta se carregar com a última matriz restante.

Outro critério de parada pode ser dado pelo orçamento disponível para fazer entrevistas, não obstante, deve-se ter em mente que no caso de entrevistas de interceptação, o custo marginal de uma entrevista é baixo. Portanto, é razoável ignorar o custo de obter um tamanho amostral específico em cada ponto a entrevistar. Por outro lado, é difícil justificar pontos de entrevista em lugares com menos de 150 veículos por hora (veículos, não viagens) em zonas urbanas, apesar de poderem representar lugares de interesse que necessariamente requerem ser entrevistados.

Na última entrevista de origem/destino aplicada em Santiago/Chile, um total de 150 pontos de interceptação foi suficiente para captar mais de 475.000 entrevistas válidas. Neste caso, utilizou-se o método da máxima verossimilhança do total de viagens observadas, objetivando captar adequadamente todos os fluxos superiores a 100 viagens, em uma matriz contendo 775 zonas. Cabe assinalar, que a seleção de pontos para a realização de entrevistas de interceptação, deve ser realizada separadamente para cada um dos tipos de veículos considerados (veículos particulares, transporte público, etc.).

### Tamanho da amostra

O tamanho da amostra a entrevistar nas ODI (entrevistas de interceptação nas vias) é similar ao planejado para entrevistas domiciliares. Neste caso, entretanto, as variáveis de interesse são as viagens entre os distintos pares OD a nível detalhado, que no caso de grandes cidades envolve centenas de zonas. Para determinar o tamanho da amostra pode-se utilizar a seguinte expressão (Ortúzar e Willumsen, 2011, pág. 84-85):

$$n \geq \frac{p(1-p)}{\left(\frac{e}{Z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}} \quad (2)$$

Onde:

$n$ : número de passageiros a entrevistar;

$p$ : proporção de viagens com um destino determinado;

$e$ : nível aceitável de erro (expresso em proporção);

$Z$ : variável Normal padrão para o nível de confiança requerido;

$N$ : tamanho da população (fluxo observado de passageiros na estação de controle).

É fácil ver que para  $N$ ,  $e$  e  $Z$  dados, o valor de  $p = 0,5$  produz o valor mais conservador (maior) de  $n$ . Assim, tomando este valor e considerando  $e = 0,1$  (isto é um erro máximo de 10%) e  $Z = 1,96$  (corresponde a um nível de confiança de 95%), pode-se obter os tamanhos da amostra requeridos em função do fluxo horário que se apresenta na tabela 3.1.1.1.

Tabela 3.1.1.1 - Tamanho da amostra em função do fluxo

Fluxo horário estimado (passageiros/período)	Tamanho amostral (%)
900 ou mais	10,0 (1 cada 10)
700 a 899	12,5 (1 cada 8)
500 a 699	16,6 (1 cada 6)
300 a 499	25,0 (1 cada 4)
200 a 299	33,3 (1 cada 3)
1 a 199	50,0 (1 cada 2)

### c. Comentários

As considerações descritas neste documento são adequadas independentemente do tamanho da cidade considerada. De fato, isto somente afeta o processo no sentido que cidades menores possivelmente requerem um menor número de zonas para uma representação adequada do ponto de vista espacial e que, por outro lado, sem dúvida, é mais simples coletar informação proveniente de entrevistas de interceptação na via, ou de outra natureza, em cidades de menor tamanho e com menos problemas de congestionamento. Em qualquer caso, os métodos apresentados permitem uma alocação de recursos eficiente de acordo com os propósitos tradicionais de uma entrevista de origem/destino.

### 3.1.2. Estimação das matrizes de viagem

Para estimar matrizes de viagem recomenda-se um processo de estimação conjunta que aproveite a informação de diferentes fontes tais como a ODD (entrevistas domiciliares), ODI (entrevistas de interceptação) e as contagens de tráfego. O processo é o seguinte (DICTUC, 2003):

- Estimar matrizes separadas para cada propósito e fonte de informação (ODD e ODI);
- Combinar as matrizes ponderando os valores de cada célula em que existam observações conjuntas por seus índices de dispersão, segundo detalhamento posterior;
- Calibrar um modelo gravitacional com função de custo discreta baseado nas entrevistas ODD;
- Aplicar este modelo para preencher células vazias das matrizes combinadas;
- Fazer uma última correção utilizando a informação adicional de contagens de tráfego nos links, corredores ou cordões e *Screen Lines*.

Caso se possa contar com uma matriz anterior, no caso deste projeto a proveniente da entrevista domiciliar do PDTU 2005, é factível incluir esta matriz no processo de combinação, realizando previamente um processo de atualização. Dado que a matriz disponível é antiga, deverão ser retirados dela somente os pares de zonas cujo comportamento seja considerado vigente.

A seguir descrevem-se os métodos de estimação da matriz de viagens para as diferentes fontes e o método de estimação conjunta.

**a. Entrevistas domiciliares**

O processo de estimação de uma matriz de viagens a partir da informação de domicílios consiste simplesmente em somar os registros de viagens de cada par OD que pertencem a categoria que se quer construir (renda, propósito ou período), multiplicados pelos fatores de correção e expansão correspondentes.

Consideremos o caso geral de entrevistas onde exista informação do censo recente a nível de zona (Z), tal como a informação do número de domicílios classificados por tamanho (H), pessoas classificadas por sexo e idade (P) e, conseqüentemente, o número de domicílios existentes na área de estudo. A estimação do número de viagens entre as zonas i e j para uma certa categoria k será dada por:

$$V_{ij}^k = \sum_Z f_{expansão}^Z \sum_P f_{idade}^{ZP} \sum_H f_{Tamanho\ do\ domicílio}^{ZH} V_{ij}^{ZPHk}$$

Onde:

$V_{ij}^{ZPHk}$  é o número de viagens das pessoas da categoria P, que pertencem aos domicílios da classe H na zona Z;

$f_{expansão}^Z$ ,  $f_{idade}^{ZP}$  e  $f_{Tamanho\ do\ domicílio}^{ZH}$  são os fatores de correção e expansão correspondentes.

### Entrevistas de interceptação

Neste caso recomenda-se utilizar modelos de coeficientes de expansão amostral, uma vez que este procedimento elimina as complicações derivadas do problema de potenciais duplas contagens (Kuwahara e Sullivan, 1985).

### Processo de estimação

Seja  $V_{ij}$  a matriz a estimar;  $\beta_{ij}$  o conjunto de pontos de entrevistas selecionados que intercepta o par  $ij$ ;  $p_{ij}^a$  proporção de viagens do par  $ij$  que utiliza o link  $a$ ;  $s_{ij}^a$  as viagens entre  $i$  e  $j$  entrevistadas no ponto  $a$  e  $r^a$  a taxa de amostragem no link  $a$ .

Então, uma estimação de  $V_{ij}$  é dada por  $\frac{s_{ij}^a}{p_{ij}^a r^a}$ ; entretanto existem múltiplos pontos de entrevistas. Portanto, um melhor estimador é obtido ao minimizar a soma ponderada das diferenças da estimação direta de  $V_{ij}$  em cada link de interceptação. Ou seja, deve-se determinar  $V_{ij}$  mediante a seguinte minimização:

$$\text{Min} \sum_{\beta_{ij}} p_{ij}^a \left( V_{ij} - \frac{s_{ij}^a}{p_{ij}^a r^a} \right)^2 \quad (3)$$

Derivando com relação a  $V_{ij}$  e igualando a zero, obtém-se:

$$V_{ij} \sum_{\beta_{ij}} p_{ij}^a = \sum_{\beta_{ij}} \frac{s_{ij}^a}{r^a}$$

Portanto, um bom estimador é obtido isolando  $V_{ij}$  da expressão anterior, isto é:

$$V_{ij} = \frac{\sum_{\beta_{ij}} \frac{s_{ij}^a}{r^a}}{\sum_{\beta_{ij}} p_{ij}^a} \quad (4)$$

Note que como a segunda derivada da expressão (3) com relação a  $V_{ij}$  ( $2 \sum_{\beta_{ij}} p_{ij}^a$ ) é sempre um valor positivo, dado que os fatores  $p_{ij}^a$  são todos positivos, a expressão (4) garante o mínimo. Deve-se notar também que o denominador é igual a soma das proporções de cada par provenientes de todos os link entrevistados, o que diminui o erro de usar os  $p_{ij}^a$  individualmente.

**Considerações práticas**

No caso da ODI busca-se obter a maior e mais eficiente cobertura possível de todas as viagens que tenham lugar na área de estudo. Entretanto, podem haver problemas quando se trata de interceptar viagens pouco prováveis e, por configuração da rede, resulte muito ineficiente interceptar. Isto pode dar-se, por exemplo, quando se conta com redes muito densas onde não é possível interceptar todas as viagens que cruzam um determinado cordão. Por exemplo, se existem muitas ruas pequenas, cada uma com pouco tráfego e que cruzam essa linha de interceptação.

Esta é uma das razões pelas quais não é possível empregar fórmulas definitivas sobre tamanhos de amostra que permitam combinar diferentes fontes de informação. O problema é demasiadamente dependente da configuração da rede e das (desconhecidas) matrizes reais.

Não obstante, quando se trata de combinar informação sobre matrizes de viagens obtidas de diferentes entrevistas de interceptação, podem-se aproveitar certas propriedades estatísticas (mencionadas mais abaixo) para melhorar a qualidade da estimação. Como já foi visto anteriormente, a probabilidade de interceptar uma viagem em duas ou mais localidades de entrevista depende da rota escolhida por aqueles que se deslocam entre essa origem e destino.

Para esta análise é útil resumir os fatores de escolha da rota mediante a variável pij que contém a proporção das viagens entre i e j que passam pelo link a. Esta é a mesma variável utilizada nos modelos de atualização de matrizes a partir de contagens de tráfego. É por isto que, em geral, o valor das entrevistas de interceptação é maior naquelas configurações de zonas e rotas que permitem expandir as matrizes sem requerer estimações difíceis das proporções pij. Portanto, o problema consiste em obter bons valores para os coeficientes de expansão e para a combinação de estimações e isto depende diretamente da qualidade dos dados prévios e do modelo de simulação que se tenha disponível para a rede da cidade.

**b. Estimação da matriz combinada ODD – ODI**

A equação (5) define o índice de dispersão, que permite expressar algumas fórmulas de forma mais compacta (Var(x) é a variância de x e μ sua média).

$$I(x) = \frac{Var(x)}{\mu} \quad (5)$$

Sabemos que a variância da soma de duas variáveis estatisticamente independentes é igual à soma de suas respectivas variâncias. Esta propriedade é especificamente útil neste caso, pois, às vezes, se deseja combinar duas estimações independentes da mesma variável com o objetivo de se obter uma estimação mais confiável. Por exemplo, podem-se obter duas estimações independentes da quilometragem média dos automóveis em uma cidade, uma baseada em contagens e a outra no consumo de combustível. Neste caso, pode-se

demonstrar que o melhor valor combinado é dado pela equação (6) e que é o índice de dispersão deste valor combinado será dado pela equação (7).

$$X_m = \frac{X_1 I_2 + X_2 I_1}{I_1 + I_2} \quad (6)$$

$$I_m = \frac{I_1 I_2}{I_1 + I_2} \quad (7)$$

Para implementar o método proposto anteriormente é necessário considerar diversos aspectos na prática:

i. Cálculo das variâncias e índices de dispersão

As observações correspondentes a entrevistas domiciliares e de interceptação podem ser visualizadas como provenientes de uma amostragem aleatória simples sem reposição. No caso de observações de viagens de uma classe  $c$  particular (par OD, propósito, tipo de veículo, etc), a distribuição do número de viagens corresponde a uma forma hipergeométrica e a variância do número de viagens desta classe será dada pela equação (8), enquanto que seu índice de dispersão pode ser aproximado pela equação (9).

$$Var(x_c) = x_c \left(1 - \frac{x_c}{x}\right) (1 - r_a) \quad (8)$$

$$I(x_c) = \left(1 - \frac{x_c}{x}\right) (1 - r_a) \quad (9)$$

Onde,  $x_c$  é o número de viagens da classe  $c$ ,  $x = \sum_c x_c$  é o número total de observações em todas as classes e  $r_a$  é a taxa de amostragem no link ou zona  $a$ . No caso da ODI, o valor de  $r_a$  é obtido diretamente como o coeficiente entre as viagens entrevistadas nos pontos de interceptação e o total de viagens nesses links.

ii. Matriz consolidada

A estimação de matrizes origem destino tem, em geral, vários problemas:

- Os tamanhos das amostras para que as ODD forneçam bons dados são proibitivos;
- Como as ODI não pegam todas as viagens relevantes, muitas células podem ficar com valores zerados, seja porque é impossível interceptar estas viagens com a estrutura de pontos de entrevista ou por razões de amostragem;

- As ODI podem contabilizar duas ou mais vezes um mesmo tipo de deslocamento devido à forma em que se configuram os pontos de entrevista no campo.

Por outro lado, ao estimar matrizes usando dados de diferentes fontes existem três situações que podem ocorrer na prática:

- A célula de uma matriz possui observações nos dois conjuntos de dados  $V_1$  e  $V_2$ . Neste caso, deve-se estimar um valor único que utilize a informação existente na melhor forma. Pode-se demonstrar que o melhor estimador do valor da célula  $V_m$  será dado pela equação (10) e o índice de dispersão deste valor será dado pela equação (11).

$$V_m = \frac{V_1 I_2 + V_2 I_1}{I_1 + I_2} \quad (10)$$

$$I_m = \frac{I_1 I_2}{I_1 + I_2} \quad (11)$$

- A célula de uma matriz possui somente observações em um conjunto de dados, digamos a ODI com valor  $V_1$  e não tem observações no outro. Neste caso, a melhor estimação é  $V_1$  com índice de dispersão  $I_1$ .
- A célula em questão não possui observações em nenhum dos conjuntos de dados. Neste caso, o melhor estimador é zero, com índice de dispersão zero, mas isto pode constituir um problema como se discutirá adiante.

### c. Células sem observações

Quando se constrói uma matriz somente com entrevistas domiciliares, pode-se ter que uma grande maioria das células não contenha informações na amostragem. Desta forma, ainda que seja possível estimar índices de dispersão, não existirão estimações para os valores médios.

Algo similar, porém em menor medida, ocorre com alguns pares OD no caso da ODI. Por exemplo, é possível não existir observações ainda que, em princípio, o par OD deveria ter sido interceptado, devido a:

- A taxa amostral para esse par era pequena e o número de viagens a interceptar também;
- Não terem sido realizadas viagens entre esse par de OD no período observado.

Por estes motivos, é recomendável combinar as matrizes que resultam de entrevistas domiciliares e de entrevistas de interceptação usando os métodos e variâncias descritas anteriormente. Porém, e em particular quando se está estimando matrizes por modo, propósito ou período, mesmo depois desta operação, ainda é possível encontrar numerosas células sem observações.

Para resolver este problema existem dois enfoques interessantes:

- Utilizar métodos de estimação de matrizes a partir de contagens com um valor inicial sintético;
- Utilizar diretamente valores sintéticos para células vazias.

Em qualquer dos casos trata-se de obter os melhores valores para completar células vazias. Numa primeira discussão deve-se considerar qual é o tipo de modelo mais apropriado para sintetizar matrizes e, logo, como corrigir as matrizes obtidas para a área de estudo. No Anexo 13 apresentam-se recomendações sobre este tema.

## 3.2. Cálculo do Tamanho e Atribuição da Amostra em Campo

### 3.2.1. Estimativa dos tamanhos amostrais

Os tamanhos amostrais da Pesquisa Domiciliar do PDTU foram estimados mediante o método descrito no item 3.1 *Nota Técnica: Definições metodológicas – Pesquisas de origem/destino e estimação de matrizes de viagem*, cujo detalhamento passo a passo é apresentado a seguir, utilizando a informação disponível na pesquisa domiciliar do PDTU 2005 e os Censos de 2000 e 2010 e considerando um erro máximo de 6% para um nível de confiança de 95% ( $Z = 1,96$ ).

Foram consideradas como variáveis de categorização o tamanho do domicílio (quantas pessoas residentes), o nível de renda, a posse de automóvel e se o setor pertencia ou não ao Município do Rio de Janeiro, segundo se descreve na tabela 3.2.1.1.

Tabela 3.2.1.1 - Variáveis de categorização propostas

Tamanho do domicílio	Renda média familiar (*)	Automóvel (**)	Rio de Janeiro
1 pessoa	A: SM > 8,66	Possui	Sim
2 pessoas	B: 3,02 < SM < 8,66	Não possui	Não
3 pessoas	C: 1,4 < SM < 3,02		
4 ou mais	D: 0,94 < SM < 1,4		
	E: SM < 0,94		

(\*) De acordo com a classificação utilizada no Censo, trata-se da renda média por pessoa.

(\*\*) Na informação disponível para realizar a estimação (pesquisa domiciliar de 2003), não existe o número de automóveis do domicílio (variável tradicionalmente utilizada), mas somente a referência se o domicílio possui ou não automóvel e/ou moto.

A base de dados de viagens existente na pesquisa de 2003 foi utilizada para uma análise confirmatória de classificação utilizando as 80 categorias cruzadas destas 4 variáveis. A análise foi realizada em função da taxa de geração de viagens por

domicílio por ser a variável mais determinante para o tamanho total da amostra. A base disponível constava de mais de 25.000 domicílios, não obstante, uma parcela deles foi removida porque evidenciava sub-notificação do nível de renda (não havia registro de renda para um ou mais de seus moradores). Em consequência, trabalhou-se com 18.777 domicílios que foram considerados como dispondo de dados confiáveis.

Da análise das taxas de geração observadas na amostra, foram detectadas diferenças relevantes para as categorias *tamanho do domicílio*, *nível de renda* e pertencente ao *Município do Rio de Janeiro*. Apesar da variável *posse de automóvel* mostrar certa contribuição marginal, esta resultou muito pequena ao considerar as outras variáveis, razão pela qual sua utilização foi descartada.

Por tratar-se de um aspecto de caráter geográfico e estratégico, a variável *Município do Rio de Janeiro* foi utilizada para realizar uma amostragem independente. Ou seja, estimou-se separadamente um tamanho amostral requerido para duas *agregações* distintas: uma referente ao Município do Rio de Janeiro e outra referente ao restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Além do mais, essa separação é preferível, pois somente aquele município concentra mais de 50% do total de domicílios e se buscava assegurar uma adequada representatividade dos municípios menores.

Com respeito às variáveis, *tamanho do domicílio* e *nível de renda*, mediante uma análise fatorial, foi confirmada a pertinência das categorias consideradas, determinando-se que as categorias de renda A e B não apresentavam diferenças relevantes na variável analisada, assim como tampouco as categorias D e E.

Desta forma, reduziu-se a uma classificação final de 12 categorias. Com base nestas categorias foi calculado o tamanho amostral mínimo requerido em cada agregação (Rio de Janeiro, restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro) para viagens identificadas segundo seu propósito (trabalho, estudos e outros). Esses resultados estão apresentados nas tabelas 3.2.3.9 e 3.2.3.10 apresentadas mais adiante.

### 3.2.2. Insumos

Foram utilizados como insumos para o processo de cálculo do tamanho da amostra:

- A base de dados das pesquisas domiciliares do PDTU 2005;
- A base de dados do Censo 2010;
- A definição das categorias cruzadas de domicílios, conforme texto acima;
- Parâmetros de significância estatística, erro máximo amostral e nível de confiança desejados.

### 3.2.3. Metodologia passo a passo

Os cálculos que permitem a obtenção das quantidades de domicílios a entrevistar, por categoria e agregação (Rio de Janeiro e restante dos municípios



componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro) estão ilustrados na planilha {Smith} do arquivo Excel que se encontra no Anexo 14. Vejam-se também tabelas 3.2.3.1 a 3.2.3.8 a seguir.

1. Calcular os coeficientes de variação  $CV^*$  modificados para cada categoria, dividindo o desvio padrão da variável em cada célula  $\sigma$ , pela média geral da população  $\bar{x}$ . As médias e desvios padrão são calculados a partir da base de dados das pesquisas domiciliares do PDTU 2005, conforme planilhas {Total\_18mil} e {Viagens}.

A mudança entre os cálculos para o Município do Rio de Janeiro e restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro é feita controlando-se o conteúdo das células Q5, Q27, Q49 e Q71 da planilha {Viagens}.

2. Calcular a frequência de cada categoria na população. Esta frequência é calculada com base nos dados do Censo 2010 – planilha {Domicílios x Categoria} - e não nas pesquisas domiciliares, por essa ser uma base mais recente e confiável.
3. Multiplicar cada  $CV^*$  por sua correspondente frequência; o resultado desta multiplicação se denomina fator e a soma destes fatores se denota  $C^*$ .
4. Escolher o erro máximo amostral e o nível de confiança, por exemplo, 6% de erro máximo amostral e 95% de nível de confiança.
5. Calcular  $F = \frac{Z_{\alpha}^2}{E^2}$
6. Multiplicar F pelo quadrado de  $C^*$  e, assim, obter o tamanho amostral inicial (ótimo); este corresponde ao tamanho da amostra requerido, se for utilizada uma amostragem estratificada.
7. Dividir cada fator por  $C^*$ , obtendo o peso de cada categoria.
8. Multiplicar este peso pelo tamanho inicial ótimo. Este é o número de amostras requeridas para cada categoria, ao se utilizar uma amostragem estratificada.

Tabela 3.2.3.1 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)

Rio / fora Rio:		0	Viagens totais							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	2,10	0,51	0,24	0,12	0,0232	0,003	0,007	1,3	2
	C	1,99	0,35	0,18	0,08	0,0337	0,003	0,007	1,3	2
	DE	2,01	0,39	0,20	0,09	0,0853	0,008	0,019	3,6	4
2	AB	3,06	1,12	0,37	0,27	0,0390	0,010	0,025	4,7	5
	C	2,95	1,14	0,39	0,27	0,0564	0,015	0,036	6,9	7
	DE	2,76	1,11	0,40	0,26	0,1399	0,037	0,087	16,7	17
3	AB	4,11	1,82	0,44	0,43	0,0380	0,016	0,039	7,4	8
	C	3,92	1,72	0,44	0,41	0,0610	0,025	0,059	11,3	12
	DE	3,57	1,79	0,50	0,43	0,1563	0,067	0,158	30,0	31
4	AB	6,36	2,92	0,46	0,69	0,0472	0,033	0,077	14,8	15
	C	5,74	2,54	0,44	0,60	0,0847	0,051	0,121	23,1	24
	DE	5,49	2,77	0,50	0,66	0,2351	0,155	0,366	69,7	70
		4,21		0,38		1,0000	0,423		191	197
							191			

Tabela 3.2.3.2 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)

Rio / fora Rio:		0	Viagens HBW							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	1,14	0,98	0,86	0,64	0,0232	0,015	0,015	15,8	16
	C	0,90	1,00	1,12	0,65	0,0337	0,022	0,022	23,5	24
	DE	0,78	0,98	1,26	0,63	0,0853	0,054	0,054	58,0	59
2	AB	1,48	1,53	1,04	0,99	0,0390	0,039	0,039	41,5	42
	C	1,49	1,49	1,00	0,97	0,0564	0,055	0,054	58,5	59
	DE	1,22	1,33	1,09	0,86	0,1399	0,121	0,120	129,6	130
3	AB	1,98	1,63	0,82	1,05	0,0380	0,040	0,040	42,9	43
	C	1,91	1,64	0,86	1,06	0,0610	0,065	0,064	69,4	70
	DE	1,43	1,40	0,99	0,91	0,1563	0,142	0,141	152,3	153
4	AB	2,91	2,41	0,83	1,56	0,0472	0,074	0,073	79,1	80
	C	2,44	2,22	0,91	1,43	0,0847	0,122	0,121	130,4	131
	DE	1,67	1,70	1,02	1,10	0,2351	0,259	0,257	277,6	278
		1,55		0,98		1,0000	1,005		1.079	1085
							1079			

Tabela 3.2.3.3 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)

Rio / fora Rio:		0	Viagens HBO							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	0,93	1,08	1,17	0,85	0,0232	0,020	0,016	25,7	26
	C	1,07	0,98	0,92	0,78	0,0337	0,026	0,022	33,8	34
	DE	1,21	1,02	0,84	0,80	0,0853	0,068	0,056	88,4	89
2	AB	1,40	1,53	1,09	1,20	0,0390	0,047	0,039	60,7	61
	C	1,30	1,39	1,07	1,10	0,0564	0,062	0,051	80,3	81
	DE	1,22	1,34	1,10	1,05	0,1399	0,147	0,122	190,7	191
3	AB	1,42	1,63	1,15	1,28	0,0380	0,049	0,040	63,1	64
	C	1,30	1,59	1,23	1,25	0,0610	0,077	0,063	99,0	100
	DE	1,11	1,46	1,32	1,15	0,1563	0,180	0,149	233,0	233
4	AB	1,41	2,22	1,57	1,75	0,0472	0,082	0,068	106,7	107
	C	1,60	1,87	1,17	1,47	0,0847	0,125	0,103	161,6	162
	DE	1,33	1,78	1,34	1,40	0,2351	0,329	0,271	425,8	426
		1,27		1,16		1,0000	1,212		1.569	1574
							1569			

Tabela 3.2.3.4 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra (restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro)

Rio / fora Rio:		0	Viagens HBS							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	0,02	0,22	9,17	0,16	0,0232	0,004	0,004	3,5	4
	C	0,03	0,23	8,80	0,16	0,0337	0,005	0,006	5,3	6
	DE	0,02	0,19	10,63	0,13	0,0853	0,011	0,012	11,2	12
2	AB	0,18	0,54	3,06	0,39	0,0390	0,015	0,017	14,9	15
	C	0,15	0,53	3,53	0,38	0,0564	0,021	0,023	21,0	21
	DE	0,32	0,76	2,39	0,54	0,1399	0,076	0,083	74,2	75
3	AB	0,71	1,13	1,58	0,81	0,0380	0,031	0,034	30,0	31
	C	0,71	1,11	1,56	0,79	0,0610	0,048	0,053	47,4	48
	DE	1,04	1,25	1,21	0,90	0,1563	0,140	0,153	137,0	137
4	AB	2,05	1,98	0,97	1,42	0,0472	0,067	0,073	65,5	66
	C	1,70	1,79	1,05	1,28	0,0847	0,109	0,119	106,4	107
	DE	2,50	2,30	0,92	1,65	0,2351	0,388	0,424	379,4	380
		1,40		3,74		1,0000	0,916		896	902
							896			

Tabela 3.2.3.5 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro

Rio / fora Rio: 1			Viagens totais							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	2,10	0,62	0,29	0,15	0,0712	0,011	0,024	5,3	6
	C	2,03	0,44	0,22	0,11	0,0395	0,004	0,010	2,1	3
	DE	2,07	0,48	0,23	0,12	0,0645	0,008	0,017	3,7	4
2	AB	3,21	1,42	0,44	0,36	0,1016	0,036	0,080	17,4	18
	C	2,92	1,11	0,38	0,28	0,0616	0,017	0,038	8,3	9
	DE	2,91	1,15	0,39	0,29	0,1003	0,029	0,064	13,9	14
3	AB	4,39	2,05	0,47	0,52	0,0822	0,042	0,094	20,4	21
	C	4,14	1,95	0,47	0,49	0,0601	0,029	0,065	14,2	15
	DE	3,69	1,77	0,48	0,44	0,1053	0,047	0,104	22,6	23
4	AB	6,74	3,01	0,45	0,76	0,0866	0,065	0,145	31,6	32
	C	5,73	2,75	0,48	0,69	0,0760	0,052	0,116	25,3	26
	DE	5,55	2,90	0,52	0,73	0,1512	0,110	0,244	53,0	54
		3,99		0,40		1,0000	0,452		218	225
							218			

Tabela 3.2.3.6 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro

Rio / fora Rio: 1			Viagens HBW							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	0,99	1,02	1,03	0,59	0,0712	0,042	0,049	39,4	40
	C	0,96	1,04	1,09	0,61	0,0395	0,024	0,028	22,4	23
	DE	0,83	0,98	1,18	0,57	0,0645	0,037	0,042	34,4	35
2	AB	1,62	1,49	0,92	0,87	0,1016	0,088	0,101	82,1	83
	C	1,63	1,47	0,90	0,86	0,0616	0,053	0,060	49,0	50
	DE	1,53	1,46	0,95	0,85	0,1003	0,085	0,098	79,2	80
3	AB	2,11	1,56	0,74	0,91	0,0822	0,075	0,085	69,3	70
	C	2,08	1,64	0,79	0,95	0,0601	0,057	0,066	53,3	54
	DE	1,69	1,42	0,84	0,83	0,1053	0,087	0,100	81,0	81
4	AB	2,82	1,80	0,64	1,05	0,0866	0,091	0,104	84,4	85
	C	2,38	1,85	0,78	1,08	0,0760	0,082	0,094	76,2	77
	DE	1,97	1,72	0,87	1,00	0,1512	0,151	0,174	140,9	141
		1,72		0,89		1,0000	0,872		811	819
							811			

Tabela 3.2.3.7 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro

Rio / fora Rio: 1			Viagens HBO							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	1,06	1,10	1,04	0,93	0,0712	0,066	0,050	94,2	95
	C	1,02	1,00	0,98	0,84	0,0395	0,033	0,025	47,3	48
	DE	1,20	1,08	0,90	0,91	0,0645	0,059	0,044	83,3	84
2	AB	1,33	1,61	1,20	1,35	0,1016	0,137	0,103	195,5	196
	C	1,08	1,33	1,24	1,12	0,0616	0,069	0,052	98,4	99
	DE	1,14	1,43	1,25	1,20	0,1003	0,120	0,090	171,5	172
3	AB	1,41	1,84	1,31	1,55	0,0822	0,127	0,095	181,3	182
	C	1,16	1,62	1,40	1,36	0,0601	0,082	0,061	116,5	117
	DE	1,03	1,51	1,46	1,27	0,1053	0,133	0,100	189,9	190
4	AB	1,72	2,14	1,24	1,80	0,0866	0,155	0,117	221,4	222
	C	1,43	1,98	1,38	1,66	0,0760	0,126	0,095	180,0	180
	DE	1,22	1,77	1,45	1,49	0,1512	0,225	0,169	321,0	322
		1,19		1,24		1,0000	1,335		1.900	1907
							1900			

Tabela 3.2.3.8 – Ilustração da Planilha de Cálculo do Tamanho da Amostra para o Município do Rio de Janeiro

Rio / fora Rio: 1			Viagens HBS							
Pessoas	Renda	V_TOTAL	Desv	CV	CV*	Frequência	Fator	Peso	Entrevistas	Inteiro
1	AB	1,06	1,10	1,04	0,93	0,0712	0,066	0,050	94,2	95
	C	1,02	1,00	0,98	0,84	0,0395	0,033	0,025	47,3	48
	DE	1,20	1,08	0,90	0,91	0,0645	0,059	0,044	83,3	84
2	AB	1,33	1,61	1,20	1,35	0,1016	0,137	0,103	195,5	196
	C	1,08	1,33	1,24	1,12	0,0616	0,069	0,052	98,4	99
	DE	1,14	1,43	1,25	1,20	0,1003	0,120	0,090	171,5	172
3	AB	1,41	1,84	1,31	1,55	0,0822	0,127	0,095	181,3	182
	C	1,16	1,62	1,40	1,36	0,0601	0,082	0,061	116,5	117
	DE	1,03	1,51	1,46	1,27	0,1053	0,133	0,100	189,9	190
4	AB	1,72	2,14	1,24	1,80	0,0866	0,155	0,117	221,4	222
	C	1,43	1,98	1,38	1,66	0,0760	0,126	0,095	180,0	180
	DE	1,22	1,77	1,45	1,49	0,1512	0,225	0,169	321,0	322
		1,19		1,24		1,0000	1,335		1.900	1907
							1900			

9. Para garantir os totais de entrevistas por categoria adequados, para analisar viagens de distintos propósitos, foi computado em cada categoria o valor máximo entre os três propósitos de viagem considerados (HBW – viagens baseadas na residência com motivo trabalho; HBO – viagens baseadas na residência com outros motivos; e HBS – viagens baseadas na residência com motivo estudos). Esses resultados são obtidos na planilha {Smith} (Anexo 14) e estão reproduzidos na tabela 3.2.3.9 a seguir.

Nela, os valores apresentados correspondem às quantidades de domicílios a pesquisar que permitem que, com a amostra lograda, se obtenham os níveis de erro estabelecidos ao analisar resultados considerando viagens totais e diferenciadas, segundo o propósito (estes últimos apresentavam maior variabilidade).

Tabela 3.2.3.9 – Quantidade de entrevistas por categoria

Pessoas	Renda	Rio de Janeiro	Outros Municípios
1	AB	95	30
1	C	48	34
1	DE	84	89
2	AB	196	61
2	C	99	81
2	DE	172	191
3	AB	182	64
3	C	117	100
3	DE	190	233
4 ou mais	AB	222	107
4 ou mais	C	180	162
4 ou mais	DE	392	426
Total		1.977	1.578

10. Com o objetivo de assegurar uma adequada cobertura geográfica da amostra, esta foi alocada aos distintos municípios proporcionalmente ao seu tamanho, considerando um mínimo de 30 entrevistas em cada um. Com esta restrição houve um pequeno aumento no tamanho da amostra, obtendo-se um total teórico de 3.649 entrevistas. Esses valores são computados na planilha {Resumo} (Anexo 14) e estão reproduzidos na tabela 3.2.3.10.

Tabela 3.2.3.10 – Total de entrevistas segundo o município

Município	Entrevistas
Belford Roxo	131
Duque de Caxias	242
Guapimirim	30
Itaboraí	62
Itaguaí	30
Japeri	30
Magé	60
Mangaratiba	30
Maricá	38
Mesquita	48
Nilópolis	45
Niterói	152
Nova Iguaçu	221
Paracambi	30
Queimados	38
Rio de Janeiro	1.977
São Gonçalo	293
São João de Meriti	133
Seropédica	30
Tanguá	30
<b>Total</b>	<b>3.649</b>

#### 3.2.4. Fluxograma ilustrativo

Para melhor compreensão do processo acima descrito, apresenta-se a seguir um fluxograma ilustrativo.



### 3.2.5. Atribuição da amostra

Para realizar a seleção de domicílios a serem amostrados foi aplicado o método já descrito de forma geral na *Nota Técnica: Definições metodológicas – Pesquisas de origem/destino e estimação de matrizes de viagem*, considerando-se os setores censitários como unidade a selecionar e especificando-se uma taxa de amostragem de domicílios para os setores selecionados.

O método, que está descrito em detalhe no item 3.2.6 a seguir, foi implementado em uma linguagem de programação matemática (AMPL - *A Modeling Language for Mathematical Programming*; <http://www.ampl.com>) e foi executado em separado para os setores pertencentes ao Município do Rio de Janeiro e setores externos ao Município do Rio de Janeiro, de acordo com as considerações descritas anteriormente. A AMPL é uma linguagem que permite a especificação de problemas de otimização lineares e não-lineares, com variáveis contínuas e discretas.

Como restrições do problema implementado, foram consideradas as doze restrições associadas aos totais de domicílios requeridos por categoria (12 categorias que apresentam diferenças relevantes, segundo análises estatísticas de classificação realizadas: 3 categorias de renda e 4 categorias de tamanho – quantidade de pessoas no domicílio) representados na tabela 3.2.3.9 e as restrições do total de domicílios esperados em cada município representados na tabela 3.2.3.10 – para o caso dos municípios externos ao Município do Rio de Janeiro. A atribuição da amostra nos distintos municípios visa garantir uma adequada repartição geográfica dos domicílios, para a incorporação dos aspectos de localização e acessibilidade, com o objetivo de melhorar a representatividade da distribuição dos tempos de viagem na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Dos quase 20.000 setores censitários identificados para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, segundo o Censo 2010, foram contemplados para seleção aproximadamente 4.000 setores considerados homogêneos em relação à renda. Esta definição foi realizada considerando-se que, se o setor tinha mais que 80% dos domicílios na mesma categoria de renda (AB ou DE), correspondia àquela categoria, e que, se tinha a maioria dos domicílios de categoria C e não mais que um terço de domicílios de alguma das outras duas, correspondia ao tipo C. Todos os demais setores censitários foram considerados não homogêneos em relação à renda.

De cada setor censitário selecionado se escolhe, posteriormente e de forma aleatória, um total de domicílios correspondente a esta porcentagem aproximada. A descrição do método de seleção aleatória será apresentada no *Relatório 4 – Planejamento e Execução das Pesquisas*.

O objetivo deste método de otimização da seleção de setores censitários é que, ao amostrar as quantidades de domicílios indicadas, é mais provável que se obtenham os totais por categorias similares aos desejados, em contraposição aos que seriam encontrados se a seleção de setores fosse realizada aleatoriamente.

Da mesma forma, ao haver incorporado no modelo implementado, a restrição de que se respeitem os totais estabelecidos por município, esta seleção garantirá que se obtenha uma repartição por município similar à que foi determinada por importância relativa (total de domicílios em cada um).

Aplicando o método implementado, foram selecionados um total de 257 setores no Rio de Janeiro e 271 fora do Rio de Janeiro. A porcentagem de amostragem estabelecida foi de 5% (porcentagem de domicílios a amostrar em cada setor), mas foram permitidas porcentagens maiores em alguns setores com o objetivo de contemplar categorias menos frequentes.

Para o Município do Rio de Janeiro:

Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos

Setor	Domicílios	Amostra	%
330455705210445	1199	60	5
330455705110027	687	34	5
330455705170007	465	23	5
330455705170162	382	19	5
330455705200240	376	19	5
330455705350025	346	17	5
330455705290071	326	16	5
330455705210465	325	16	5
330455705220405	323	16	5
330455705090325	322	16	5
330455705210640	322	16	5
330455705130064	321	16	5
330455705350057	315	16	5
330455705240631	314	16	5
330455705150135	314	16	5
330455705140189	300	15	5
330455705290372	293	15	5
330455705210590	292	15	5
330455705170161	291	15	5
330455705300123	291	15	5
330455705170107	291	15	5
330455705320138	286	14	5
330455705270054	286	14	5
330455705360032	283	14	5
330455705290191	282	14	5
330455705230679	281	14	5
330455705210625	280	14	5
330455705390205	280	14	5
330455705110266	280	14	5
330455705370323	278	14	5
330455705170523	272	14	5

Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Domicílios	Amostra	%
330455705200168	266	13	5
330455705110281	265	13	5
330455705150105	264	13	5
330455705340023	264	13	5
330455705210055	262	13	5
330455705100391	262	13	5
330455705320093	261	13	5
330455705200180	261	13	5
330455705090231	259	13	5
330455705320070	258	13	5
330455705360141	255	13	5
330455705170516	254	13	5
330455705120139	252	13	5
330455705140269	252	13	5
330455705150217	251	13	5
330455705300105	251	13	5
330455705300076	245	12	5
330455705220019	245	12	5
330455705110162	242	12	5
330455705370137	240	12	5
330455705240584	239	12	5
330455705130088	238	12	5
330455705200015	237	12	5
330455705120134	235	12	5
330455705290199	235	12	5
330455705110195	234	12	5
330455705110310	234	12	5
330455705170509	230	12	5
330455705320120	230	12	5
330455705210521	229	11	5
330455705150021	229	11	5
330455705220156	227	11	5
330455705150195	225	11	5
330455705360059	223	11	5
330455705150053	223	11	5
330455705130075	222	11	5
330455705220168	220	11	5
330455705140129	219	11	5
330455705290194	219	11	5
330455705170511	219	11	5

Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Domicílios	Amostra	%
330455705340050	218	11	5
330455705100123	218	11	5
330455705200218	217	11	5
330455705090238	217	11	5
330455705160135	216	11	5
330455705170613	215	11	5
330455705130028	214	11	5
330455705150024	213	11	5
330455705150070	213	11	5
330455705250135	213	11	5
330455705090217	212	11	5
330455705090458	211	11	5
330455705300104	210	11	5
330455705300301	206	10	5
330455705290088	206	10	5
330455705290142	204	10	5
330455705110045	204	10	5
330455705100340	203	10	5
330455705200220	202	10	5
330455705290193	201	10	5
330455705110005	199	10	5
330455705220597	199	10	5
330455705190284	199	10	5
330455705190288	199	10	5
330455705100361	196	10	5
330455705330002	195	10	5
330455705390022	195	10	5
330455705250310	194	10	5
330455705300282	194	10	5
330455705390202	194	10	5
330455705300314	190	10	5
330455705140067	188	9	5
330455705160214	188	9	5
330455705220546	187	9	5
330455705130186	187	9	5
330455705310033	186	9	5
330455705160093	184	9	5
330455705270051	183	9	5
330455705300074	182	9	5
330455705290094	181	9	5

Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Domicílios	Amostra	%
330455705210044	179	9	5
330455705220319	177	9	5
330455705150003	177	9	5
330455705360150	177	9	5
330455705100355	177	9	5
330455705200450	175	9	5
330455705110052	175	9	5
330455705100367	175	9	5
330455705340034	172	9	5
330455705110048	172	9	5
330455705320113	171	9	5
330455705150131	171	9	5
330455705310037	171	9	5
330455705240519	171	9	5
330455705250290	170	9	5
330455705320193	170	9	5
330455705160219	167	8	5
330455705070026	165	8	5
330455705320010	162	8	5
330455705240134	162	8	5
330455705170065	161	8	5
330455705170117	161	8	5
330455705240025	160	8	5
330455705290173	160	8	5
330455705340049	159	8	5
330455705240410	159	8	5
330455705120133	158	8	5
330455705240598	158	8	5
330455705090175	156	8	5
330455705290367	156	8	5
330455705200311	154	8	5
330455705110329	153	8	5
330455705090334	153	8	5
330455705100121	152	8	5
330455705150104	149	7	5
330455705100335	149	7	5
330455705210832	147	7	5
330455705100110	147	7	5
330455705320054	146	7	5
330455705170479	146	7	5

Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Domicílios	Amostra	%
330455705110323	145	7	5
330455705100254	144	7	5
330455705100363	144	7	5
330455705240438	142	7	5
330455705370361	141	7	5
330455705220482	140	7	5
330455705290487	137	7	5
330455705150061	136	7	5
330455705230659	136	7	5
330455705240611	136	7	5
330455705370024	134	7	5
330455705200153	134	7	5
330455705290344	134	7	5
330455705300195	133	7	5
330455705300085	133	7	5
330455705080006	132	7	5
330455705200056	131	7	5
330455705150139	130	7	5
330455705270025	129	6	5
330455705300171	129	6	5
330455705290147	128	6	5
330455705110346	127	6	5
330455705230798	127	6	5
330455705100020	122	6	5
330455705090191	122	6	5
330455705160288	122	6	5
330455705220163	121	6	5
330455705290239	121	6	5
330455705120132	119	6	5
330455705100360	119	6	5
330455705290187	118	6	5
330455705110347	117	6	5
330455705160090	117	6	5
330455705360161	113	6	5
330455705290363	113	6	5
330455705110339	109	5	5
330455705240022	109	5	5
330455705240609	109	5	5
330455705130230	107	5	5
330455705080094	104	5	5

Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Domicílios	Amostra	%
330455705230190	103	5	5
330455705250333	101	5	5
330455705210637	96	5	5
330455705300280	95	5	5
330455705200128	94	5	5
330455705190043	92	5	5
330455705130074	91	5	5
330455705300303	89	3	3
330455705330049	89	3	3
330455705110217	88	3	3
330455705090478	86	3	3
330455705240526	85	3	4
330455705210679	83	3	4
330455705100024	81	3	4
330455705240604	79	3	4
330455705310234	78	3	4
330455705270220	76	3	4
330455705300326	74	3	4
330455705100039	71	3	4
330455705210796	71	3	4
330455705300294	70	3	4
330455705070001	70	3	4
330455705220243	69	3	4
330455705160287	65	3	5
330455705240612	64	3	5
330455705240230	63	3	5
330455705100405	63	3	5
330455705160297	62	3	5
330455705210799	58	3	5
330455705270041	55	3	5
330455705370283	55	3	5
330455705070101	54	3	6
330455705190302	52	3	6
330455705320144	52	3	6
330455705280027	51	3	6
330455705220364	51	3	6
330455705290353	48	3	6
330455705240143	47	3	6
330455705310007	44	3	7
330455705240520	44	3	7

Tabela 3.2.5.1 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Domicílios	Amostra	%
330455705290404	39	3	8
330455705240608	39	3	8
330455705200135	36	3	8
330455705290366	36	3	8
330455705160155	34	3	9
330455705220318	31	3	10
330455705290393	31	3	10
330455705080138	30	3	10
330455705230768	30	3	10
330455705320062	27	3	11
330455705240603	26	3	12
330455705220569	25	3	12
330455705200540	24	3	13
330455705190041	24	3	13
330455705230793	21	3	14
330455705150235	21	3	14
330455705080022	20	3	15
330455705110143	20	3	15
330455705350079	19	3	16
330455705240593	19	3	16
330455705320172	18	3	17
330455705200245	16	3	19
330455705220562	14	3	21
330455705240606	14	3	21
330455705290427	13	3	23
330455705290370	11	3	27
Total Rio de Janeiro	43.693	2.230	5,1

Para a Região Metropolitana, Fora Rio de Janeiro:

Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos

Setor	Município	Domicílios	Amostra	%
330045605030098	Belford Roxo	345	17	5
330045605050138	Belford Roxo	313	16	5
330045605040039	Belford Roxo	289	14	5
330045605020103	Belford Roxo	265	13	5
330045605020024	Belford Roxo	244	12	5
330045605030063	Belford Roxo	239	12	5
330045605020062	Belford Roxo	238	12	5
330045605040036	Belford Roxo	228	11	5
330045605020120	Belford Roxo	216	11	5
330045605020115	Belford Roxo	196	10	5
330045605020087	Belford Roxo	195	10	5
330045605050036	Belford Roxo	163	8	5
330045605020125	Belford Roxo	150	8	5
330045605020070	Belford Roxo	132	7	5
330045605040077	Belford Roxo	127	6	5
330045605030020	Belford Roxo	126	6	5
330045605030089	Belford Roxo	122	6	5
330045605010153	Belford Roxo	102	5	5
330170205000459	Duque de Caxias	544	27	5
330170215000213	Duque de Caxias	455	23	5
330170205000473	Duque de Caxias	317	16	5
330170205000344	Duque de Caxias	297	15	5
330170205000008	Duque de Caxias	181	18	10
330170215000142	Duque de Caxias	251	13	5
330170205000123	Duque de Caxias	225	11	5
330170215000141	Duque de Caxias	221	11	5
330170210000280	Duque de Caxias	213	11	5
330170205000482	Duque de Caxias	150	15	10
330170210000024	Duque de Caxias	201	10	5
330170210000180	Duque de Caxias	180	18	10
330170215000157	Duque de Caxias	196	10	5
330170205000413	Duque de Caxias	188	19	10
330170210000008	Duque de Caxias	187	9	5
330170205000116	Duque de Caxias	177	9	5
330170205000490	Duque de Caxias	162	8	5
330170205000139	Duque de Caxias	186	19	10
330170215000014	Duque de Caxias	145	7	5

Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Município	Domicílios	Amostra	%
330170215000191	Duque de Caxias	142	7	5
330170210000160	Duque de Caxias	140	7	5
330170210000126	Duque de Caxias	137	7	5
330170210000335	Duque de Caxias	133	7	5
330170210000149	Duque de Caxias	118	6	5
330170205000195	Duque de Caxias	116	6	5
330170220000044	Duque de Caxias	110	6	5
330170205000512	Duque de Caxias	106	5	5
330170220000072	Duque de Caxias	76	3	4
330170205000507	Duque de Caxias	60	3	5
330170205000436	Duque de Caxias	58	3	5
330170220000084	Duque de Caxias	38	3	8
330170220000087	Duque de Caxias	37	3	8
330170220000074	Duque de Caxias	22	3	14
330170215000196	Duque de Caxias	16	3	19
330170215000198	Duque de Caxias	16	3	19
330185005000041	Guapimirim	285	14	5
330185005000058	Guapimirim	145	7	5
330185005000086	Guapimirim	134	7	5
330185005000067	Guapimirim	42	3	7
330185005000048	Guapimirim	11	3	27
330190005000139	Itaboraí	16	3	19
330190005000054	Itaboraí	343	17	5
330190040000004	Itaboraí	19	3	16
330190018000094	Itaboraí	308	15	5
330190040000011	Itaboraí	249	12	5
330190018000012	Itaboraí	34	3	9
330190018000082	Itaboraí	158	8	5
330190005000056	Itaboraí	119	6	5
330190005000152	Itaboraí	72	3	4
330190025000001	Itaboraí	68	3	4
330190015000032	Itaboraí	60	3	5
330190019000015	Itaboraí	47	3	6
330190015000041	Itaboraí	32	3	9
330190005000149	Itaboraí	27	3	11
330190005000117	Itaboraí	27	3	11
330190010000015	Itaboraí	22	3	14
330190010000008	Itaboraí	17	3	18
330190005000183	Itaboraí	15	3	20
330190005000130	Itaboraí	14	3	21

Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Município	Domicílios	Amostra	%
330190025000018	Itaboraí	10	3	30
330200705000068	Itaguaí	435	22	5
330200705000124	Itaguaí	143	7	5
330200715000003	Itaguaí	136	7	5
330200715000002	Itaguaí	124	6	5
330227005020081	Japeri	201	10	5
330227005030005	Japeri	146	7	5
330227005030001	Japeri	127	6	5
330227005020072	Japeri	98	5	5
330227005040001	Japeri	56	3	5
330227005040009	Japeri	55	3	5
330227005020054	Japeri	40	3	8
330250220000107	Magé	242	12	5
330250215000002	Magé	217	11	5
330250220000112	Magé	215	11	5
330250205000015	Magé	164	16	10
330250220000077	Magé	166	8	5
330250205000057	Magé	129	6	5
330250205000026	Magé	113	6	5
330250230000009	Magé	89	3	3
330250225000015	Magé	74	3	4
330250220000017	Magé	52	3	6
330250205000055	Magé	50	3	6
330250220000117	Magé	24	3	13
330260120000032	Mangaratiba	205	10	5
330260115000018	Mangaratiba	105	5	5
330260110000005	Mangaratiba	82	3	4
330260110000002	Mangaratiba	71	3	4
330260105000040	Mangaratiba	45	3	7
330260120000031	Mangaratiba	38	3	8
330260110000008	Mangaratiba	28	3	11
330260120000033	Mangaratiba	27	3	11
330260115000017	Mangaratiba	13	3	23
330270005000042	Maricá	93	9	10
330270010000097	Maricá	189	19	10
330270010000069	Maricá	234	23	10
330270010000143	Maricá	107	5	5
330285805000306	Mesquita	5	3	60
330285805000166	Mesquita	253	13	5
330285805000175	Mesquita	235	12	5

Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Município	Domicílios	Amostra	%
330285805000019	Mesquita	125	13	10
330285805000170	Mesquita	177	9	5
330285805000025	Mesquita	141	14	10
330285805000235	Mesquita	100	5	5
330320305000050	Nilópolis	344	17	5
330320310000036	Nilópolis	300	30	10
330320310000027	Nilópolis	286	14	5
330320305000125	Nilópolis	169	8	5
330330205000825	Niterói	227	11	5
330330205000885	Niterói	98	5	5
330330205000819	Niterói	181	9	5
330330205000816	Niterói	128	6	5
330330205000906	Niterói	219	11	5
330330205000721	Niterói	120	6	5
330330205000640	Niterói	390	20	5
330330205000684	Niterói	240	12	5
330330205000641	Niterói	247	12	5
330330205000145	Niterói	331	17	5
330330205000105	Niterói	333	17	5
330330205000266	Niterói	208	10	5
330330205000155	Niterói	290	15	5
330330205000161	Niterói	302	15	5
330330205000267	Niterói	291	15	5
330330205000632	Niterói	230	12	5
330330205000735	Niterói	159	8	5
330330205000736	Niterói	69	3	4
330330205000172	Niterói	196	10	5
330330205000173	Niterói	234	12	5
330330205000186	Niterói	336	17	5
330330205000209	Niterói	267	13	5
330330205000215	Niterói	306	15	5
330330205000217	Niterói	191	10	5
330330205000243	Niterói	161	8	5
330330205000253	Niterói	233	12	5
330330205000336	Niterói	177	9	5
330350005160125	Nova Iguaçu	423	21	5
330350005170045	Nova Iguaçu	295	15	5
330350005110092	Nova Iguaçu	271	14	5
330350005170060	Nova Iguaçu	259	13	5
330350005120088	Nova Iguaçu	226	11	5

Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Município	Domicílios	Amostra	%
330350005120077	Nova Iguaçu	210	11	5
330350005180113	Nova Iguaçu	209	10	5
330350005160104	Nova Iguaçu	207	10	5
330350005190010	Nova Iguaçu	201	10	5
330350005110094	Nova Iguaçu	195	10	5
330350005160019	Nova Iguaçu	191	10	5
330350005160070	Nova Iguaçu	189	9	5
330350005160098	Nova Iguaçu	183	9	5
330350005170090	Nova Iguaçu	177	9	5
330350005170042	Nova Iguaçu	171	9	5
330350005120165	Nova Iguaçu	171	9	5
330350005120103	Nova Iguaçu	168	8	5
330350005180107	Nova Iguaçu	168	8	5
330350005180051	Nova Iguaçu	163	8	5
330350005100252	Nova Iguaçu	131	7	5
330350005160106	Nova Iguaçu	159	8	5
330350005160127	Nova Iguaçu	156	8	5
330350005160112	Nova Iguaçu	148	7	5
330350005190019	Nova Iguaçu	143	7	5
330350005160075	Nova Iguaçu	138	7	5
330350005160135	Nova Iguaçu	136	7	5
330350005180146	Nova Iguaçu	133	7	5
330350005200044	Nova Iguaçu	132	7	5
330350005160058	Nova Iguaçu	124	6	5
330350005210019	Nova Iguaçu	116	6	5
330350005170023	Nova Iguaçu	109	5	5
330350005180139	Nova Iguaçu	106	5	5
330350005160132	Nova Iguaçu	98	5	5
330350005190083	Nova Iguaçu	74	3	4
330350005210014	Nova Iguaçu	67	3	4
330350005210009	Nova Iguaçu	61	3	5
330350005160119	Nova Iguaçu	45	3	7
330350005210011	Nova Iguaçu	15	3	20
330360905000055	Paracambi	366	18	5
330360905000065	Paracambi	201	10	5
330360905000058	Paracambi	61	3	5
330414405050027	Queimados	377	19	5
330414405020012	Queimados	219	11	5
330414405030013	Queimados	183	9	5
330414405030009	Queimados	111	6	5

Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Município	Domicílios	Amostra	%
330414405040017	Queimados	78	3	4
330414405060021	Queimados	61	3	5
330414405050043	Queimados	50	3	6
330490405000478	São Gonçalo	8	3	38
330490420000299	São Gonçalo	76	8	11
330490405000583	São Gonçalo	124	12	10
330490425000015	São Gonçalo	287	14	5
330490405000602	São Gonçalo	37	3	8
330490420000010	São Gonçalo	162	16	10
330490405000329	São Gonçalo	162	16	10
330490405000386	São Gonçalo	87	9	10
330490405000393	São Gonçalo	161	16	10
330490405000051	São Gonçalo	35	3	9
330490420000270	São Gonçalo	14	3	21
330490410000302	São Gonçalo	223	11	5
330490405000644	São Gonçalo	230	23	10
330490420000043	São Gonçalo	73	7	10
330490425000142	São Gonçalo	45	5	11
330490405000070	São Gonçalo	384	38	10
330490425000030	São Gonçalo	141	14	10
330490425000097	São Gonçalo	192	10	5
330490405000488	São Gonçalo	25	3	12
330490420000201	São Gonçalo	95	10	11
330490405000445	São Gonçalo	338	34	10
330490405000318	São Gonçalo	199	20	10
330490405000378	São Gonçalo	338	34	10
330490405000012	São Gonçalo	281	28	10
330490405000320	São Gonçalo	124	12	10
330490415000338	São Gonçalo	26	3	12
330490405000043	São Gonçalo	255	26	10
330490405000471	São Gonçalo	42	3	7
330490405000623	São Gonçalo	91	5	5
330490425000118	São Gonçalo	76	3	4
330490415000367	São Gonçalo	59	3	5
330490405000154	São Gonçalo	56	3	5
330490405000589	São Gonçalo	44	3	7
330490410000246	São Gonçalo	29	3	10
330490405000311	São Gonçalo	26	3	12
330490420000342	São Gonçalo	24	3	13
330490410000203	São Gonçalo	19	3	16

Tabela 3.2.5.2 – Tamanho da Amostra por Setores Censitários Escolhidos (Continuação)

Setor	Município	Domicílios	Amostra	%
330490425000129	São Gonçalo	15	3	20
330490425000123	São Gonçalo	14	3	21
330490405000155	São Gonçalo	13	3	23
330490410000256	São Gonçalo	11	3	27
330490405000167	São Gonçalo	10	3	30
330510905000185	São João de Meriti	297	15	5
330510905000252	São João de Meriti	286	14	5
330510905000070	São João de Meriti	241	24	10
330510910000194	São João de Meriti	240	12	5
330510905000292	São João de Meriti	236	12	5
330510905000268	São João de Meriti	227	11	5
330510905000280	São João de Meriti	195	10	5
330510905000260	São João de Meriti	194	10	5
330510905000213	São João de Meriti	184	9	5
330510915000030	São João de Meriti	179	9	5
330510905000063	São João de Meriti	171	9	5
330510910000060	São João de Meriti	170	9	5
330510910000208	São João de Meriti	151	8	5
330510905000243	São João de Meriti	147	7	5
330510905000244	São João de Meriti	146	7	5
330510905000359	São João de Meriti	138	7	5
330510910000209	São João de Meriti	130	7	5
330510905000373	São João de Meriti	119	6	5
330555405000055	Seropédica	234	12	5
330555405000082	Seropédica	153	8	5
330555405000033	Seropédica	73	3	4
330555405000099	Seropédica	60	3	5
330555405000085	Seropédica	58	3	5
330575205000037	Tanguá	208	10	5
330575205000032	Tanguá	73	7	10
330575205000035	Tanguá	112	6	5
330575205000046	Tanguá	80	3	4
330575205000028	Tanguá	49	3	6
330575205000058	Tanguá	22	3	14
Total RMRJ fora Rio de Janeiro		41.496	2.440	5,9

Com essa primeira seleção de setores censitários iniciaram-se os trabalhos de campo. Tendo sido entrevistados uma quantidade superior a 1.900 domicílios, constatou-se que seria factível trabalhar com taxas de amostragem maiores por setor censitário. Assim, definiu-se um limite superior de 10% de domicílios por setor censitário e se rodou novamente o programa de otimização. Os resultados, em termos de quantidades de domicílios e setores censitários selecionados, estão apresentados na tabela 3.2.5.3 para o Município do Rio de Janeiro e tabela 3.2.5.4, para o restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Tabela 3.2.5.3 – Domicílios Por Setor Censitário – Acréscimo para Finalização da Amostra

Setor censitário	Município	Domicílios
330455705140310	Rio_de_Janeiro	48
330455705170133	Rio_de_Janeiro	4
330455705170173	Rio_de_Janeiro	39
330455705090009	Rio_de_Janeiro	34
330455705150014	Rio_de_Janeiro	33
330455705160240	Rio_de_Janeiro	30
330455705340009	Rio_de_Janeiro	29
330455705290191	Rio_de_Janeiro	28
330455705210429	Rio_de_Janeiro	12
330455705290183	Rio_de_Janeiro	24
330455705290073	Rio_de_Janeiro	23
330455705210648	Rio_de_Janeiro	23
330455705130302	Rio_de_Janeiro	5
330455705210157	Rio_de_Janeiro	20
330455705370018	Rio_de_Janeiro	7
330455705290165	Rio_de_Janeiro	19
330455705290362	Rio_de_Janeiro	18
330455705370025	Rio_de_Janeiro	17
330455705210649	Rio_de_Janeiro	11
330455705290173	Rio_de_Janeiro	16
330455705290365	Rio_de_Janeiro	15
330455705080065	Rio_de_Janeiro	15
330455705210651	Rio_de_Janeiro	14
330455705290161	Rio_de_Janeiro	13
330455705210652	Rio_de_Janeiro	7
330455705110306	Rio_de_Janeiro	7
	TOTAL	511

Tabela 3.2.5.4 – Domicílios Por Setor Censitário – Acréscimo para Finalização da Amostra

Setor censitário	Município	Domicílios
330185005000040	Guapimirim	17
330170210000002	Duque_de_Caxias	44
330330205000825	Niteroi	23
330250220000092	Mage	14
330490425000121	Sao_Goncalo	36
330330205000816	Niteroi	13
330330205000906	Niteroi	12
330200705000033	Itaguaí	8
330575205000030	Tangua	29
30330205000640	Niteroi	39
330330205000684	Niteroi	23
330045605040067	Belford_Roxo	29
330330205000641	Niteroi	25
330575205000027	Tangua	3
330227005020040	Japeri	17
330330205000811	Niteroi	8
330490420000010	Sao_Goncalo	16
330555405000060	Seropédica	26
330170215000216	Duque_de_Caxias	19
330490405000329	Sao_Goncalo	16
330490420000294	Sao_Goncalo	16
330045605020086	Belford_Roxo	24
330045605020038	Belford_Roxo	17
330350005170003	Nova_Iguacu	24
330490415000365	Sao_Goncalo	9
330190018000074	Itaboraí	36
330330205000664	Niteroi	17
330490405000393	Sao_Goncalo	16
330490410000302	Sao_Goncalo	22
330490405000644	Sao_Goncalo	23
330260120000032	Mangaratiba	11
330360905000065	Paracambi	20
330250220000052	Mage	20
330250205000015	Mage	16
330350005110181	Nova_Iguacu	18
330490415000245	Sao_Goncalo	18
330490405000445	Sao_Goncalo	34
330490405000318	Sao_Goncalo	20
330490405000378	Sao_Goncalo	34
330350005100252	Nova_Iguacu	13

Tabela 3.2.5.4 – Domicílios Por Setor Censitário – Acréscimo para Finalização da Amostra (Continuação)

Setor censitário	Município	Domicílios
330360905000056	Paracambi	10
330555405000082	Seropedica	4
330190015000011	Itaboraí	14
330185005000086	Guapimirim	13
330350005180084	Nova_Iguacu	13
330170215000190	Duque_de_Caxias	12
330045605020004	Belford_Roxo	12
330170220000031	Duque_de_Caxias	11
330170210000356	Duque_de_Caxias	11
330260115000018	Mangaratiba	11
330190005000120	Itaboraí	3
330170205000436	Duque_de_Caxias	6
330170215000143	Duque_de_Caxias	6
330250220000017	Mage	5
330250205000055	Mage	5
	TOTAL	961

Essas quantidades de domicílios e setores selecionados serão pesquisados em campo em adição ao trabalho já executado que está especificado na tabela 3.2.5.5 para o Município do Rio de Janeiro e restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Tabela 3.2.5.5 – Domicílios já entrevistados por município

Município	Realizadas
Belford_Roxo Total	59
Duque_de_Caxias Total	130
Guapimirim Total	30
Itaboraí Total	5
Itaguaí Total	19
Japeri Total	0
Mage Total	0
Mangaratiba Total	9
Maricá Total	28
Mesquita Total	62
Nilópolis Total	70
Niterói Total	65
Nova_Iguacu Total	151
Paracambi Total	0
Queimados Total	42

Tabela 3.2.5.5 – Domicílios já entrevistados por município (Continuação)

Município	Realizadas
Rio_de_Janeiro Total	1463
Sao_Goncalo Total	111
Sao_Joao_de_Meriti Total	179
Seropedica Total	0
Tangua Total	35
Total geral	2458

### 3.2.6. Otimização da seleção de setores censitários

Para determinar a quantidade ótima de setores censitários será utilizada a função objetivo de minimização, proposta por Ortúzar et al (1998):

Minimizar:

$$\sum_{i \in \{Categorias\}} \sum_{j \in \{Zonas\}} \alpha_j n_{ij}$$

Sujeito a:

$$0 \leq \alpha_j \leq 1$$

$$\sum_{j \in \{Zonas\}} \alpha_j n_{ij} \geq \mu_i$$

Onde:

$\alpha_j$  é a proporção de domicílios a entrevistar na zona  $j$  (por exemplo, um máximo de 10%),

$n_{ij}$  é o número de domicílios de categoria  $i$  na zona  $j$ ,

$\mu_i$  é a amostra mínima aceitável para cada categoria  $i$ .

Este problema de otimização pode ser adaptado ao caso particular tratado, considerando setores censitários e a restrição adicional, de obter uma amostra mínima nos distintos municípios, de acordo com uma taxa de amostragem com um intervalo fixado (nos distintos setores censitários), ficando a fórmula acima da seguinte forma:

$$\text{Minimizar} \sum_{i \in \{Categorias\}} \sum_{S \in \{Setores\}} n_{iS} \cdot \delta_S$$



Sujeito a:

$$\sum_{S \in \{\text{Setores}\}} n_{iS} \cdot \delta_S \geq \mu_i, \text{ total faltante em cada categoria } i$$

$$\sum_{S \in \{S_m\}} \sum_{i \in \{\text{Categorias}\}} n_{iS} \cdot \delta_S \geq T_m, \text{ total faltante para cada município } m.$$

Onde, a proporção de domicílios a entrevistar em cada setor censitário varia em um intervalo estabelecido – neste caso sendo entre 0 e 0,1 ou seja, podendo-se pesquisar até um total de 10% dos domicílios do setor;  $n_{iS}$  é o número total de domicílios de categoria  $i$  no setor censitário  $S$ ;  $\mu_i$  é a amostra mínima aceitável para cada categoria  $i$ ,  $T_m$  é o número mínimo de domicílios a entrevistar no município  $m$ .

Desta forma, o conjunto de setores censitários selecionados  $\delta_S$  corresponde a uma variável binária (0,1) que indicará, para cada setor censitário, se ele será ou não entrevistado, permitindo selecionar um conjunto de setores censitários que, dada a composição de sua população, espera-se que entreguem em conjunto uma quantidade total de domicílios por categoria similar à requerida.

Obviamente, isto não necessariamente ocorrerá de forma exata ao realizarem-se as entrevistas, uma vez que os domicílios serão selecionados dentro de cada setor censitário de forma aleatória e, então, não necessariamente apresentarão a exata distribuição de categorias que apresenta o setor completo, mas se espera que apresentem uma distribuição similar. Esta seleção de setores censitários está orientada a facilitar o cumprimento de cotas por categoria, com uma adequada cobertura geográfica, respeitando a aleatoriedade na seleção de domicílios em cada setor.

### 3.2.7. Considerações gerais

- O erro amostral real será calculado ex-post por categoria cruzada (tamanho do domicílio x nível de renda) e para cada propósito de viagem, nas agregações do Município do Rio de Janeiro e restante dos municípios componentes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.
- Os procedimentos adotados até o momento visam garantir que esse erro não superará 10% em nenhuma categoria, nenhum propósito e nenhuma agregação, isto para um nível de confiança de 95%.
- A quantidade final de domicílios pesquisados poderá ser diferente dos tamanhos teóricos previstos no cálculo da amostra. O importante é que sejam respeitados os parâmetros estatísticos adequados em cada categoria, conforme se está prevendo.
- Observar a importância de se construírem metas de amostragem para viagens por propósito (HBW, HBO, HBS). Verifica-se por observação da tabela 3.2.5.5 que, para o Município do Rio de Janeiro, para se obter informações estatisticamente confiáveis apenas para as viagens totais, seriam necessárias entrevistas em 225 domicílios; entretanto, segundo a estamos buscando a meta significativamente maior de 1.977 domicílios entrevistados.

*Relatório 2 – Zoneamento e Plano Amostral*

- Isso devido ao fato da variância ser muito maior quando se consideram propósitos de viagem, tanto entre propósitos como dentro de cada propósito.



## 4. LISTA DE ANEXOS

### 4.1. Anexo 1 – Compatibilização Setores Censitários 2000 / 2010

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 1 – Compatibilização Setores Censitários 2000–2010 .xlsx

### 4.2. Anexo 2 – Áreas de Ponderação e Setores 2010

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 2 – Area de Ponderacao e Setores – 2010.xlsx

### 4.3. Anexo 3 – Compatibilização das Zonas PDTU 2005/2013

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 3 – Compatibilização das Zonas PDTU 2005 – 2013.xlsx

### 4.4. Anexo 4 – Zoneamento Final

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 4 – Zoneamento Final.xlsx

### 4.5. Anexo 5 – Zoneamento Por Bairro

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 5 – Zoneamento por Bairro.xlsx

### 4.6. Anexo 6 e 7 – Socioeconomia dos Setores 2010 / Zonas 2013

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 6 e 7 – Socioeconomia dos Setores 2010 – Zonas 2013.xlsx

### 4.7. Anexo 8 – Shapefile dos Setores Censitários (IBGE 2010)

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 8 – Shape File dos Setores Censitarios – IBGE 2010.zip



#### 4.8. Anexo 9 – Shapefile Das Zonas 2013

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 9 – Shape File das Zonas 2013.zip

#### 4.9. Anexo 10 – Tabela Básico RJ

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 10 – Tabela Basico RJ.xlsx

#### 4.10. Anexo 11 – Tabela Domicílio Renda RJ

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 11 – Tabela Domicilio Renda RJ.xlsx

#### 4.11. Anexo 12 – Referências Bibliográficas

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 12 – Referencias Bibliograficas.docx

#### 4.12. Anexo 13 – Modelos sintéticos para estimar matrizes

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 13 – Modelos sintéticos para estimar matrizes.docx

#### 4.13. Anexo 14 – Planilha para o cálculo do tamanho da amostra

Caminho para o arquivo:

K:\PDTU2013\2 - Relatorios Tecnicos\Relatorio 2 - Zoneamento e Plano Amostral\Anexos\Anexo 14 – Planilha para o cálculo do tamanho da amostra.xlsx