



**MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS COM APLICAÇÃO DOS
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E
SENSOREAMENTO REMOTO**

PASTOR WILLY GONZALES TACO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES URBANOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS COM APLICAÇÃO
DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
E SENSOREAMENTO REMOTO**

PASTOR WILLY GONZALES TACO

**ORIENTADORA: DR^a. YAEKO YAMASHITA
CO-ORIENTADOR: DR. NEWTON MOREIRA DE SOUZA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES
URBANOS**

PUBLICAÇÃO: TU. DM- 02 A/97

BRASÍLIA/DF: 11 ABRIL DE 1997

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS COM APLICAÇÃO
DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
E SENSOREAMENTO REMOTO

PASTOR WILLY GONZALES TACO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:

YAEKO YAMASHITA, PhD, UnB
(ORIENTADORA)

NEWTON MOREIRA DE SOUZA, DSc, UnB
(CO-ORIENTADOR)

JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, Dr. Eng, UnB
(EXAMINADOR INTERNO)

CARLOS DAVID NASSI, Dr. Ing., COPPE/UFRJ
(EXAMINADOR EXTERNO)

DATA: BRASÍLIA / DF, 11 de abril de 1997

FICHA CATALOGRÁFICA

GONZALES TACO, PASTOR WILLY

Modelo de Geração de Viagens com Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoreamento Remoto.

1997. xxiv, 155p, 210x297 mm. (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes Urbanos, 1997)

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil.

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Sistemas de Informação Geográfica | 3. Foto-interpretação |
| 2. Sensoreamento Remoto | 4. Setores Agregados Homogêneos |
| I. ENC/FT/UnB | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GONZALES TACO, PASTOR W. 1997. Modelo de Geração de Viagens com Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoreamento Remoto.

Dissertação de Mestrado, publicação TU. DM-02 A./97, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, DF, 155p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Pastor W. Gonzales Taco.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Modelo de Geração de Viagens com Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoreamento Remoto.

GRAU: Mestre

ANO: 1997

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Pastor W. Gonzales Taco
Calle Paraguay N° 220, J. D' Hunter.
Tif.: 0051 - 54 - 441375
Arequipa - Perú

DEDICATÓRIA

A Deus por ter-me dado uma nova vida

*A mis padres Benito y Natividad, por ser el principio de mi vivir...a mis hermanos, Rosa,
Wilberth, Madeleine e Glenda por ser mi respaldo...y a la memoria de mi hermano
Edgard por haberme motivado a sonhar sueños de grandeza...*

AGRADECIMENTOS

Aos Professores do Mestrado em Transportes Urbanos por ter me dado a possibilidade de estar aqui, e pelo ensino brindado durante todo este tempo. Tenham certeza que não os defraudarei.

A minha orientadora Prof. Dra. Yaeko Yamashita, por haver confiado em mim e ter me oferecido a oportunidade de crescer nos meus conhecimentos e sobretudo pela motivação em sempre seguir adiante.

Ao Prof. Dr. Newton Moreira de Souza, pela co-orientação oferecida, que nos demonstra uma vez mais quanto é proveitoso para desenvolver o trabalho multidisciplinar.

A meu grande amigo André, por ter sido neste árduo caminho da tese o conselheiro inseparável, o amigo verdadeiro...

Ao povo brasileiro, que com suas rendas fazem possível, que instituições como a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES, financiem a realização desta pesquisa.

Aos meus ex-professores da “Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa”: Eng. Juan Barahona M., e Calixtro Yanqui M.

Ao Sérgio e Luis Sérgio, por serem os iniciadores na tarefa de dominar o MGE e por compartilhar sem restrição seus conhecimentos... e ao Túlio pelos ensinamentos no TransCAD.

Aos amigos da turma: Yvonne, Kader, William, Luis Patury, e aqueles que estiveram conosco num início, Garcia, Lúcia, entre outros. Aqueles que encontramos ao chegar: Maria Tereza, Victor, Chico, Heloísa, Marcelo, Ricardo, Maria Marta, Wenceslão, Misael, Giovana, e outros

A Ellen, Roberta, Márcio (*oi amigo*), Ivan, Dalve, pela amizade compartilhada.

Aos professores e alunos de Geotecnia, Estruturas e Recursos Hídricos, por terem sido bons vizinhos neste prédio do SG-12. Aos funcionários Adélias e Leonardo, e todos quantos trabalham aqui.

Aos amigos que fez no CO-Centro Olímpico, colegas do Brasil, da África, Centroamérica, Ásia e Europa por terem compartilhado sua cultura de forma ampla e desinteressada.

Aos ex-colegas e amigos, cuja amizade iniciou no 121:Thelma, Fernando e Magda, Julio, Rennso, Inerves...

Aos valerosos médicos do 209: Eurico, Antônio e Lúcia

Aos meus compatriotas: Aldo, Carlos Lauro, Carlos Carrión, Cira, Fredy, Julio, Le, Rodnny, entre tantos.

Aos pastores Mateus e Hudson, e membros da Terceira Igreja Batista do Plano Piloto.

Aos colegas da turma nova, em vocês está a responsabilidade de fazer crescer ainda mais o Mestrado.

Ao Professor Márcio Muniz e ao pequeno Jonas.

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa é desenvolver uma metodologia para a geração de viagens fazendo uso dos Sistemas de Informação Geográfica e do Sensoriamento Remoto. Assim, de acordo com os novos avanços nestas áreas, é possível através da análise dos dados contidos nas fotografias aéreas, uma setorização da estrutura urbana, a qual possibilite identificar sistematicamente setores com características iguais. Essas características permitem definir padrões geométricos e fotográficos na estrutura urbana, que agrupados se constituirão em Setores Agregados Homogêneos (SAH).

Assim, baseados nos fundamentos dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e do Sensoriamento Remoto (SR) focalizando o tratamento das fotografias aéreas, desenvolve-se uma metodologia para a análise e classificação dos dados contidos na imagem, que estarão constituídos por Classes Foto-Interpretadas (CFI), que agrupadas conformarão Setores Agregados Homogêneos (SAH). No caso da área de estudo da cidade de Sobradinho foram identificadas 16 CFIs e 15 SAH. Posteriormente em função do relacionamento destas classes com os dados Censitários do IBGE, procedeu-se a formulação do modelo de geração de viagens. Este modelo permite obter fatores das viagens geradas para cada classe, os quais para o caso específico de Sobradinho, mostraram um comportamento muito relacionado com o tipo de padrão de uso do solo. Por exemplo, foi obtido para os setores residenciais do tipo Prédio de vários andares o maior valor, entretanto padrões de ocupação misto (residenciais e oficinas, ou residências e comercial), apresentaram valores dos fatores inferiores aos das classes foto-interpretadas do tipo residencial. Constatou-se, também, que a antigüidade de uma classe influencia na variação dos valores dos fatores.

ABSTRACT

The main objective of the present research is to develop a methodology for the generation of trips using Geographic Information Systems and Remote Sensing. In accordance with the new developments in this technology, it is now possible to sectorise an urban structure, through the analysis of the data obtained from aerial photographs. Furthermore, this sectorization allows the systematic identification of sectors with similar characteristics. These characteristics allow the definition of the geometric and photographic patterns in the urban structure, which can be grouped up to form “Homogeneous Aggregated Sectors” (SAH).

Based on the fundamentals from Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS), using the treatment of aerial photographs, a methodology was developed for the analysis and classification of the data from these images that results in “Photo-Interpreted Classes” (CFI), which are grouped up to form “Homogeneous Aggregated Sectors” (SAH). With respect to the case study of the city of Sobradinho, 16 CFIs and 15 SAHs were identified. Furthermore, based on the relationship of these classes with the census data obtained from IBGE, the formulation of a model for the generation of trips was developed. This model of trip generation factors for each class, in Sobradinho City was obtained. This results shows the relation between land use pattern and trip generation. In this study, the highest value was obtained in residential sectors with buildings with many floors while, mixed occupation patterns, such as residences and workshops or residences and commercial area, presented low values comparing with residential patterns. It was also verified that the factor values of a class are influenced by the age of the area.

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación consiste en desarrollar una metodología para la generación de viajes, utilizando Sistemas de Informaciones Geográficas y Sensoriamento Remoto. Así, de acuerdo con los nuevos avances en estas áreas, es posible, mediante el análisis de los datos contenidos en las fotografías aéreas, desarrollar una sectorización de la estructura urbana, lo que nos posibilitará identificar sistemáticamente sectores con iguales características. Estas características permitirán definir patrones geométricos y fotográficos en la estructura urbana, los cuales agrupados conformarán Sectores Agregados Homóneos (SAH).

De este modo, basados en los fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de Sensoriamento Remoto (SR) centralizando el tratamiento de las fotografías aéreas, fue desarrollada una metodología para analizar y clasificar los datos contenidos en la imagen, los cuales estarán conformados por Clases Foto-interpretadas (CFI), y que juntas formarán Sectores Agregados Homóneos (SAH). Para el presente estudio de caso en la ciudad de Sobradinho fueron identificados 16 CFIs y 15 SAH. Posteriormente en función de la relación de estas variables con los datos de los censos del IBGE, se procedió a la formulación del modelo de generación de viajes. Este modelo permite obtener factores de los viajes generados para cada una de las clases; los cuales, para el caso específico de Sobradinho, muestran un comportamiento muy relacionado con el tipo de padrón de uso del suelo. Por ejemplo se obtuvo, para los factores residenciales del tipo de padrón Conjunto Habitacional de varios pisos, el mayor valor; mientras que patrones de ocupación mixto (residencias y talleres, o residencias y comercio), presentaron valores de los factores inferiores a los de las clases foto-interpretadas del tipo residencial. Se comprobó también, que la antigüedad de una clase influye en la variación de los valores de los factores.

RESUMÉ

L'objectif de la présente recherche est le développement d'une méthodologie pour la génération de déplacements (voyages), en utilisant les "Systèmes d'Information Géographique" et de "Télédétection". Aussi en accord avec ces nouveaux progrès dans ce domaine, est possible à l'aide de l'analyse des données contenues dans les photographies aériennes, une sectorization de la structure urbaine, laquelle permet d'identifier systématiquement les secteurs d'égales caractéristiques. Ces caractéristiques permettent de définir des standards géométriques et photographiques dans la structure urbaine, qui une fois regroupées se constitueront en Secteurs Agrégés Homogènes (SAH).

Aussi, basé sur les fondements des Systèmes d'Information Géographique (SIG) et de "Télédétection" (T) en focalisant le traitement des photographies aériennes, il a été développé une méthodologie pour l'analyse et la classification des données contenues dans l'image, qui seront constituées par les Classes Photo-Interprétées (CFI), qui une fois regroupées conformeront les Secteurs Agrégés Homogènes. En ce qui concerne l'aire de l'étude de Sobradinho ont été identifiés 16 CFI et 15 SAH. Postérieurement en fonction de la relation de ces classes avec celles des données du recensement de l'IBGE, il a été procédé à la formulation du modèle de génération de déplacements. Ce modèle permet d'obtenir des facteurs de déplacements générés par chaque classe, desquels ceux du cas spécifique de Sobradinho, ont montré un comportement très lié à celui du type du modèle de l'utilisation du sol. Par exemple, il a été obtenu pour les secteurs résidentiels du type immeuble à plusieurs étages la plus grande valeur, par contre les modèles d'occupation mixte (résidentiels et ateliers, résidentiels et commerces), ont présenté des valeurs des facteurs inférieures à ceux des classes photo-interprétées du type résidentiel. Il a été constaté, aussi, que l'ancienneté d'une classe a une influence sur la variation des valeurs des facteurs.

SUMÁRIO

Capítulo	Página
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - APRESENTAÇÃO	1
1.2 - OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO	2
1.3 - HIPÓTESE	2
1.4 - JUSTIFICATIVA.....	2
1.5 - METODOLOGIA	3
1.6 - ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO.....	4
2 - GERAÇÃO DE VIAGENS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 - INTRODUÇÃO	7
2.2 - ANÁLISE DAS ZONAS DE TRÁFEGO (AZT).....	8
2.3 - DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE TRÁFEGO (ZT)	8
2.4 - CRITÉRIOS PARA A DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE TRÁFEGO.....	9
2.5 - GERAÇÃO DE VIAGENS.....	11
2.5.1 Fatores Básicos que Influem na Geração de Viagens	11
2.5.1.1 - Padrões de Uso do Solo	12
2.5.1.2 - Tipo de Residências	12
2.5.1.3 - Características Sócio-econômicos	13
2.6 - MODELOS BÁSICOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS	13
2.6.1 - Modelos de Previsão	14
2.6.1.1 - Análise de Regressão Linear Múltipla.....	14
2.6.2 - Métodos de Fator de Crescimento.....	15
2.6.3 - Relação Tráfego/Uso do Solo.....	16
2.6.4 - Análise por Categorias	16

2.7 - OUTRAS TENDÊNCIAS	17
2.7.1 - Modelos Desagregados e Segmentados	18
2.7.2 - Modelo Alternativo de Geração de Viagens Urbanas	18
2.8 - TÓPICOS CONCLUSIVOS	19
3 - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	20
3.1 - INTRODUÇÃO	20
3.2 - ANÁLISE EVOLUTIVA E CRÍTICA DOS CONCEITOS DE SIG	21
3.2.1 - Fase 1: Manipulação e Visualização de Banco de Dados	22
3.2.2 - Fase 2: Operações Analíticas de dados Não-Gráficos e Estrutura Organizacional	22
3.2.3 - Fase 3: Análise Espacial	23
3.3 - FUNÇÕES DE UM SIG	24
3.4 - CARACTERÍSTICAS DO SIG	26
3.5 - ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS EM SIG	27
3.5.1 - Entrada e Integração de Dados	27
3.6 - OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E OS TRANSPORTES (SIG-T)	28
3.6.1 - Análise Descritiva das Aplicações do SIG-T	29
3.6.1.1 - Operação	29
3.6.1.2 - Planejamento	29
3.6.1.3 - Gestão	31
3.6.1.4 - Revisão e Crítica	31
3.7 - TÓPICOS CONCLUSIVOS	32
4 - SENSOREAMENTO REMOTO	35
4.1 - INTRODUÇÃO	35
4.2 - SENSOREAMENTO REMOTO	36
4.3 - ANÁLISE DE DADOS	36

4.3.1 - Correção Geométrica.....	37
4.3.2 - Tipos de Correção	38
4.3.3 - Foto-Interpretação	38
4.4 - SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO	38
4.5 - CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO USGS.....	40
4.5.1 - Critérios de Classificação	41
4.5.2 - Áreas Mínimas e Resolução da Imagem.....	41
4.5.3 - Classificação Ampliada	42
4.6 - MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DO SOLO	43
4.7 - CLASSIFICAÇÃO MULTIESPECTRAL.....	44
4.7.1 - Classificação Supervisionada.....	44
4.7.2 - Classificação Não - Supervisionada.....	45
4.8 - SENSORIAMENTO REMOTO E OS SIG	45
4.9 - TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	47
5 - METODOLOGIA PARA GERAÇÃO DE VIAGENS POR SETORES AGREGADOS HOMOGÊNEOS COM O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO (SR) E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	48
5.1 - INTRODUÇÃO	48
5.2 - DEFINIÇÃO DAS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS HOMOGÊNEAS (CFI).....	49
5.2.1 - Classes Foto-interpretadas	49
5.3 - MODELO PARA GERAÇÃO DE VIAGENS PARA CLASSES FOTO- INTERPRETADAS HOMOGÊNEAS (CFI).....	52
5.3.1 - Processo de Modelagem da Geração de Viagens.....	52
5.3.2 - Análise Descritiva das Variáveis.....	54
5.3.2.1 - Setores Censitários (SC)	55
5.3.2.2 - Zonas de Tráfego (ZT)	55
5.3.2.3 - Classes Foto-interpretadas (CFI).....	56
5.3.3 - Formulação do Modelo Matemático	57
5.3.3.1 - Viagens por setor censitário.....	57
5.3.3.2 - Viagens por zona de tráfego.....	60

5.4 - TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	60
6 - DEFINIÇÃO DAS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS ÁREA URBANA DE SOBRADINHO DF. - ESTUDO DE CASO	62
6.1 - INTRODUÇÃO	62
6.2 - CONTEXTO LOCAL	62
6.2.1 - Características da Cidade de Sobradinho DF.....	62
6.2.1.2 - Uso do Solo Urbano	63
6.3 - ANÁLISE DOS DADOS DE TRANSPORTE E SÓCIO-ECONÔMICOS	66
6.3.1 - Dados da Pesquisa Domiciliar - Transporte.....	66
6.3.2 - Dados do Censo da Fundação IBGE.....	68
6.4 - DEFINIÇÃO DE SETORES AGREGADOS HOMOGÊNEOS (SAH) NA ÁREA URBANA DE SOBRADINHO	69
6.4.1 - Georeferenciamento das Fotografias Aéreas	70
6.4.2 - Determinação das Classes Foto -interpretadas na Área Urbana de Sobradinho	75
6.4.2.1 - Características das Classes Foto-interpretadas nas Zonas de Tráfego	77
6.5 - TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	84
7 - GERAÇÃO DE VIAGENS PARA AS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS NA ÁREA URBANA DE SOBRADINHO DF. - ESTUDO DE CASO.....	88
7.1 - INTRODUÇÃO	88
7.2 - AGREGAÇÃO DOS DADOS CENSITÁRIOS PARA AS ZONAS DE TRÁFEGO	88
7.2.1 Fundamentos da Conversão de Dados	89
7.3 - DETERMINAÇÃO DAS VIAGENS POR SETOR CENSITÁRIO	95
7.4 - CÁLCULO DO FATOR DAS VIAGENS GERADAS POR CLASSE FOTO-INTERPRETADA	100
7.4.1 - Primeira Simulação	100
7.4.2 - Segunda Simulação	104

7.4.3 - Análise dos Resultados Estatísticos	107
8 - ANÁLISE DOS RESULTADOS	108
8.1 - INTRODUÇÃO	108
8.2 - ANÁLISE ESPACIAL DAS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS POR ZONAS DE TRÁFEGO E SETORES CENSITÁRIOS.....	108
8.2.1 - Zonas de Tráfego: 237, 238, 241, 242, 244 e 243.....	109
8.2.2 - Zonas de Tráfego: 240 e 246	113
8.2.3 - Zonas de Tráfego: 236, 247 e 249	113
8.3 - DEFINIÇÃO DOS SETORES AGREGADOS HOMOGÊNEOS (SAH)	113
8.3.1 - Tipo 1: Classes Centralizadas e Espacialmente Espalhadas	114
8.3.2 - Tipo 2: Classes com Independência Total/Classes Isoladas	114
8.3.3 - Tipo 3: Classes com Independência Vinculada	115
8.3.4 - Tipo 4: Classes Relacionadas Individualmente	118
8.3.5 - Tipo 5: Classes Relacionadas Agrupadamente.....	118
8.4 - ANÁLISE DOS FATORES DAS VIAGENS GERADAS POR CLASSES FOTO-INTERPRETADAS.....	121
8.4.1 - Análise Qualitativa.....	122
8.4.1.1 - Classificação dos Fatores Segundo o Tipo de Padrão de Ocupação do Uso do Solo.....	122
8.4.2 - Análise Quantitativa	124
8.4.2.1 - Análise Quantitativa dos Fatores de Geração de Viagens do Grupo I: Residenciais	127
8.4.2.2 - Análise Quantitativa dos Fatores de Padrão de Uso do Solo do Grupo II (Misto e Comercial)	131
8.4.2.3 - Análise Quantitativa dos Fatores de Geração de Viagens do Grupo III.....	132
9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	133

9.1 - INTRODUÇÃO	133
9.2 - VALIDADE CONCEITUAL DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA	134
9.3 - VALIDADE DOS RESULTADOS OBTIDOS	136
9.4 - RECOMENDAÇÕES	138
BIBLIOGRAFIA	140
ANEXOS	145
ANEXO A	146
ANEXO B	151

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 4.1: Sistema de classificação dos dados de Sensoriamento Remoto de uso e cobertura do solo.....	40
Tabela 4.2: Altitude apropriada de vôo e escala da imagem para interpretação manual de uso do solo e cobertura do solo.....	42
Tabela 4.3: Exemplos de subdivisões em um Nível III classificação de uso do solo e cobertura do solo.....	42
Tabela 4.4: Faixas de escala da fotografia aérea e uso do solo no meio ambiente	44
Tabela 5.1: Níveis de agregação da área urbana para determinação das classes foto-interpretadas $f_k \rightarrow f_n$	51
Tabela 6.1: Número de viagens para principais destinos e sua percentagem	68
Tabela 6.2: Categorias para o projeto <i>demanda.mge</i>	71
Tabela 6.3 : Feições das zonas de tráfego para o projeto <i>demanda.mge</i>	71
Tabela 6.4 : Feições dos setores censitários para o projeto <i>demanda.mge</i>	72
Tabela 6.5: Feições das classes foto-interpretadas para o projeto <i>demanda.mge</i>	72
Tabela 6.6: Atributos dos mapas das zonas de tráfego	73
Tabela 6.7: Atributos dos mapas dos setores censitários.....	73
Tabela 6.8 : Atributos dos mapas das classes foto-interpretadas.....	73
Tabela 6.9: Características das fotografias aéreas.....	75
Tabela 6.10: Padronização das classes foto-interpretadas	79
Tabela 6.11: Classes agregadas por nível na área urbana de Sobradinho	85
Tabela 7.1: Tabela de simples equivalência dos setores censitários para zonas de tráfego.	91
Tabela 7.2: Agregação dos dados censitários para zonas de tráfego	93
Tabela 7.3: Resultados para o modelo LOG(VIAGA).....	95
Tabela 7.4: Resultados da regressão para LOG(VIAGA).....	95
Tabela 7.5: Estimativa de coeficientes para intervalos de confiança de 95%.....	96
Tabela 7.6: Análises da Variância para regressão: LOG(VIAGA)	96
Tabela 7.7: Sumário dos Resíduos.....	96

Tabela 7.8: Resultados para o modelo LOG(VIAGB).....	96
Tabela 7.9: Resultados da regressão para LOG(VIAGB).....	96
Tabela 7.10: Estimativa de coeficientes para intervalos de confiança de 95%.....	97
Tabela 7.11: Análises da Variância para regressão: LOG(VIAGB).....	97
Tabela 7.12: Sumário dos resíduos.....	97
Tabela 7.13: Agregação dos dados Censitários em Zonas de Tráfego: viagens por transporte coletivo - origem (renda \geq 5 SM).....	98
Tabela 7.14: Agregação dos dados censitários em Zonas de Tráfego: viagens por transporte coletivo - origem (renda $<$ 5 SM).....	99
Tabela 7.15: Matriz de correlação das áreas das classes foto-interpretadas e das viagens geradas, por setor censitário.....	101
Tabela 7.16: Resultados ajustados para o modelo: V^{sc}	103
Tabela 7.17: Resultados da regressão para V^{sc}	103
Tabela 7.18: Resultados ajustados para o modelo LOG(V^{sc}).....	105
Tabela 7.19: Resultados da regressão para LOG(V^{sc}).....	106
Tabela 8.1: Relação das classes foto-interpretadas (CFI) contidas nas zonas de tráfego (ZT).....	111
Tabela 8.2: Relação das classes foto-interpretadas (CFI) contidos nos setores censitários (SC).....	111
Tabela 8.3: Fatores foto-interpretados em ordem decrescente.....	121
Tabela 8.4: Fatores foto-interpretados de acordo com o padrão do uso do solo.....	124
Tabela 8.5: Fatores foto-interpretados da classe residencial.....	125
Tabela 8.6: Número de casas/m ² por classes.....	126
Tabela 8.7: Rendimento familiar em salários mínimos por classes.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1.1: Esquema metodológico geral	6
Figura 3.1: Elementos de um Sistema de Informação. Fonte: Dantas, et al. (1996).....	21
Figura 3.2: Elementos de um Sistema de Informação Geográfica. Fonte: Dantas, et al. (1996).....	24
Figura 3.3: A capacidade dos SIG de sobreposição de planos de informação (modificado - Young et al., 1991).....	25
Figura 5.1: Criação dos <i>layers</i> no SIG.....	54
Figura 5.2: Formulação das variáveis representativas	58
Figura 6.1: Localização da área urbana de Sobradinho	64
Figura 6.2: Uso do solo urbano em Sobradinho	65
Figura 6.3: Zonas de Tráfego definidas pela CODEPLAN para Sobradinho (1990).....	67
Figura 6.4: Tabelas associadas as feições do projeto <i>demanda.mge</i>	72
Figura 6.5: Mapa digitalizado da área urbana de Sobradinho (modificado). Fonte: CODEPLAN (1992)	74
Figura 6.6: Correção geométrica da fotografia aérea.....	76
Figura 6.7: Zonas de Tráfego e Setores Censitários vectorizados	78
Figura 6.8: Setores Censitários (SC) e classes foto-interpretadas (CFI).....	86
Figura 6.9: Zonas de Tráfego (ZT) e classes foto-interpretadas (CFI).....	87
Figura 7.1: Transformação dos dados dos setores censitários para zonas de tráfego	92
Figura 8.1: Análise Espacial das zonas de tráfego (ZT), setores censitários e classes foto-interpretadas (CFI)	110
Figura 8.2: Diagrama descritivo de inter-relação das classes foto-interpretadas.....	115
Figura 8.3: Classes foto-interpretadas centralizadas e espalhadas espacialmente	116
Figura 8.4: Classes relacionadas agrupadamente e com independência total	117
Figura 8.5: Classes relacionadas individualmente e com independência vinculada.....	119
Figura 8.6: Setores Agregados Homogêneos (SAH) na área urbana de Sobradinho.....	120
Figura 8.7: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_6 e f_{15}	128

Figura 8.8: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_{12} , f_1 , f_3 e f_{11} 129

Figura 8.9: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_7 , f_4 e f_{14} 130

Figura 8.10: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_{13} e f_5 131

LISTA DE ABREVIATURAS

AZT - Análise de Zonas de Tráfego
CADs - *Computer Aided Design*
CCFI - Centróide das Classes Foto-interpretadas
CFI - Classes Foto-interpretadas
CL - Comercio Local
CODEPLAN - Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central
CSC - Centróide do Setor Censitário
CZT - Centróide da Zona de Tráfego
DF - Distrito Federal
et al. - e outros
GIS - *Geographic Information System*
IRAS C - *Image Rastering*
IA - Inteligência Artificial
IDHAB/DF - Instituto de Desenvolvimento Habitacional do DF.
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LOG - Logaritmo
MGE - *Mapping/Modular GIS Environment*
MGAD - *Management Administrator*
O/D - Origem - Destino
PCB - Pontos de Controle de Base
RIS - *Relational Interface System*
RMN - Renda Media Nominal dos Chefes de Família
SAH - Setor Agregado Homogêneo
SC - Setor Censitário
SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG - Sistemas de Informação Geográfica
SIG-T - Sistemas de Informação Geográfica nos Transportes
SIGTRANS - Sistemas de Informações Geográficas em Transportes
SR - Sensoriamento Remoto

SSR - Sistemas de Sensoriamento Remoto

TCU - Transporte Coletivo Urbano

USGS - *United State Geological Service*

UTM - Universal Transversal Mercator

ZT - Zonas de Tráfego

LISTA DE SÍMBOLOS

Y^a = variável dependente expressa em número de viagens da zona de tráfego **a**, onde **a** varia de 1 a **n**.

α = constante que explica o valor de Y^a que não foi explicada pelas variáveis independentes.

X_b^a = variável independente relacionada com o uso do solo e/ou características socio-econômicas da zona de tráfego **a**. Onde **a** varia de 1 a **n**, e **b** varia de 1 a **m**.

β_b^a = coeficiente das variáveis independentes X_b^a , da zona de tráfego **a**, com **b** variando de 1 a **m**

b = número de variáveis

T_f = Tráfego gerado futuro

T_a = Tráfego gerado atual

F_c = Fator de crescimento populacional

sc_id = identificador do setor censitário

sc_area = área do setor censitário (m^2)

sc_metros = perímetro do setor censitário (m)

SC_i = setor censitário i . Sendo $\forall i \in \{1 \dots m\}$

$SC_i^{ZT_a}$ = setor censitário i na zona de tráfego a . Sendo $\forall a \in \{1 \dots p\}$

d_{SC_i} = domicílios no setor censitário i . Sendo $\forall i \in \{1 \dots m\}$

p_{SC_i} = população no setor censitário i . $\forall i \in \{1 \dots m\}$

r_{SC_i} = renda média nominal no setor censitário i

V^{SC_i} = viagens geradas no setor censitário i

V^{SC} = total viagens geradas nos setores censitários

z_id = identificador da zona de tráfego

z_area = área da zona de tráfego (m^2)

z_metros = perímetro da zona de tráfego (m)

ZT_a = zona de tráfego a . Sendo $a = 1$ a p

dt^{ZT_a} = total de domicílios na zona de tráfego a

pt^{ZT_a} = total de população na zona de tráfego a

r^{ZT_a} = renda média nominal na zona de tráfego a

V^{ZT_a} = viagens geradas na zona de tráfego a

V^{ZT} = total viagens geradas nas zonas de tráfego

Σ = Somatória

cfi_id = identificador da classe foto-interpretada

cfi_area = área da classe foto-interpretada (m^2)

f_k = fator da classe foto-interpretada k . Onde $\forall k \in \{ 1 \dots n \}$

$A_{f_k}^{SC_i}$ = área total da classe foto-interpretada k no setor censitário i

A_{f_k} = área total da classe foto-interpretada k

f_k^V = fator das viagens geradas pela classe foto-interpretada k expressa em viagens/ m^2

w = constante de regressão, para equação dos setores censitários

U = componente aleatória (erro), que expressa as variações das medidas, e as influências das variáveis que foram omitidas no modelo.

u = constante de regressão, para equação das zonas de tráfego

m^2 = metro quadrado

\forall = qualquer

\in = pertence

$e = 2,7182$

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO

Especificamente nas áreas urbanas, o transporte tem por função principal proporcionar a integração física e social das atividades que nela se desenvolvem, enquanto a demanda por transportes, decorre ou deriva desse conjunto de atividades que se transformam em necessidades que só poderão ser atendidas através da concretização das viagens.

Essa demanda pelo serviço é geralmente obtida através de estudos que envolvem modelos baseados em distintas teorias do comportamento dos usuários e nos sistemas de transporte, abrangendo na maioria das vezes uma coleta de um grande volume de informações. Isso faz com que a previsão da demanda de viagens passe a ser, na maioria dos casos, complexa e não acompanhando a dinâmica das diversas atividades que compõem a estrutura urbana.

Na tentativa de garantir a coleta de dados sobre o padrão de viagens e uso do solo de uma maneira eficiente e econômica, divide-se a área de estudo em zonas de tráfego, visando-se o agrupamento dos dados de modo a torná-los manuseáveis e semelhantes. A divisão da área de estudo em Zonas de Tráfego, é um método tradicional que facilita a análise do comportamento da demanda que variam no espaço e no tempo em função dos mais diversos parâmetros e que influenciam na geração ou atração de viagens. Assim apresentam-se estudos e proposições no âmbito dos transportes, fundamentando-se nos resultados dessas pesquisas, nas extrapolações e hipóteses de crescimento baseadas nesses dados.

Porém o intenso processo de urbanização, característica dos países do terceiro mundo, envolvendo os diversos setores que interferem no desenvolvimento das cidades e nas funções urbanas, seja no âmbito social, econômico, político ou físico-espacial, é fator que motiva a reformulação e a constante revisão da estimativa de demanda de viagens, quer seja para planejamento dos transportes, quer para uma readequação da oferta/demanda, ou estudos de avaliação de projetos.

1.2 - OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO

O objetivo principal da presente dissertação é "Desenvolver uma Metodologia para Análise da Geração de Viagens com aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR)". Como objetivos específicos temos:

1. Definir as Zonas de Tráfego através de Setores Agregados Homogêneos (SAH), com a aplicação do inter-relacionamento do SIG e o SR.
2. Estabelecer e desenvolver um modelo de Geração de Viagens a partir do uso do SIG e do SR.

1.3 - HIPÓTESE

O uso dos Sistemas de Informação Geográfica e do Sensoriamento Remoto permite obter informações de interesse para estudos de transporte, a partir de fotografias aéreas, em especial do número de viagens geradas em uma área de estudo.

1.4 - JUSTIFICATIVA

O processo de planejamento de transporte exige a obtenção de um grande número de informações não só relativas ao próprio sistema, como também dos dados sócio-econômicos da população, os quais na grande maioria das vezes, tentam explicar os deslocamentos realizados. O profundo relacionamento que existe entre os sistemas de transporte e as demais atividades da sociedade, faz com que seja necessária a obtenção de informações dos demais aspectos condicionantes das viagens.

Através dessas informações é possível analisar os sistemas de transporte, constatando como interagem entre si, e assim formular os comportamentos futuros. Conseqüentemente a compreensão da demanda de viagens contribuirá para o desenvolvimento de estudos de

alternativas tecnológicas de transportes, na elaboração de planos diretores e na formulação de políticas de transportes urbanos entre outras atividades.

A quantidade de variáveis, segundo Hutchinson (1979), que podem influenciar nas características de viagens de uma determinada área é considerável, podendo ser citados: o nível de motorização, a renda, o tamanho da família, a disponibilidade de transporte público, a densidade populacional, o número de empregos, etc. Com isso, as metodologias freqüentemente empregadas para se estimar a demanda de viagens necessitam de extensas coletas de dados referentes a viagens individuais, domiciliares e dos centros de emprego. Essas são coletadas mediante pesquisas Origem-Destino, pesquisas volumétricas de tráfego, pesquisas domiciliares, entre outras. Na maioria das vezes este processo de coleta consome tempo e exige o uso de expressivos recursos humanos e financeiros, conseqüentemente o processo torna-se muitas vezes inviável para a maioria das cidades, principalmente as de pequeno e médio porte.

Assim, dentro desse cenário dinâmico de alteração das variáveis que influenciam a geração de viagens o uso de uma metodologia não estática baseada no uso dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto, vem permitir intervenções rápidas e eficazes dos planejadores das políticas urbanas, dos órgãos gestores para o dimensionamento dos sistemas de transportes como um todo, e na alocação de investimentos.

1.5 - METODOLOGIA

A fim de atingir os objetivos propostos na presente dissertação adotou-se a seguinte metodologia:

- Revisão bibliográfica referente aos aspectos teóricos da geração de viagens, definição de zonas de tráfego, sistemas de informações geográficas e sensoriamento remoto, será realizada para uma melhor compreensão do fenômeno de viagens geradas e dos potenciais tecnológicos do SIG e SR a ser utilizados no presente trabalho.

- Definição de Setores Agregados Homogêneos, como unidade de análise, será realizada com o auxílio do Sensoriamento Remoto, baseados nos critérios de classificação e agrupamento obtidos da análise de foto-interpretação da área em estudo.
- Definição do Modelo de Geração de Viagens será realizada em função da determinação dos setores agregados homogêneos que são compostos de classes foto-interpretadas semelhantes.
- Definição do Modelo de Geração de Viagens será realizada através de um relacionamento entre os dados sócio-econômicos da população e da área das classes foto-interpretadas. Essa modelagem tem como objetivo a obtenção de um fator de geração de viagens para cada uma das classes foto-interpretadas obtidas da etapa metodológica anterior.
- Estudo de caso será realizado para verificar a aplicabilidade do modelo desenvolvido, sendo o mesmo realizado para a cidade de Sobradinho no Distrito Federal.
- Análise e Interpretação dos resultados se dará através do estudo de caso, onde será realizada a análise quantitativa e qualitativa dos fatores de geração de viagens da cidade de Sobradinho.

Para melhor entendimento da metodologia adotada poderá ser observada na Figura 1.1

1.6 - ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

De acordo com a explicação da problemática, dos objetivos definidos e da metodologia proposta, a presente dissertação foi dividida em nove capítulos, cuja descrição sucinta se segue:

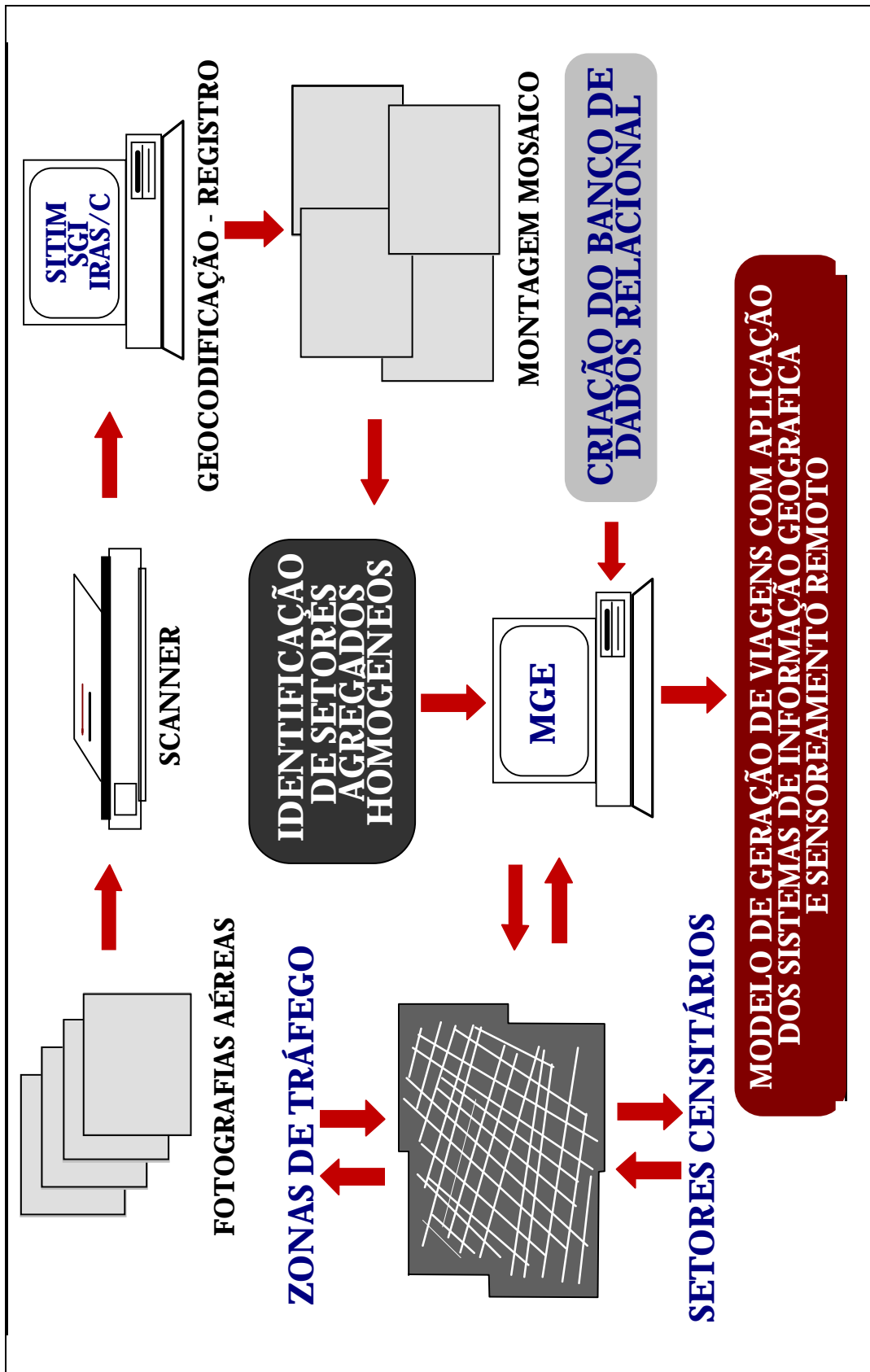


Figura 1.1: Esquema metodológico geral

O Capítulo 1 apresenta a delimitação do presente estudo, seguindo o Capítulo 2, que proporciona a base teórica desta dissertação referente aos modelos tradicionais de Geração de Viagens. Assim, como a Geração de Viagens pode ser definida como a determinação do número total de viagens associada a uma zona de tráfego, é de suma importância revisar primeiramente os aspectos relativos as Zonas de Tráfego (ZT) tais como: análise e critérios de definição das ZT, para posteriormente, analisar os modelos básicos de geração de viagens. São ainda consideradas as outras tendências além destes modelos básicos, para então finalizar com alguns tópicos conclusivos deste capítulo.

No Capítulo 3, apresenta-se um instrumento de decisão e análise dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e do SIG-T. Uma análise específica a cerca do SIG nos transportes (SIG-T), é apresentada, buscando um melhor entendimento para aplicá-lo nos próximos capítulos.

No Capítulo 4 são apresentados os fundamentos básicos do Sensoriamento Remoto (SR) e do tratamento das fotografias aéreas, assim como sua ligação com os Sistemas de Informação Geográfica, correspondentes as experiências de utilização na área de transportes.

Uma metodologia para a definição de setores agregados homogêneos (SAH), resultado da foto-interpretação, é apresentada no Capítulo 5. Em função destes setores, que englobam as classes foto-interpretadas, é proposta uma metodologia para a modelagem da geração de viagens.

Os critérios metodológicos do Capítulo anterior, permitiram fazer o estudo de caso da cidade de Sobradinho DF., apresentados nos Capítulos 6 e 7. No primeiro, a partir da definição das Classes Foto-interpretadas são determinados os Setores Agregados Homogêneos. Já no seguinte, os valores dos fatores de cada uma das Classes Foto-interpretadas são calculados. Os resultados destes capítulos serão analisados no Capítulo 8. Uma avaliação final da presente dissertação, assim como das recomendações para posteriores pesquisas são apresentados no Capítulo 9.

2 - GERAÇÃO DE VIAGENS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - INTRODUÇÃO

Os modelos de transporte tentam explicar como se produz a demanda, geralmente através de expressões matemáticas em que se baseiam as previsões de viagens futuras. Com o ajuste de modelos de geração de viagens, procura-se elaborar um conjunto de ferramentas que possibilitem dar resposta ou gerar informações sobre os deslocamentos realizados numa área de estudo.

Antes do desenvolvimento de alternativas que atendam a uma maior demanda futura de viagens, é necessário a quantificação prévia das condições atuais, procurando obter uma completa informação da mobilidade na área de estudo. Conhecida a demanda atual poder-se-á obter a demanda futura, onde de acordo aos procedimentos tradicionais, são estimados os totais das viagens produzidas pelos deslocamentos da população numa dada área.

Dentro da modelagem de demanda por transporte, considera-se a análise da produção de viagens como uma etapa fundamental pela sua função geradora de dados do processo. A geração de viagens pode ser definida como a determinação do número total de viagens associada a uma zona de tráfego, consistindo em viagens produzidas ou atraídas pela área em estudo. O número de viagens medidas em termos de viagens por carro por unidade de tempo ou viagens de pessoas por unidade de tempo, é chamado também como tráfego gerado ou atraído. Este modelo de geração é normalmente constituído por uma ou mais equações matemáticas que procuram explicar o total de viagens geradas numa zona em função das características sócio-econômicas da população, padrões de uso do solo encontrados na área (Novaes, 1986), localização da zona de tráfego em relação às áreas centrais, e as características dos sistemas de transporte que podem incentivar ou reprimir a realização de maior ou menor número de viagens.

Assim, na presente revisão bibliográfica, será de suma importância o estudo dos critérios utilizados tradicionalmente na definição das Zonas de Tráfego apresentados nos itens 2.2

até 2.4, para no item 2.7 em diante analisar os modelos básicos de Geração de Viagens. Para finalizar são expostos algumas outras tendências dos modelos de Geração de Viagens.

2.2 - ANÁLISE DAS ZONAS DE TRÁFEGO (AZT)

Uma das principais tarefas no planejamento de transportes é a identificação do padrão de viagens, dos motivos das viagens e dos modos de transporte utilizados em termos de espaço e tempo.

O convencional “processo de planejamento de transporte urbano, envolve a seqüencial tarefa de definir uma área de estudo e estimar a demanda de viagens para cada área de estudo”, (O’Neill, 1991). A quantidade de viagens estimadas é uma função das características da área de estudo em termos do uso de solo, das atividades socio-econômicas, da densidade populacional e da estrutura residencial. No nível básico, o típico modelo de previsão de transporte é estruturado sobre as seguintes quatro etapas seqüenciais: geração de viagens, distribuição de viagens, escolha modal, e alocação; baseado na Análise das Zonas de Tráfego (AZT), tendo sido fixada esta última como prioritária em função das características sócio-econômicas da área de estudo.

Inventários de dados sócio-econômicos , uso do solo e facilidades dos sistemas de transporte são apresentados como prioritários para iniciar as 4 etapas do modelo (O’Neill, 1991; Kim et al., 1995). Estes dados espaciais podem ser agregados a fim de subsidiar uma AZT e por representar o modelo agregado e seqüencial de previsão de transporte, que fundamenta-se na suposição de que todas as viagens produzidas e atraídas se iniciam em uma centróide e finalizam em um outro, para predizer as demandas por transporte.

2.3 - DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE TRÁFEGO (ZT)

O processo atual utilizado no planejamento de transportes fixa a ZT considerando principalmente à conveniência da coleta e disponibilidade de dados.

A divisão da área de estudo em Zonas de Tráfego é um método tradicional que tem por finalidade facilitar as análises da área de estudo. Essa divisão varia geralmente em função dos mais diversos parâmetros: socio-econômicos, geográficos, populacionais; manifestando-se em seus componentes tais como uso do solo, nível de renda, etc. (Soares, 1985).

A divisão da área em parcelas mais homogêneas possibilita uma análise mais detalhada, quanto as suas características, tornando-a mais perceptível as suas necessidades e na determinação da sua influência na totalidade da área.

2.4 - CRITÉRIOS PARA A DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE TRÁFEGO

Kim et al. (1995) afirma que tradicionalmente as ZT foram com freqüência arbitrariamente definidas, seguindo limites políticos e/ou físicos, assim como regiões de senso, rios, e estradas. Fixando assim, as ZT, em termos de área e número que muitas vezes são usadas no planejamento de transportes por coincidir com as informações já existentes dos dados das zonas relacionadas a esses limites.

A definição dos limites da zona de ZT tem um impacto direto sobre a qualidade e precisão dos resultados obtidos pelos modelos de previsão de transportes. Segundo Openshaw (1977) apud Kim et al. (1995), os resultados obtidos desses dados espacialmente agregados não são independentes da área, da escala e efeitos de agregação implícitos na escolha dos limites das zonas . Para o mesmo autor a existência de efeitos de escala causados pela fixação em área e número de ZT, sobre modelos estatísticos e modelos matemáticos, são complicados e não lineares e dificilmente poderão ser dominadas. Porém a definição dos limites das ZT influenciará diretamente sobre os resultados da modelagem e conseqüentemente nas recomendações nas políticas de planejamento.

Alguns critérios e suas justificativas, segundo Kim et al. (1995), são descritas a seguir para a determinação das zonas de tráfego:

- a Área de Estudo deverá ser constituída basicamente de área urbanizada existente, independente de estar contida em um único município. Eventualmente serão incluídos também núcleos urbanos isolados, quando nitidamente integrados da área central;
- a Zona de Tráfego deverá apresentar uma característica principal, agrupando basicamente setores residenciais, comerciais, industriais, etc. Isto dará uma idéia das áreas, sua importância e das necessidades de uso do sistema de transportes;
- dever-se-á, na delimitação das zonas de tráfego, ter uma noção primária de suas necessidades de comunicação, e assim evitar a criação de zonas com capacidade muito pequena de geração de viagens;
- nos limites físicos de cada zona deverá ser respeitado a capacidade e tendência de escoamento de comunicação com as demais áreas vizinhas; isto implica basicamente em três considerações:
 - Numa mesma zona não poderão coexistir regiões separadas por acidente físico de difícil transposição, que impossibilite o seu atendimento por uma única linha de ônibus.
 - Os caminhos naturais não são os limites mais recomendáveis, podendo dar-se que o limite oposto esteja a uma distância de caminhada maior à tolerável.
 - Dois caminhos naturais distintos, não se constituirão em limites aconselháveis, porque pode-se dificultar a análise da parcela das viagens destinadas a cada uma delas.
- A distância de caminhada de qualquer ponto nas áreas compreendidas em cada zona de tráfego ao caminho natural mais próximo, deverá ser tal que se possa considerar como razoável.

Este último critério, assume uma importância particular, pois será através das zonas de tráfego, e só através delas, que determinar-se-á desde a extensão de uma linha até a frota de transporte que lhe servirá. Assim, sendo este um processo simplificado, que não considera os tempos e as distâncias de caminhada nem critérios mais sofisticados de escolha pelo usuário entre as linhas que o servem (principalmente se em caminhos naturais diferentes), estes conceitos devem ser incluídos implicitamente em alguma etapa que anteceder a sua aplicação, sob pena de torná-lo excessivamente falho.

O modo de se superar semelhante problema consiste em “ligar” um determinado caminho natural, e conseqüentemente às linhas que farão o seu uso, a sua parcela de demanda. Isso

será realizado mediante o uso de critérios racionais na determinação dos limites das zonas de tráfego em que será dividida a área de estudo.

2.5 - GERAÇÃO DE VIAGENS

A etapa de geração de viagens é uma fase fundamental no processo de planejamento de transportes, onde o objetivo é associar um número total de viagens a uma zona de tráfego ou unidade de geração. Assim, as viagens geradas ou atraídas são determinadas através das relações observadas entre as características desses movimentos e os dados sócio-econômicos da população.

Os métodos tradicionais usados no final dos anos 60 para a estimativa da produção de viagens, basearam-se na utilização de modelos de regressão linear múltipla, ou na técnica de análise de categorias. Esses dois modelos básicos foram desenvolvidos para a previsão de níveis futuros de geração de viagens, utilizando relações existentes entre os movimentos e o uso do solo (Ortuzar e Willumsem, 1990) e baseando-se na hipótese de que a viagem é função de três fatores básicos que atuam na área de estudo: padrão de uso do solo e seu desenvolvimento; características sócio - econômicas da população; e natureza, tamanho e capacidade do sistema de transporte (Bruton, 1979).

Os diferentes tipos de uso do solo e a intensidade com a qual são desenvolvidos, podem produzir características diferentes na geração de viagens. Analogamente, as características sócio - econômicas da população podem produzir tipos de demandas diferentes. Todavia as variáveis que representam estes fatores devem ser claramente identificadas antes de determinar a natureza das demandas futuras das viagens.

2.5.1 Fatores Básicos que Influem na Geração de Viagens

É essencial que os fatores que determinam a geração de viagens possam ser claramente entendidos. Estes fatores que podem ser representados por uma quantidade de variáveis

interdependentes e cuja influência nas viagens sejam identificadas (Bruton, 1979), são expostos a seguir:

2.5.1.1 - Padrões de Uso do solo

Os diferentes tipos de uso do solo produzem características diferentes na geração de viagens. É de se esperar que em uma área residencial um maior número de geração de viagens ocorra do que em uma área não ocupada, da mesma forma como áreas residenciais densamente povoadas produzirão mais movimentos de pessoas do que a mesma área residencial pouco povoada. Isto permite afirmar que dependendo da intensidade como as atividades são desenvolvidas, se terá uma produção de geração de viagens com características diferentes. Assim áreas comerciais atrairão maior número de viagens dos setores residenciais do que ocupados para fins educacionais ou de lazer. Assim o uso do solo para fins residenciais torna-se a atividade mais significativa na geração de viagens.

2.5.1.2 - Tipo de Residências

O número de pessoas por domicílio, a propriedade de veículos, os tipos de domicílios, entre outros fatores, influenciam de forma significativa na geração de viagens.

Como afirma Bruton (1979) deve existir uma relação entre o número e a frequência de viagens feitas com base na residência e o tamanho da família. De forma idêntica o número de veículos por domicílio proporciona uma tendência para avaliar as viagens geradas comparado com aqueles domicílios onde não existam veículos.

Por outro lado, domicílios perfeitamente integrados à estrutura urbana irão gerar uma alta taxa de viagens comparados com domicílios menos integrados. O padrão de construção dos setores residenciais, a relação área construída por área livre, refletirá o grau de relação das viagens geradas por domicílio.

2.5.1.3 - Características Sócio-econômicas

Como as características socio-econômicas da população podem produzir diferentes tipos de viagens podem ser considerados, entre os fatores que influem na geração de viagens, as seguintes variáveis: os níveis de renda, a população economicamente ativa, o grau de motorização, a composição das famílias, etc. Assim, valores da renda do chefe de família muitas vezes é usado na análise de geração de viagens em substituição à renda familiar e é observado que quanto maior a renda, maior será a probabilidade daquela família viajar. Segundo Gonzales, et al. (1996) características como nível de renda familiar podem ser representados através de indicadores qualitativos obtidos pela inferência dos padrões de construção do setor residencial.

2.6 - MODELOS BÁSICOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

Os modelos tradicionais de geração ou previsão de viagens utilizam uma quantidade considerável de dados. Pelo volume de dados manipulados, alguma margem de erro é sempre esperada em estudos desta natureza, pois as variáveis envolvidas no processo são inúmeras e seu comportamento futuro, em muitos casos, não pode ser estimado com precisão. O grau de certeza dos resultados dependerá muito da finalidade e da amplitude do estudo que está sendo realizado como dos modelos utilizados. Assim, dependendo do objetivo de estudo, os modelos de geração de viagens podem ser formulados para movimentos de pessoas, bens ou veículos.

Mello (1975) estabelece que o conhecimento em época futura do número de viagens geradas ou atraídas em uma zona de tráfego, pode ser feito através da utilização de:

- Modelos de Previsão;
- Fatores de crescimento;
- Relação tráfego/uso do solo, e
- Análise de categorias.

A aplicação de um ou outro método dependerá muito dos elementos disponíveis quando da realização do estudo.

2.6.1 - Modelos de Previsão

Estes modelos buscam relacionar a geração de viagens à variáveis explicativas desta demanda. No caso, relaciona-se o número de viagens geradas (Y) a variáveis explicativas (x_i) da seguinte forma:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (2.1)$$

As variáveis explicativas independentes poderão ser representadas pela renda, população, número de automóveis ou qualquer outro indicador que determine a geração ou atração de viagens. Essas variáveis explicativas de acordo com as características de uso do solo podem variar de uma zona de tráfego para outra.

Assim, de acordo com a necessidade do estudo pode se ter uma ou várias funções de demanda que expresse o relacionamento entre as variáveis x e y .

2.6.1.1 - Análise de Regressão Linear Múltipla

Dentre as técnicas estatísticas usadas pelos modelos de previsão destaca-se a Regressão Linear Múltipla, na qual o objetivo principal é analisar a influência de dois ou mais fatores independentes agindo simultaneamente no total das viagens. A variável dependente representa o número de viagens produzidas em uma determinada zona de tráfego enquanto as independentes representam os diversos fatores, tais como dados de tráfego, uso do solo e dados sócio-econômicos, que contribuem para a produção das viagens. Assim, a relação causa-efeito entre uma variável dependente e um conjunto de variáveis independentes que representem os deslocamentos devem ser estabelecidas nos estudos relacionados à geração de viagens.

$$Y^a = \alpha + \beta_b^a X_b^a + \beta_{b+1}^a X_{b+1}^a + \dots + \beta_m^a X_m^a \quad (2.2)$$

$$Y^a = \alpha + \sum_{b=1}^m \beta_b^a X_b^a \quad (2.3)$$

onde:

- Y^a variável dependente expressa em número de viagens da zona de tráfego **a**, onde **a** varia de 1 a **n**;
- α constante que explica o valor de Y^a que não foi explicada pelas variáveis independentes;
- X_b^a é a variável independente relacionada com o uso do solo e/ou características socio-econômicas da zona de tráfego **a**. Onde **a** varia de 1 a **n**, e **b** varia de 1 a **m**;
- β_b^a é o coeficiente das variáveis independentes X_b^a , da zona de tráfego **a**, com **b** variando de 1 a **m**;
- b** número de variável.

Os métodos de análise de geração e atração de viagens baseados em regressão linear múltipla apresentam restrições uma vez que são calibrados em relação a um determinado momento. Geralmente, os coeficientes das equações resultantes permanecem fixos, não permitindo que se incorporem alterações estruturais no comportamento dos usuários ao longo do tempo. As variáveis e os seus coeficientes que participam das equações dos modelos de geração de viagens convencionais, são considerados válidos e não permitindo a inclusão de novas categorias de variáveis, dificultando assim as aplicações práticas.

2.6.2 - Métodos de Fator de Crescimento

O número de viagens geradas no futuro é determinado pela aplicação simples de um fator de crescimento aos dados presentes, como é mostrado a seguir:

$$T_f = (F_c)(T_a) \quad (2.4)$$

Onde o tráfego gerado futuro (T_f) será igual ao tráfego gerado atual (T_a), multiplicado pelo fator de crescimento (F_c). Esse último fator pode-se determinar em função da população, número de carros particulares, renda ou qualquer outras variável significativa que possam explicar a geração de viagens.

2.6.3 - Relação Tráfego/Usado do Solo

Para se relacionar o tráfego gerado ao uso do solo deve-se classificar as áreas de geração de viagens de acordo com as principais atividades nelas desenvolvidas, tais como:

- áreas residenciais;
- áreas comerciais;
- áreas industriais;
- áreas de recreação;
- áreas para vias e terminais de transporte; e
- áreas livres e de outros usos.

Assim, procurar-se-á determinar qual é o número de viagens por dia e por unidade de área, para cada tipo de uso do solo.

2.6.4 - Análise por Categorias

Geralmente usados nos estudos de geração, o modelo considera o domicílio como centro gerador de viagens. Tem como objetivo classificar os dados das unidades domiciliares em categorias, definidas através dos intervalos de certas variáveis como renda, nível de motorização, tamanho da família, distância ao centro urbano etc., representando por uma taxa média de geração de viagens para diferentes modos e motivos.

Este método parte da classificação dos usuários de transporte em grupos bem definidos, ou categorias, e ao contrário do método de regressão linear múltipla, este utiliza como unidade básica de viagens os domicílios, baseando-se na hipótese de que as taxas de geração de viagens para as diversas categorias de domicílios permanecerão constantes no futuro.

A taxa média de geração de viagens estabelecida a partir do estudo desses dados acima mencionados e juntamente com as previsões do número de domicílios, permitirão que as futuras gerações de viagens sejam estimadas, em seus diferentes propósitos de viagem como trabalho, negócios, educação, compras, lazer. (Bruton, 1979).

Ortuzar e Willumsen (1990) estabelecem que este método apresenta as seguintes vantagens:

- a classificação dos grupos domiciliares é independente das zonas de tráfego da área em estudo;
- não é necessário estabelecer premissas referentes à forma da relação requerida entre as variáveis, sendo que estas relações podem ser diferentes para cada classe.

Em contraposição apresenta as seguintes desvantagens:

- o modelo não permite a extrapolação de categorias não consideradas;
- não existe ajuste estatístico para calibrar os dados;
- uma grande quantidade de dados sobre os domicílios são requeridos para realizar a distribuição nas classes e permitir o ajuste na sua referida categoria; e
- não existe uma forma específica para a escolha das variáveis para sua classificação, ou para escolher o melhor agrupamento de determinada variável.

2.7 - OUTRAS TENDÊNCIAS

A evolução da população, sujeita a fatores exógenos, assim como os da teoria da demanda de transportes motivadas pelas ferramentas computacionais, requerem métodos mais específicos que permitam um melhor entendimento das interrelações entre as variáveis

intervenientes na geração de viagens. Isto gera o desenvolvimento de novas técnicas mais sistemáticas de análise e decisão sobre a seleção de variáveis, sua categorização e a identificação das interações relevantes que ponderem a geração das viagens.

Dentro dessas técnicas temos os modelos de desagregados e segmentados, os que são descritos abaixo.

2.7.1 - Modelos de Desagregação e Segmentação

Estes modelos surgem como alternativas estatisticamente mais rigorosas aos métodos tradicionais para a estimativa da demanda das viagens. Utilizam como unidade de análise a família ou o indivíduo procurando uma melhor explicação dos seus comportamentos.

Os modelos de segmentação que buscam explicar os padrões de produção de viagens dos indivíduos podem ser classificados em dois grandes grupos, conforme a segmentação seja feita com base em critérios ou não.

Os modelos não baseados em critérios são desenvolvidos utilizando a análise de agrupamentos, isoladamente ou em combinação com outras técnicas Multivariadas. Identificam agrupamentos de indivíduos (ou outra unidade de observação qualquer) que tendem a ser homogêneos com relação a algumas variáveis de definição tais como: demográficas ou de qualquer outro tipo. Em geral esses modelos não se prestam imediatamente à realização de previsões. Enquanto que os modelos baseados em critérios definem-se através de combinações das variáveis independentes, ou segmentos não homogêneos com relação a uma variável (Strambi, et al. 1995).

2.7.2 - Modelo Alternativo de Geração de Viagens Urbanas

As limitações dos modelos de regressão linear múltipla e análise de categorias levaram a formulação de um modelo de geração de viagens que viesse suprir estas dificuldades (Lima Neto, 1982). O comportamento dos deslocamentos da população é simulado pelo modelo,

estabelecendo uma relação entre as características explicativas da população e os parâmetros que definem essas características.

Este modelo de geração é composto de três partes: uma relacionada com as variáveis estruturais básicas (habitantes, número de empregos, estudantes por residência); as outras duas com fatores ligados à alteração do volume médio de viagens devido à influência da localização espacial e o nível de renda.

O modelo parte da premissa que a decisão de viajar, a escolha do meio de transporte e da rota, são fortemente influenciadas pelo propósito de viagem, caracterizado pelo ponto de partida e de chegada. Estabelece também a necessidade de se concentrar um grupo de propósitos de viagens: trabalho, residência, escola, compras, lazer. A quantificação das taxas futuras de viagens são feitas através do relacionamento matricial entre as variáveis estruturais básicas e os respectivos propósitos das viagens.

2.8 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

- O modelo de geração de viagens se apresenta como um instrumental adequado dentro do processo de previsão da demanda de viagens, uma vez que permite determinar o número de viagens geradas ou atraídas em uma zona de tráfego, que variam em função das características existentes na mesma. Como foi observado, os principais métodos de geração de viagens descritos neste Capítulo apresentam algumas restrições quanto a sua aplicação.
- Estes modelos de geração de viagens demonstram um nível de análise tipicamente estático, já que não apresentam recursos que possibilitem captar com rapidez as mudanças urbanas (os usos do solo), que nos países em desenvolvimento são extremamente dinâmicos.
- A grande quantidade de dados necessários para realizar a modelagem, impossibilita a atualização dos mesmos de uma forma rápida e contínua pelo seu alto custo operacional.

3 - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

3.1 - INTRODUÇÃO

É sabido que a maior limitação no uso de métodos tradicionais de análise da demanda de viagens está na dificuldade no tratamento, atualização e na interação adequada dos dados, tornando-se evidente a necessidade da automação do processamento destes dados. Essa automação se deu em alguns casos, mas nem sempre de forma satisfatória e integrada aos modelos de demanda.

Hoje, a tecnologia permite o armazenamento de grandes quantidades de informações sobre sistemas de transporte, assim como das condições das infra-estruturas urbanas. No entanto, existe a tendência das informações serem utilizadas somente como base de dados, não explorando a possibilidade de a partir destas gerar novas informações.

Uma alternativa que surgiu para imprimir maior rapidez e precisão ao processo de geração de viagens de uma forma geral foi com o desenvolvimento, nos últimos anos, de softwares para os Sistemas de Informação Geográfica, comumente denominados por SIG.

Assim, no presente capítulo, se faz necessário uma análise evolutiva e crítica dos conceitos dos SIGs, que são apresentados na seção 2, para posteriormente na seção 3 revisar os aspectos relativos as funções dos SIG, as características são detalhados na seção 4. É analisado na seção 5 a elaboração de um Banco de Dados no SIG. Na seção 6, em função de que os Sistemas de Informação Geográfica têm se tornado, nos últimos anos, um importante instrumento de auxílio na resolução de problemas de Transportes (SIG-T), apresenta-se uma análise a cerca do SIG-T e de suas aplicações, buscando o melhor entendimento e aproveitamento, nas questões relacionadas aos Transportes e à presente dissertação.

3.2 -ANÁLISE EVOLUTIVA E CRÍTICA DOS CONCEITOS DE SIG

O uso indiscriminado do termo SIG relacionado a atividades tecnológicas computacionais geograficamente orientadas e de conceitos associados a ele, segundo Maguire (1991) e Teixeira et al. (1995), é conseqüência da inexistência de uma definição amplamente aceita. Contribuem para isso o recente desenvolvimento do setor; diversidade das áreas de atuação; isolamento de pesquisadores e cientistas desenvolvendo terminologias e produtos dissociados dos conceitos de base; e a diversidade de critérios utilizados na sua classificação tais como genealogia, custos, tamanho, plataforma, área de aplicação e modelos de dados.

Inicialmente deve-se destacar que o SIG é um tipo de Sistema de Informação, entre outros que o precederam como Sistemas CADs - Computer Aided Design, Sistemas de Cartografia Computadorizada, SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados e SSR - Sistema de Sensoriamento Remoto. De forma geral, os Sistemas de Informação de acordo com a Figura 3.1, agregam elementos de Tecnologia (*equipamentos e programas*), de Banco de Dados (*imagens, mapas, dados estatísticos, etc*) e de Pessoal (*usuários treinados, manutenção e suporte técnico*), que se interagem para a manipulação de dados através de procedimentos computacionais. Afirmam Maguire (1991) e Choi (1993) que esses sistemas apresentam muitas características em comum com os SIG's, embora estes possuam recursos não disponíveis naqueles.

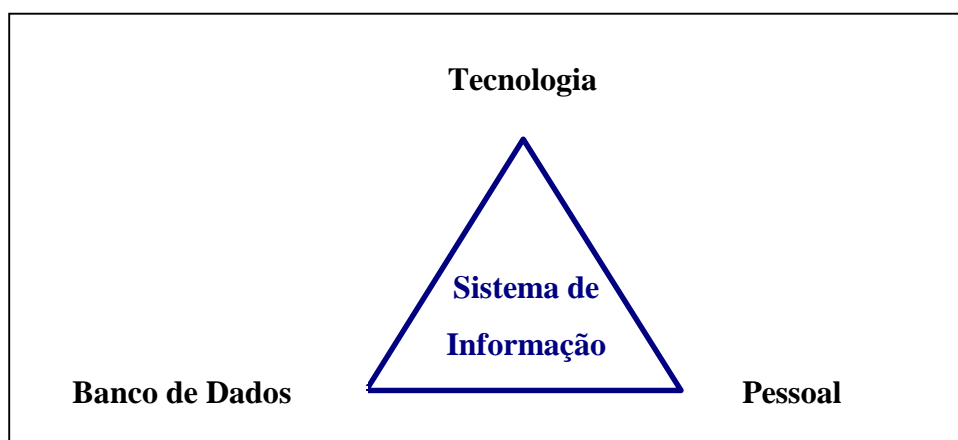


Figura 3.1: Elementos de um Sistema de Informação
Fonte: Dantas, et al. (1996)

Essas diferenças decorrem da evolução dos SIG's. Inicialmente possuíam funções relacionadas com o armazenamento e a visualização de Banco de Dados, até alcançar o estágio atual em que se pode realizar operações analíticas e espaciais com dados gráficos (*mapas, imagens de satélite, fotos aéreas*) e não gráficos (*estatísticos*). Além desses aspectos computacionais, a concepção de SIG vem evoluindo de um simples software para uma estrutura organizacional voltada a obtenção de informações.

Analisar-se-á, a seguir, as fases evolutivas dos conceitos de SIG visando compreender melhor as diferenças existentes entre os SIG's e os Sistemas de Informação e suas implicações nas suas aplicações.

3.2.1 - Fase 1: Manipulação e Visualização de Banco de Dados

Nessa primeira fase, que se inicia na década de 50, a necessidade de armazenar, organizar, processar e visualizar dados em projetos como o Chicago Area Transportation Study (1956 - 1960); a representação de fluxos de tráfego na cidade de Detroit (1955); e o uso de procedimentos automatizados no US Bureau of the Budget (1965), segundo Dickey (1975) e Teixeira et al. (1995) e Rhind, Coppock (1991), foram iniciativas que geraram os primeiros SIG's. Assim pode-se verificar que os primeiros conceitos de SIG são um reflexo das funções de manipulação e visualização de dados.

3.2.2 - Fase 2: Operações Analíticas de dados Não-Gráficos e Estrutura Organizacional

O aumento da capacidade de processamento e de memória, aliado a necessidade de transformar dados numéricos em novas informações, possibilitando previsões de situações futuras, foram fatores decisivos no desenvolvimento de novas concepções de SIG e de sua popularização, segundo Maguire (1991) e Teixeira et al. (1995). Nelas as operações analíticas, através de modelos matemáticos com dados numéricos (*não-gráficos*) são enfatizadas.

Nesta fase nota-se também avanços consideráveis nas relações software - usuários, sendo que este passa a interagir com maior frequência no processo da análise. Sendo assim os conceitos passam a refletir a preocupação com a formação de recursos humanos e suporte técnico, pois estes serão diretamente responsáveis pelo sucesso e efetivação de um SIG.

3.2.3 - Fase 3: Análise Espacial

A partir da década de 80, o crescimento do setor industrial e comercial do SIG juntamente com a diminuição dos recursos disponíveis para pesquisas provocaram mudanças significativas nos rumos do SIG. Diversas são as empresas dedicando-se ao desenvolvimento de novas tecnologias de SIG e essa competitividade propiciou o aparecimento de diversos produtos, cada vez mais sofisticados e atrativos para os usuários, como afirmam Maguire (1991) e Teixeira et al. (1995).

Desta forma, esta fase evolutiva caracteriza-se pela busca contínua do melhor aproveitamento do potencial de análise do SIG. Como afirma Dantas et al. (1996) nas fases anteriores, o SIG foi utilizado para manipular/visualizar Banco de Dados e posteriormente para realizar operações analíticas com dados numéricos, sempre partindo de dados estatísticos obtidos através de pesquisas. Todavia na fase atual a capacidade de realizar a Análise Espacial, conjunto de técnicas que requer o acesso tanto aos atributos (*propriedades, valores medidos*) como a sua localização (*posição geográfica*) através de relações topológicas (*relações de transformação de configurações geométricas em funções matemáticas para interpretação do computador*) e que estabelecem a relação espacial existente entre cada feição geográfica (*pontos, linhas e polígonos*), tem sido apontada como fundamental para distinção entre outros sistemas de informação e o SIG (Maguire, 1991), (Choi, 1993). Em áreas como de Geotecnia, diversos são os trabalhos que exploram a Análise Espacial como forma de obter novas informações, principalmente a partir de dados gráficos (imagens de satélite e fotografias aéreas). Entretanto em Transportes, como será constatado nos itens seguintes, esse aspecto ainda não está sendo devidamente explorado.

Ao contrário das outras fases evolutivas, aqui analisadas, os novos conceitos ainda não foram desenvolvidos e assimilados por todos aqueles que atuam nesta área. Porém, pode-se

considerar o SIG como um tipo de Sistema de Informação, que envolve de forma sistêmica e interativa “Banco de Dados”, “Tecnologia” e “Pessoal”, sendo capaz de realizar “Análises Espaciais”, armazenar, manipular, visualizar e operar dados georeferenciados para obtenção de novas informações. Essa concepção de SIG proposta por Dantas et al. (1996) pode ser observada na Figura 3.2, onde verificar-se a interação dos quatros elementos citados anteriormente.

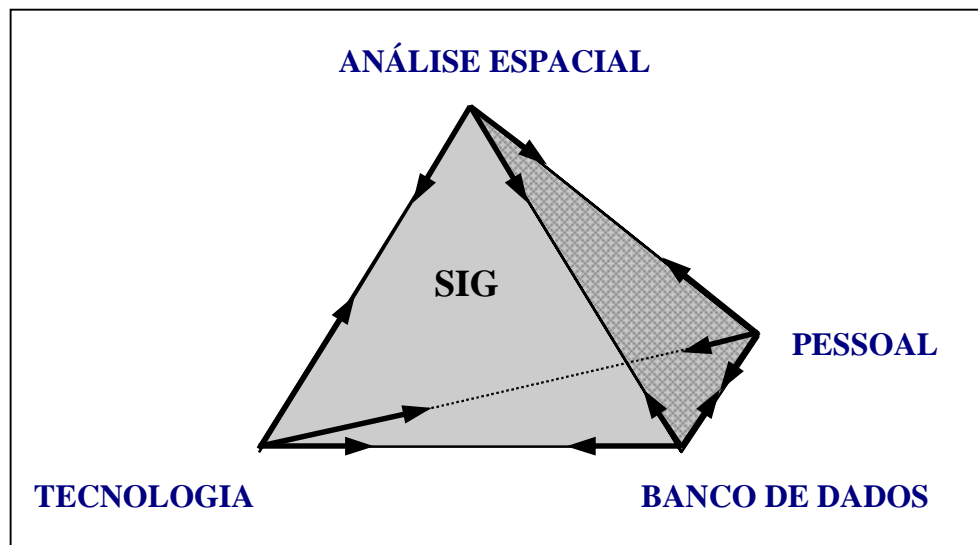


Figura 3.2: Elementos de um Sistema de Informação Geográfica
Fonte: Dantas, et al. (1996)

3.3 - FUNÇÕES DE UM SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica provêm a estrutura básica às muitas bases de dados, e sua organização espacial permite acrescentar ou extrair informações facilmente através de gráficos interativos de interface (Young, 1991; Banister, 1994). O usuário também pode impor uma particular estrutura sobre os dados (por exemplo: grupos domiciliares com igual renda, zonas de tráfego, ou áreas homogêneas de população), que pode-se processar de acordo com suas exigências. Isto permite fazer uma rica análise de interação entre diferentes setores, quanto uma boa pesquisa num simples setor. A flexibilidade da base de dados do SIG é ilustrada na Figura 3.3; onde os conceitos das relações entre modelos à base de dados espacial integrada (SIG) são claramente expostos, observando-se a capacidade dos SIG de separar a base de dados sobrepondo-a sobre a área de estudo em planos de

informação. A figura mostra também, o cenário de uma base de dados individual (topografia, propriedades e dados de uso do solo, rede de transporte, dados sócio-econômicos e demográficos, uso do sistema de transporte, e impactos no meio ambiente) que podem-se combinar na estrutura do SIG.

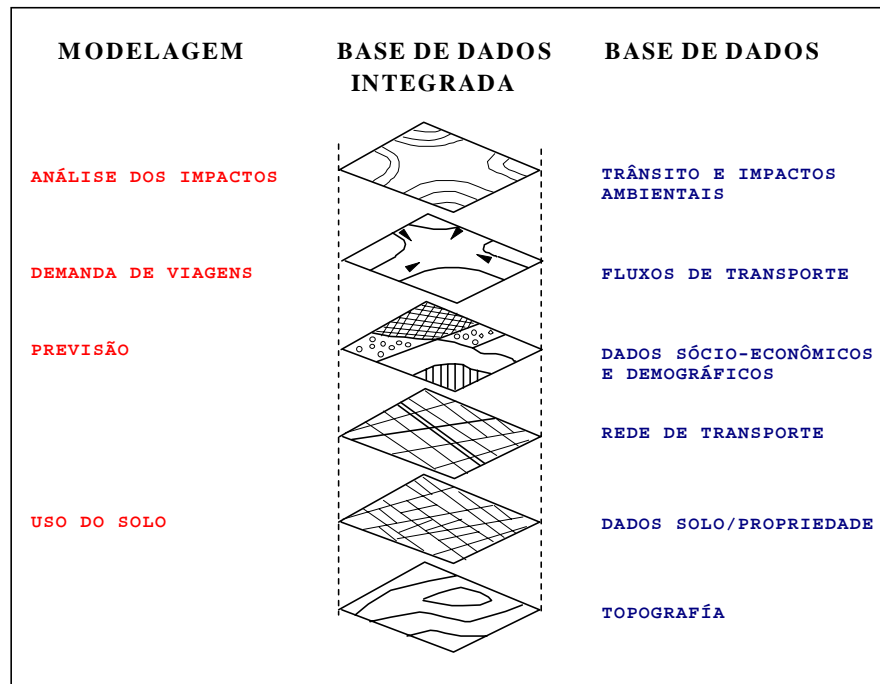


Figura 3.3: A capacidade dos SIG de sobreposição de planos de informação (modificado - Young et al., 1991).

Além de ser uma ferramenta gráfica flexível, um SIG é fundamentalmente direcionado para manipular grande quantidade de informações espaciais, tendo incluídos recursos operacionais para executar ligações de dados geográficos de grandes áreas, para serem eficientemente organizados, pesquisados e visualizados. Também possui recursos funcionais como ferramentas analíticas e de manipulação que são difíceis ou complexas de serem executadas numa base de dados simples (Paredes, 1994).

Assim os SIG são projetados para armazenar, organizar, analisar estatisticamente e mostrar diversos tipos de dados espaciais referenciados para um sistema comum de coordenadas de uma projeção com escala particular definida. Cada variável é arquivada na memória do computador em formato digital com uma referência geográfica *layer* ou *coverages* (planos de informação) ligada a uma base de dados. Esta representará diferentes tipos de

informação variando desde descrições da terra, solos, clima, uso do solo, cobertura do solo, densidade de população, etc.

Os blocos de dados de “n” “*layers*” digitalmente registrados compõem o Banco de Dados do SIG relacionado a um problema. Cada bloco de dados pode ser visualizado em forma independente para uma base de mapa, como também, dois ou mais dados observados podem ser analisados em diferentes bases para uma simples localização, e assim obter o que é conhecido como *análise composta (de sobreposição)* ou “*overlay*”.

Explicitando as principais funções do SIG seriam:

- integrar informações espaciais de dados cartográficos, censitários e de cadastramento, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, numa única base de dados;
- cruzar informações com uso de algoritmos de manipulação para gerar mapeamentos derivados (mapas temáticos); e,
- consultar, recuperar, visualizar e permitir saídas gráficas para o conteúdo da base de dados geo-codificados.

3.4 - CARACTERÍSTICAS DO SIG

Da discussão anterior é notável que o SIG apresenta características básicas tais como: o tratamento de relações espaciais entre objetos geográficos, e a associação de atributos gráficos e não gráficos de recursos cartográficos. Em outras palavras a responsabilidade do tratamento de dados pelo SIG consiste em referenciar a *posição* ou *dados dos mapas* (dados gráficos) tanto como os *atributos* ou *dados descritivos* (dados não-gráficos). A seguir descreve-se os tipos de dados tratados pelo SIG.

- **Gráficos:** Os dados dos mapas (base cartográfica) são explícitos e locacionalmente identificáveis (sistemas de coordenadas) associados com as entidades espaciais de pontos, linhas, áreas ou polígonos, que representam os diversos aspectos existentes e possíveis de serem mapeados (residências, rede viária, rotas, etc.).

- **Não-Gráficos:** Também conhecidos como descritivos ou atributos, que podem representar dados qualitativos (tipo de solo) e dados quantitativos (textura, porosidade) das entidades contidas na base cartográfica digital (tipo de uso do solo, fluxo veicular, população, níveis de renda, etc).

3.5 - ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS EM SIG

Freqüentemente, os dados geográficos são custosos para serem obtidos, armazenados e manipulados. Souza (1994) afirma que isto se deve particularmente ao grande volume de dados exigidos pelos modelos para resolver problemas geográficos significativos.

No entanto a complexidade das informações operadas precisam ser armazenadas de forma organizada e estruturada para permitir a recuperação, manipulação, análise e, novamente, armazenamento; sendo necessário que os dados estejam modelados de forma compreensível pelos usuários. Isso mostra a importância do processamento de dados espaciais, e da forma como estes elementos constituirão o banco de dados tão vitais para a existência do SIG.

3.5.1 - Entrada e Integração de Dados

Paredes (1994) afirma que um SIG é formado pela interface com o usuário na entrada e integração de dados, nas funções de processamento gráfico e de imagens, e na visualização e plotagem do banco de dados geográficos. Assim, podemos identificar quatro principais entradas de dados num SIG: digitalização em mesa, digitalização ótica, entrada via caderneta de campo e leitura na forma digital que inclui a importação de dados em outros formatos.

A digitalização em mesa é ainda a forma mais usual de entrada de dados a partir de mapas. Porém, envolve maiores recursos financeiros e tempo, passando pela digitalização de linhas, ajuste de nós, geração da topologia e rotulação (identificação) de cada objeto geográfico.

3.6 - OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E OS TRANSPORTES (SIG-T)

O surgimento dos Sistemas de Informação Geográfica não foi um acontecimento isolado, ao contrário, teve desenvolvimento simultâneo com outras áreas do conhecimento, mais especificamente, seu desenvolvimento pode ser vinculado aos avanços da Cartografia, Computação Gráfica e Geografia.

No entanto esta tecnologia foi sucessivamente aplicada na administração dos problemas de recursos da terra. No Brasil é que recentemente a aplicação do SIG passou a problemas de transportes, comumente conhecido como SIG-T, embora alguns autores situem o estudo de transporte como uma primeira aplicação efetiva do SIG nos Estados Unidos (Dickey et al. 1975, Lewis 1990 e Texeira et al. 1995).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm se tornado, nos últimos anos, uma importante ferramenta de auxílio na resolução de problemas de Transportes. Tal afirmação provém da constatação de que inúmeros estudos se utilizam dessa tecnologia na análise , planejamento, gestão e operação, nas diferentes áreas de transportes. Nesses estudos, devido as características do SIG, é possível também considerar diferentes tipos de dados geográficos, o que propicia o desenvolvimento de análises, evitando o uso de informações obtidas com exaustivas e onerosas pesquisas de campo, trazendo às vezes resultados ineficientes, pela falta de informações mais precisas. Isso vem possibilitar, aos estudiosos de Transportes, subsídios em suas decisões, através de um instrumento interativo com o usuário.

Essa crescente utilização, em parte, pode ser atribuída as características dos SIG's. Segundo Tsou (1990) e Gallimore et al. (1992) a evolução dos recursos computacionais permitiu o desenvolvimento de tecnologias capazes de gerenciar grande quantidade de informações de forma rápida, a custos relativamente baixos e eliminando as limitações associadas aos sistemas de grande porte (*mainframe*), haja visto que a associação de microcomputadores e softwares (*como os de SIG*) oferece ao usuário maior flexibilidade, agilidade e interatividade no processo de análise.

3.6.1 - Análise Descritiva das Aplicações do SIG-T

Pretende-se com esta análise definir o potencial do SIG aplicado atualmente. Para isto dividiu-se a análise em quatro áreas de abordagem, que são: 1) Operação, 2) Planejamento, 3) Gestão e 4) Revisão e Crítica.

3.6.1.1 - Operação

A análise desta área aborda estudos de Transporte de Carga, de Transporte Rodoviário, Engenharia de Tráfego e Transporte Coletivo Urbano (TCU). Assim, Rosseto, Cunha (1994) apresentam a utilização de um software de SIG na roteirização de veículos, para a distribuição de carga, explorando os recursos de visualização e manipulação de banco de dados, com recursos gráficos. Já Nyerges (1990) discute o referenciamento locacional para rodovias, apresentando vantagens e desvantagens na utilização de esquemas como seção de controle, nó/link e ponto de quilometragem. Por outro lado nos trabalhos de Young, Taylor (1991) e Waerden, Timmermans (1994) preocupam-se com a simulação de estacionamentos, sendo que nos dois casos o SIG tem a função de gerenciador de banco de dados e trabalha em conjunto com modelos matemáticos de simulação. Finalmente a utilização do SIG como instrumento de avaliação e monitoramento do TCU é apresentada por Silva, Motta (1995) e Papacostas (1995), respectivamente. No primeiro, são analisados os indicadores de desempenho, através do TransCAD, que manipula e permite a visualização de dados do sistema de Transportes da cidade de São José do Rio Pardo. O outro artigo descreve as etapas básicas para o acompanhamento do sistema de ônibus e um protótipo de SIG, que aliado aos recursos do ARC/INFO e programas especialmente desenvolvidos para a visualização e cálculo dos índices necessários, são utilizados.

3.6.1.2 - Planejamento

Identificou-se uma concentração nos temas de TCU, definição de Zonas de Análise de Tráfego (ZAT), Transporte de Carga e Transporte Regional, que serão abordados a seguir.

Significativos esforços no sentido de formar Banco de Dados de SIG foram observados nos artigos de Martins, Iversson (1993), Silva et al. (1995), Nassi et al.(1994). Em todos eles é evidente a preocupação com o cadastro de dados para análises futuras, porém todavia são descritas muitas dificuldades nesse processo, devido a limitação de recursos e a falta de padronização dos dados obtidos de fontes diversas. O SIG é apresentado como ferramenta no gerenciamento de dados e suas aplicações limitam-se a manipulação, representação gráfica de dados e para cálculo de taxas de geração de viagens.

Especificamente na área de TCU, Ferreira et al. (1993) e Alencar, Aquino (1995) desenvolvem, respectivamente, uma metodologia para planejamento da rede de transportes coletivos urbanos por ônibus, por meio da fotointerpretação de imagens de satélite e de um modelo matemático para o planejamento de rotas de transporte coletivo urbano. No primeiro trabalho, apesar de não mencionar o uso de um software de SIG, impressiona no aspecto referente a fotointerpretação (visual) que possibilitou a determinação de pólos geradores de viagens e tendências de crescimento urbano. Já no segundo apresenta-se SIGTRANS, que permite a visualização das variáveis envolvidas no processo, e juntamente com algoritmos heurísticos determinar o melhor caminho a ser percorrido pelos ônibus.

A delimitação e definição das Zonas de Análise de Tráfego (ZAT) foi um tema de destaque. Tal definição é essencial para a previsão de viagens futuras de uma área de estudo, principalmente onde grandes áreas de estudo devem ser divididas. Com a utilização do SIG pode-se integrar diferentes tipos de dados, considerar barreiras geográficas, eliminar decisões subjetivas e realizar diversas simulações. Inicialmente O'Neill (1991) define as etapas de desenvolvimento de uma ZAT. Ding et al. (1993) descrevem uma abordagem estatística para definição de ZAT utilizando-se o SIG. Neste trabalho, como os próprios autores fazem questão de ressaltar, o SIG tem o papel de possibilitar a relação topológica entre áreas e dados estatísticos. Já Bennion, O'Neill (1994) utilizam-se de uma abordagem que aplica um algoritmo de Fuzzy Cluster aliado ao SIG, mas que apresenta relações topológicas semelhantes aquelas utilizadas anteriormente.

Duas aplicações na área de Transporte de Carga são descritas nos artigos de Novaes, Rosseto (1993), onde apresentam o método de dimensionamento e localização de depósitos de distribuição de carga de determinada região. Novaes (1995) analisa as zonas logísticas de

São Paulo para obtenção de aproximações métricas, auxiliado por SIG e um modelo matemático, calcula o número ótimo de depósitos e compara as redes logísticas.

No Transporte Regional, Gallimore et al. (1992) discute o uso do SIG para o planejamento de super-regiões dedicando-se a previsão da demanda de tráfego e, uma imagem de satélite (LANDSAT) é usada para identificar usos do solo em corredores. Nesse caso o modelo gravitacional do TransCAD realiza a previsão de viagens e o software ERDAS classifica o uso do solo. Já em Andrade, Mendes (1995) trata-se do sistema informatizado de planejamento de transportes para o Plano Multimodal do Estado de Minas Gerais. É interessante destacar o caráter sistêmico adotado neste caso, pela integração de diversos órgãos no desenvolvimento do projeto. Entretanto o software de SIG (GISPLUS) assume o papel de gerenciador de banco de dados e outros softwares (MANTRA e HDM III) realizam as operações analíticas.

3.6.1.3 - Gestão

É uma característica em comum, nesta área, a preocupação com a criação de uma base de dados. Siqueira, Cassundé (1994) usam o GISPLUS, é instrumental para gerenciar o Sistema de Transporte Público da Região Metropolitana de Recife. O artigo descreve as fases de formação do banco de dados a ser utilizado, que engloba uma base cartográfica da região. Na área de Transporte Rodoviário, Johnson, Demetrsky (1994) descreve o desenvolvimento de um protótipo de uma base de dados para o gerenciamento de pavimentos. Define etapas para a montagem do banco de dados, que auxilia no processo de decisão através do software ARC/INFO, o mesmo acontecendo com Viviani, Sória (1995) que apresenta um processo de gerência de vias não pavimentadas, de rede municipal, utilizando o TransCAD.

3.6.1.4 - Revisão e Crítica

Entre os trabalhos analisados consolidaram-se abordagens que enfocavam o potencial, os requerimentos básicos e as deficiências no uso do SIG. Para Lewis (1990) o SIG é o meio

de obter dados para modelos de Transportes, sendo capaz de adicionar informações sobre o uso do solo, porém constata a sua subutilização. Entre os fatores que contribuem para isso, estão o número reduzido de relatos de dificuldades encontradas, dispersão de esforços e recursos, e incompatibilidade dos modelos de transportes e o SIG. Kagan et al. (1992) discute a potencialidade da utilização do SIG no planejamento de Transportes. Identifica dentro do contexto de planejamento de transportes as vantagens da utilização do SIG, principalmente no gerenciamento de banco de dados volumosos e de alternativas de simulação para cenários. No trabalho de Shaw (1993) são examinados os requerimentos e as deficiências do SIG para a análise da demanda de viagens urbanas, no modelo tradicional de planejamento de Transportes, apontado o incipiente desenvolvimento da tecnologia do SIG como responsável pela incapacidade de realizar análises espaciais mais complexas. Pimentel, Salgado (1994) apresentam uma evolução computacional do SIG, uma análise das necessidades dos usuários finais e um exemplo de aplicação do SIG, demonstrando as limitações e os pontos a serem aprimorados do ponto de vista computacional. Enfatiza a necessidade de um aprofundamento dos conhecimentos de SIG, por parte dos usuários, para melhoria, das aplicações. Os obstáculos para implementação e o futuro do SIG são abordados por Stokes, Marucci (1995). Entre os impedimentos destaca o custo de coleta e conversão de dados e a falta de entendimento de natureza revolucionária da tecnologia que impede o aproveitamento do potencial do SIG-T. Para o futuro prevê que deverá associar hipermídia, habilidade para incorporar (ler dados) as diversas fontes como textos, desenhos de engenharia e fotografias, vídeo disk, inteligência artificial e realidade virtual.

3.7 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

No entanto, as aplicações nos transportes têm se dado na forma de projetos de pequena e média escala, as principais aplicações do SIG-T têm se focalizado na exibição e análise dos atributos dos sistemas de transporte. Infelizmente, muitas destas aplicações exploram as capacidades gráficas do SIG como seus principais benefícios. Embora seja esta uma característica útil, ela não deve ser vista como único desta tecnologia. De fato a persistência do popular ponto de vista do SIG como meramente uma ferramenta para se fazer mapas pode ser fatal na total realização do potencial do SIG-T.

Desta forma, da análise dos conceitos e diversas aplicações do SIG em Transportes podemos extrair as seguintes conclusões:

- O SIG pode ser considerado um importante instrumento de auxílio na resolução de problemas de Transportes devido ao número significativo de aplicações do SIG-T, mas existem aspectos a serem desenvolvidos para que todo o seu potencial possa ser aproveitado.
- A análise evolutiva e crítica dos conceitos permitiu o melhor entendimento da concepção do SIG, ao longo do tempo, e ainda vislumbrar as perspectivas para o futuro. Os conceitos da fase inicial do SIG refletem a necessidade de armazenar, recuperar, manipular e visualizar grandes quantidades de dados por meios computacionais, enquanto que os da fase seguinte preocupam-se com a capacidade de realizar operações analíticas e abordam o SIG de forma sistêmica, envolvendo recursos humanos, equipamentos, programas, metodologias e Banco de Dados. Finalmente, no estágio atual, busca-se o melhor aproveitamento do SIG, não só como gerenciador de Banco de Dados e uma tecnologia dotada de recursos gráficos mas também como um instrumento capaz de gerar novas informações a partir da utilização da Análise Espacial.
- A análise das aplicações do SIG-T demonstrou que os recursos de visualização, manipulação e operação analítica de dados numéricos estão sendo amplamente explorados e o SIG, na maioria dos casos, é encarado simplesmente como um software. Constatou-se a utilização do SIG como um gerenciador de Banco de Dados e ferramenta de recursos gráficos avançados, sendo que em alguns trabalhos a preocupação com a formação dos Banco de Dados é o motivo principal da descrição. Outra constatação é a incorporação freqüente de modelos matemáticos ao SIG, possibilitando flexibilidade e visualização de cenários alternativos e projeções futuras. Todavia, em quase todos os trabalhos, o SIG é confundido com o software trabalhando isoladamente o que não permite a contextualização necessária.
- As aplicações do SIG-T, mesmo explorando os recursos básicos do SIG e que são importantes no tratamento de questões de transportes, pecam por não utilizar o seu

potencial de Análise Espacial e não desenvolverem abordagens sistêmicas. A capacidade do SIG de gerar novas informações através do processamento de dados gráficos (*fotos aéreas, imagens de satélite*) ainda não foi considerada em sua totalidade, mantendo-se o modelo tradicional de coleta de dados estatísticos que muitas vezes geram resultados onerosos e imprecisos.

- É necessário um progresso no uso das características funcionais do SIG como a Análise Espacial, ligados a outras tecnologias que permitam desenvolver metodologias apropriadas e aplicáveis nos transportes. Dentro desta perspectiva de aprimorar as aplicações do SIG-T, serão vistos no seguinte capítulo os fundamentos básicos para determinar o número de viagens geradas em uma zona de tráfego através da foto-interpretção. Assim os dados gráficos, obtidos das fotografias aéreas, assumem um papel fundamental no processo da Análise Espacial, já que a quantidade de dados estatísticos e conseqüentemente pesquisas de campo requeridas diminui significativamente, sem que os resultados sejam prejudicados.

4 - SENSOREAMENTO REMOTO

4.1 - INTRODUÇÃO

A organização do planejamento requer a soma da precisão e da informação oportuna sobre os recursos físicos e os recursos relacionados com fatores sócio-econômicos, que possam ajudar e orientar no manejo e planejamento das decisões. Idealmente isso requer a organização daquilo que é conhecido e da recuperação da informação em forma rápida e aceitável, para uma série de usuários. Ao longo de muitos anos, diferentes sistemas baseados na tecnologia de Sensoriamento Remoto têm sido desenvolvidos para ajudar na solução destas necessidades urbanas, fazendo uso das imagens geradas pelos sensores Remotos, sejam estas as fotografias aéreas ou as imagens de satélite. As primeiras são rotineiramente usadas pelos planejadores, diretores de pesquisa, geógrafos e engenheiros para diversas aplicações urbanas da foto-interpretção, incluindo mapeamento do uso e cobertura do solo, estacionamento e estudos de transporte, monitoramento ambiental, avaliação real dos bens imóveis, levantamento de áreas recreativas, avaliações de qualidade da moradia, levantamento dos danos de enchentes, escolha de lugares para se construir shopping centers, escolas, etc, e fundamentalmente no planejamento urbano.

Assim, são contextualizados os fundamentos básicos do Sensoriamento Remoto (SR) e do tratamento das fotografias aéreas, na seção 2. A seguir são descritas as metodologias existentes para a análise e classificação dos dados contidos na imagem como o Sistema de Classificação U. S. Geological Survey, e o Sistema de Classificação Multiespectral, base fundamental do Capítulo 5. Posteriormente são discutidos o uso do Sensoriamento Remoto ligado aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), na parte correspondente à evolução das experiências de uso na área dos transportes.

4.2 - SENSOREAMENTO REMOTO

Corrêa (1994) define como Sensoriamento Remoto a técnica de coleta de informações sobre a superfície terrestre por meio de instrumentos, como aeronaves ou satélites. Souza (1994), por sua vez, define como Sensoriamento Remoto a obtenção e registro de informações por meio de sensores de energia eletromagnética que não entram em contato direto com o objeto, área ou fenômeno estudado, somada a interpretação para sua transformação, tornando-as utilizáveis segundo o interesse. Tais definições de Sensoriamento Remoto permitem entender esta tecnologia dirigida tanto à obtenção de informações como, também, as suas análises e transformações, de acordo com as necessidades do estudo.

Hoje, com o advento do desenvolvimento tecnológico, é possível, através do Sensoriamento Remoto, a atualização de dados cartográficos, principalmente no que tange ao sistema viário, as áreas urbanizadas e o uso e ocupação do solo. Örmeci (1996) reconhece esta tecnologia como ferramenta útil que providencia os meios para a atualização das informações nas mudanças dos usos do solo. Em consequência, a identificação e monitoramento das mudanças no uso do solo, baseados sobre as imagens de satélite ou as fotografias aéreas, são possíveis de se executar, permitindo a tomada de decisões sobre políticas urbanas, usos e ocupação do solo e sobre os sistemas de transportes.

4.3 - ANÁLISE DE DADOS

A aplicação de técnicas para detecção de mudanças relacionadas às imagens digitais ⁽¹⁾ obtidas por diferentes sistemas de satélites ou fotografias aéreas, é fundamental para realçar as mudanças no uso e ocupação do solo. Em geral, procedimentos para discriminar mudanças entre dois ou mais dados de imagens geram classificações independentes para cada imagem. Assim, a análise das imagens pode ser feita em duas etapas:

(1) Segundo Crosta (1993), uma *imagem digital* é obtida através de um processo conhecido como digitalização. Este processo é implementado através de um tipo de equipamento periférico denominado “*scanner*”, que transforma uma imagem analógica (fotografias, mapas, etc) em uma matriz com o número de linhas e colunas e o tamanho de cada célula pré-definidos, atribuindo para cada célula um valor de nível de cinza proporcional à tonalidade da imagem original.

- Correção Geométrica.
- Classificação e Interpretação de Resultados

4.3.1 - Correção Geométrica

Todas as imagens contêm algum tipo de distorção geométrica que podem ser modificadas por registro digital da imagem a uma mapa base cartográfica. Com o processamento digital das imagens, obtêm-se não só uma melhora na qualidade de visualização de cada imagem, a partir dos originais, como, também permite gerar novas imagens e realizar novas classificações (Avery et al., 1990). Este tipo de processamento digital das imagens de Sensoriamento Remoto trata especificamente das técnicas utilizadas para identificar, extrair, condensar e realçar a informação para determinados fins, a partir de uma enorme quantidade de dados que usualmente compõem essas imagens.

Segundo Crósta (1993), para que a precisão cartográfica seja introduzida em imagens de Sensoriamento Remoto, faz-se necessário que as imagens digitais sejam corrigidas, em função de algum sistema de coordenadas. Estas correções e ajustes dos dados digitais geometricamente poderão se basear nos sistemas de coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator).

Ôrmeci (1996) estabelece que a informação explicativa relacionada com a correção geométrica pode conter o seguinte:

- Base do Mapa: Escala e Sistema Cartográfico Base;
- Pontos de Controle da Base: PCB;
- Tipo de Transformação: Tipo de Equação Polinomial e Ordem;
- Raiz do erro quadrático: por unidades de pixel. Sendo o pixel (em inglês *picture element*) a menor unidade de dimensão de uma imagem, definida como uma célula com localização estabelecida em um sistema de coordenadas do tipo linha e coluna, e que possui um valor de cinza correspondente que varia de 0 (preto) a 255 (branco) em imagens de 8 bit como as do sensores TM do LANDSAT.

4.3.2 - Tipos de Correção

A transformação baseada em Pontos de Controle no Terreno é uma das técnicas de correção das imagens (Crósta, 1993). Essa técnica permite uma elevada precisão, sendo função direta da precisão, a identificação e posicionamento dos pontos de controle, feito geralmente de forma interativa pelo usuário. Procura-se estabelecer as diferenças de posicionamento de alguns pontos na imagem e no mapa. A partir dessas diferenças, a natureza da distorção presente na imagem pode ser estimada e uma transformação adequada pode ser computada, no sentido de corrigir a imagem. Tal processo finalizará a obtenção de uma nova imagem.

4.3.3 - Foto-Interpretação

Para Avery et al. (1990) a foto-interpretação é entendida como o processo de identificação de objetos e condições em fotografias aéreas e a determinação de seus significados. No entanto, para outros autores (Apud. Souza, 1994), interpretar fotografias aéreas consiste em procurar responder questões a respeito do lugar representado nas fotografias utilizadas. Questões estas, especializadas ou referentes à pesquisa “desinteressada”; ou “a interpretação das fotografias aéreas é uma teoria e um procedimento de obtenção de uma informação relativa a um lugar visto sobre a fotografia aérea”. Note-se que um elemento comum das definições corresponde a forma de obtenção da informação.

4.4 - SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

Para se fazer uma interpretação quantitativa e qualitativa nas técnicas de análise das fotografias aéreas, as variáveis do banco de dados podem ser utilizadas com vários tipos de modelos de previsão. Por exemplo, modelos de avaliação podem ser desenvolvidos para examinar características ambientais e outros como acessibilidade para o sistema de transporte. Modelos de alocação, por sua vez, podem ser desenvolvidos para indicar o melhor conjunto de áreas para usos do solo específicos, tais como desenvolvimento urbano, roteirização de transportes, desenvolvimento agrícola.

Para se fazer essa interpretação quantitativa e qualitativa dos dados contidos nas fotografias aéreas, faz-se necessária a seleção dos mesmos por categorias ou classes. Assim a análise pode se desenvolver sobre o dominante ou aparente uso dos dados da imagem, auxiliados por sistemas que possibilitem sua classificação.

Para Davis et al. (1992), a classificação é entendida como o agrupamento de objetos dentro de classes, baseados nas suas similaridades, a respeito de uma o mais variáveis; onde a discriminação para assinar os objetos a uma classe predefinida está baseada nas propriedades do objeto.

O desenvolvimento de sistemas de classificação de dados de Sensoriamento Remoto tem sido, por mais de três décadas, objeto de extensas pesquisas e simpósios na América do Norte e Europa.

Durante a última década, a maior ênfase tem se dado no desenvolvimento de projetos de Sistemas de classificação para descrever o uso e cobertura do solo, incorporando informação derivada desses dados de Sensoriamento Remoto (Avery et al., 1990). De fato, estes sistemas são hoje universalmente aceitos e vários projetos de classificação já foram iniciados, levando a um maior desenvolvimento dos mesmos.

O United State Geological Survey (USGS) tem desenvolvido um Sistema de Classificação para tais fins, e na interpretação da imagem busca-se identificar o padrão, tipos e as formas da cobertura e uso do solo, e os meios de se derivar esta informação. A categorização desenvolvida pelo USGS permite classificar, relacionar e derivar informações das fotografias aéreas (Avery et al., 1990). Este sistema se fundamenta na Foto - interpretação.

Existe também a Classificação Multiespectral ou classificação automática das imagens, baseada no comportamento específico do espectro electromagnético dos materiais superficiais captados pela imagem.

4.5 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO USGS

O U. S. Geological Survey (USGS) tem desenvolvido um sistema, um projeto de classificação nacional, que tem mostrado grande aceitação e aplicação em várias operações de programas de mapeamento (apud Avery et al., 1990).

Com dois níveis de detalhe, o Sistema pode ser usado com dados de sensoriamento remoto para várias resoluções e escalas, possibilitando determinar os sistemas de classificação regional e local com mais detalhe. Este é conhecido como sistema de classificação USGS. Como pode ser visto na Tabela 4.1, o Nível I baseia-se principalmente sobre os dados da superfície coberta; o Nível II é resultado da cobertura e do uso do solo.

Tabela 4.1: Sistema de classificação dos dados de Sensoriamento Remoto de uso e cobertura do solo.

NÍVEL I (e cor do Mapa)	NÍVEL II
1 Solo Urbano ou Construído (Cor Vermelho)	11 Residencial. 12 Comercio e Serviços. 13 Industria. 14 Transporte, Comunicações e Serviços Públicos. 15 Complexos Comerciais e Industriais. 16 Solo Urbano Misturado ou Construído. 17 Outros Urbanos ou Solo Construído.

Os códigos de cor são baseados sobre recomendações da União Geográfica Internacional (modificado-Avery et al., 1990).

Na interpretação da imagem busca-se identificar a cobertura do solo, o padrão e as formas, e os meios de derivar informação sobre uso do solo. Isto é possível com a categorização desenvolvida pelo Sistema de classificação USGS, em que os tipos de uso do solo e cobertura de solo, podem se relacionar a sistemas de classificação da capacidade do solo, vulnerabilidade para certo manejo prático, potencial para alguma atividade particular, na determinação do valor do solo, ou para outro tipo qualquer de informações.

4.5.1 - Critérios de Classificação

O sistema de classificação de uso do solo e cobertura do solo desenvolvido pelo USGS, em que pode efetivamente empregar-se dados orbitais e sensores remotos de grande altitude, devem satisfazer os critérios seguintes:

- precisão na interpretação e identificação de categorias de uso do solo e cobertura do solo a partir dos dados de sensores remotos;
- a precisão de interpretação para várias categorias devem ser todas iguais;
- resultados temporais repetitivos devem ser disponíveis desde um interpretador para outro e de um período de tempo para outro;
- o sistema de classificação deve ser aplicável sobre áreas extensas;
- a categorização deve permitir que a vegetação e outros tipos de cobertura do solo sejam usados como fontes de informação substitutivas;
- o sistema de classificação deve prever seu uso com dados de sensoriamento remoto obtidos em diferentes períodos de tempo;
- será permitido o uso efetivo de subcategorias, obtidas a partir de grandes levantamentos, ou desde o uso de grandes escalas ou de dados realçados pelo sensor;
- deverá ser possível a agregação de dados em categorias;
- comparações com futuros usos do solo deverão ser possíveis; e
- os múltiplos usos de solo devem ser reconhecidos quando for possível.

4.5.2 - Áreas Mínimas e Resolução da Imagem

A área mínima que pode ser analisada e classificada para uso e cobertura do solo dependerá:

- da escala e resolução da imagem original do sensor ou dado fonte (origem);
- da escala do dado de compilação ou interpretação da imagem; e
- da escala final da informação do uso do solo ou mapa.

As recomendações previsíveis da Tabela 4.2 são diretrizes aproximadas e não absolutas, que facilitarão a análise, a respeito da escala da imagem, altura do vôo, e dos níveis de classificação.

Tabela 4.2: Altitude apropriada de vôo e escala da imagem para interpretação manual de uso e cobertura do solo.

Nível Classificação	Plataforma do Sensor ou Altitude	Faixa Aproximada de Escalas da Imagem
I	Satélites de Terra	1:250.000 to 1:500.000
II	9.000 - 22.000 m.	1:60.000 to 1:25.000
III	3.000 - 9.000 m.	1:20.000 to 1:60.000
IV	1 200 - 3.000 m.	1:8.000 to 1:20.000

Fonte: modificado-Avery et al., 1990

4.5.3 - Classificação Ampliada

Uma das virtudes principais de um sistema hierárquico de classificação, como o USGS, é que sua estruturação não impede o desenvolvimento de categorias a um maior nível de detalhe. Esta característica traz a possibilidade de agregação ou desagregação de unidades de uso do solo e solo coberto que apresentem dificuldades de classificação.

O sistema USGS aponta para completar a padronização aos níveis I e II somente, mas os usuários do sistema de classificação podem desenvolver suas próprias subcategorias de nível II ao IV. A Tabela 4.3 mostra como um solo residencial poderia se subdividir em um nível de classificação III. Esta classificação particular emprega como critérios a densidade, tipo, altura e fase de construção para discriminar os fatores entre classes.

Tabela 4.3: Exemplos de subdivisões em um Nível III classificação de uso do solo e cobertura do solo.

NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III
1 Urbano ou Solo Construído	11 Residencial	111 Unidade familiar - simples (<5 und/0,5 ha.) 112 Unidade familiar - simples (>5 und/0,5 ha.) 113 Unidades multifamiliares (simples - andar) 114 Unidades multifamiliares (múltiplas - andar) 115 Unidades de casa móvel. 116 Propriedade residencial (área de lote > 2 ha.) 117 Residências de baixa construção. 118 Outras residências.

Fonte: modificado-Avery et al., 1990

4.6 - MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DO SOLO

A identificação e mapeamento das mudanças no uso e cobertura do solo no tempo, dentro da análise do desenvolvimento de uma área, é um dos mais valiosos indicadores do crescimento rural, urbano e industrial. Estas mudanças podem indicar tendências usadas para prever padrões futuros de uso do solo. Dados sequenciais obtidos do Sensoriamento Remoto cumprem um papel importante possibilitando a um intérprete treinado na identificação e mapeamento das mudanças no uso e cobertura do solo para dois ou mais distintos tempos. Geralmente fotografias aéreas sequenciais são usadas para construir a sequência histórica de mudanças no crescimento urbano e para prever e planejar futuras mudanças.

Por vários motivos as categorias de Nível II do sistema USGS são adequados para monitorar e avaliar as mudanças no uso e cobertura do solo em áreas urbanas e regiões meio-ambientais (Tabela 4.4). As categorias de Nível II podem usualmente ser interpretadas, com confiança a partir de fotografias aéreas de grande altitude (Tabela 4.3). Ainda que, quanto mais detalhes são desejados, podem surgir problemas na identificação, requerendo-se, nesse caso verificações em fontes de informação suplementares, mapas de usos do solo, e incluindo grandes levantamentos e entrevistas com os residentes locais.

A escolha ótima da escala de fotografia - e, portanto, o nível de detalhe requerido - é uma função do objetivo do estudo. Por exemplo, pequenas escalas de fotografias (1: 120.000) são melhores situadas para o exame geral de grandes áreas urbanas. No entanto, fotografias de grande escala (1:10.000 e superiores) são necessárias para estudos em que mais detalhes são necessários. Na última escala, por exemplo, pequenas construções são bem diferenciadas e os tipos de veículos são claramente evidentes.

É importante lembrar que o uso de fotografias aéreas em uma escala pequena é necessário quando se requer resultados em trabalhos com menor precisão, porém uma escala maior, quando necessária, causarão um dispêndio e trabalho adicional na análise um maior número de fotografias. A informação com respeito as escalas de fotos e os objetivos para que as escalas sejam precisas é apresentado na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Faixas de escala da fotografia aérea e usos do solo no meio ambiente.

ESCALA	USO
1:10.000-1:30.000	Detalhes discerníveis em escalas precedentes; inventário do nível IV uso do solo e cobertura do solo; assistência de danos por desastres para construções e estruturas individuais; seleção de lugares de shopping center e escolas; identificação de grupos industriais.
1:10.000- ou maior	Detalhes discerníveis em escalas precedentes, seleção de rotas de estradas; detalhe assistência danos por desastres; determinação da qualidade de alojamento; estudos de estacionamento e transportes; classificação e inventário de construções; identificação de indústrias específicas.

Fonte: modificado-Avery et al., 1990

4.7 - CLASSIFICAÇÃO MULTIESPECTRAL

Crósta (1992) define a classificação multiespectral como o processo de atribuir cada pixel de uma imagem a um grupo de classes; e estabelece três passos prévios a se cumprir:

- determinar um conjunto de classes, cujas propriedades são conhecidas, antes de iniciar a classificação;
- assumir que qualquer pixel na imagem pertence necessariamente à uma dessas classes;
- determinar que algumas propriedades e características observáveis na imagem, podem servir na definição das classes e não somente os valores da reflectância;

Existem duas abordagens na classificação multiespectral de imagens. A primeira denomina-se Classificação Supervisionada, e a segunda chamada de Classificação Não-supervisionada, onde ambas são baseadas em regras estatísticas de agrupamento preestabelecidas (*statistical clustering*), ou métodos de discriminação (Davis et al., 1992).

4.7.1 - Classificação Supervisionada

Nesta classificação é necessário conhecer alguma característica da área a ser classificada, buscando-se estabelecer um padrão de comparação, com o qual os pixels desconhecidos da imagem serão comparados para se definir a que classe pertencem. Os pixels são amostrados

como informação das classes na imagem, junto a funções discriminantes fundadas na informação do espectro observado às propriedades das classes selecionadas.

Existem vários métodos através dos quais se pode fazer essa comparação do pixel desconhecido ao pixel do conjunto de classes que são: Paralelepípedo, Distância Mínima e Máxima Verossimilhança. A maioria de *Softwares* disponíveis no mercado possibilitam o uso desses métodos.

4.7.2 - Classificação Não - Supervisionada

Esta classificação aborda agrupamentos individuais de pixels dentro de uma classe espectral, sobre a base da medida dos valores da reflectância nas bandas originais ou na transformação destas. Sendo associadas as classes espectrais ao agrupamento das classes da área urbana na imagem. Segundo Crósta (1992), geralmente esta classificação baseia-se no princípio que o computador (*software* usado) é capaz de identificar as classes dentro de um conjunto de dados. Os vários agrupamentos (*clusters*) são automaticamente identificados e usados para a classificação.

O Sistema de Classificação Multiespectral apresenta um bom nível de discretização no tratamento da cobertura de grandes áreas. Como ressalta Crósta (1992) com esta classificação os resultados na indicação dos tipos de cobertura caracterizados apenas por variações de intensidade, são satisfatórios. No entanto para o agrupamento de classes a nível urbano requer-se mais detalhe, e os resultados aparecem muito distantes das classificações obtidas pela foto-interpretação. O maior problema é a grande simplificação do sistema frente à enorme complexidade de características na imagem, e o fato de basear-se somente no agrupamento de valores de intensidade espectral.

4.8 - SENSOREAMENTO REMOTO E OS SIG

Um dos primeiros trabalhos na área de transporte urbano, visando o planejamento da rede de transporte urbano por ônibus; fazendo-se uso do sensoriamento remoto, no

monitoramento da expansão urbana da cidade, foi desenvolvido por Ferreira, et al. (1994). Objetivando identificar de que forma ocorreu o crescimento urbano, as áreas de maior concentração populacional e os principais pólos de atração de viagens, foram analisadas utilizando-se fotografias aéreas de diferentes épocas e uma imagem de satélite. Segundo este estudo quando existe uma série de fotografias de diferentes épocas de uma mesma região, em intervalos de tempo regulares, as transformações podem ser monitoradas e estudadas (Anderson, 1979) apud Ferreira et al. (1994).

Assim, as fotografias aéreas são imagens permanentes que registram uma situação do espaço físico em determinado instante, sendo fundamental sua ligação com informações da dinâmica urbana local. Essas imagens geradas e as informações extraídas daquelas necessitam ser integradas com outros tipos de informação, representados na forma de mapas. Esse tipo de uso é muito comum quando se trabalha com SIG.

Embora a fotografia aérea como forma de mapeamento de áreas rurais tem sido largamente utilizada no Brasil, no entanto existe uma grande resistência relativa à sua aplicação em áreas urbanas, principalmente devido a problemas relacionados com a correção da verticalidade de edifícios altos e às sombras causadas por estes. Sendo uma opção de baixo custo que pode se aplicar em cidades de médio e pequeno porte (Pereira, 1994).

No entanto, ao basear um SIG em mapas existentes, corre-se o risco de trabalhar com um conjunto limitado de informações, apenas os que estão apresentadas no mapa, e, na maioria dos casos, informações desatualizadas. Enquanto que conceitualmente a fotografia aérea traduz uma significativa simplificação frente ao mapa de traços (*vetorial*), pois toda a parte planimétrica é substituída pelas características da imagem fotográfica, com a vantagem de uma vez estando em meio digital deve-se converter as informações do formato raster para vetorial, pois a inter-relação dos dados alfanuméricos no ambiente SIG é feita com elementos vetoriais.

4.9 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

- Embora todos os softwares de SIG permitam apresentar uma imagem digital como uma informação de "*background*" ou de fundo, o uso e exploração das potencialidades da mesma é conservadora (Graça, 1994), embora a maioria dos SIGs tradicionais não possuem ferramentas para tratamento, análise e interpretação das imagens, e classificação do uso e cobertura do solos que permitam a atualização da base de dados. Assim as mais recentes tendências apontam a o uso de técnicas de Inteligência Artificial (IA), para se resolver novos sistemas em que o conceito de SIG deve ser ampliado para incluir imagens de sensoriamento remoto (Câmara, 1996).
- Porém a identificação das características da área de estudo e seu tratamento podem ser realizadas antes de ser utilizadas as fotografias aéreas dentro dos SIG; com o uso de sistemas de classificação como o desenvolvido pelo USGS, e o tratamento estatístico das suas características. Assim, obtendo-se dados espaciais que possam se inter-relacionar no ambiente interno do SIG. Novos dados em intervalos regulares de tempo, poderão ser gerados apresentando precisão adequada, e permitindo observar as características do desenvolvimento e a extensão das mudanças da área de estudo, bem como sua respectiva análise.
- Existem já, aplicações a nível regional nos Estados Unidos, mostrados no estudo desenvolvido por Gallimore et al. (1992). Neste estudo foram utilizadas imagens SPOT e LANSAT, objetivando desenvolver e aplicar um método de análise e classificação do impacto do uso do solo, como resultado da implantação de corredores de transporte. Assim os impactos diretos e induzidos podem ser avaliados usando modelos econômicos junto aos dados das imagens de satélite. Mas recentemente no Brasil, Bartoli et al. (1996) desenvolvem uma metodologia para avaliar a acessibilidade locacional de paradas de ônibus, fazendo uso de recursos de sensoriamento remoto associados ao SIG. Assim consegue-se avaliar através da fotografia aérea os deslocamentos dos usuários de transporte até chegar ao ponto de embarque, determinando-se o nível de serviço das paradas de ônibus.

5 - METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA GERAÇÃO DE VIAGENS POR SETORES AGREGADOS HOMOGÊNEOS COM O USO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E SENSOREAMENTO REMOTO (SR)

5.1 - INTRODUÇÃO

No planejamento dos Transportes a delimitação de Zonas de Tráfego é um método tradicional que tem por finalidade a divisão da área de estudo em unidades mais homogêneas, possibilitando a análise das viagens produzidas e atraídas (O'Neill, 1991), em função de diversos parâmetros sócio-econômicos, geográficos e populacionais. Esses parâmetros são gerados através de extrapolações estatísticas e hipóteses baseadas em informações estimadas, ou de dados censitários obtidos a cada dez anos (Censos da Fundação IBGE). De fato, a carência de informações atualizadas das condições urbanas e populacionais, faz-se com que seja necessário o desenvolvimento de métodos para obtenção destes dados entre os períodos inter-censitários, mais confiáveis e de baixo custo. Uma proposta para atingir tais fins, fazendo o uso do Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), é descrita no presente capítulo. O objetivo é desenvolver uma metodologia de setorização a partir dos dados contidos nas fotografias aéreas, para a definição de “Setores Agregados Homogêneos (SAH)” e da geração de viagens para os mesmos, uma vez que o tecido urbano reflete as características sócio-econômicas das populações nelas residentes (Hani et al., 1988).

Assim, baseados nos fundamentos dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) expostos no capítulo 3, ligado aos do Sensoriamento Remoto (SR) com o tratamento das fotografias aéreas, expostos no capítulo 4, desenvolve-se a metodologia definida para a análise e classificação dos dados contidos na imagem e no modelo de geração de viagens para setores agregados homogêneos. Através desta análise é proposta a definição dos parâmetros a serem usados na obtenção das classes foto-interpretadas homogêneas (CFI), na seção 5.2. Nas seções seguintes apresenta-se uma descrição detalhada do modelo implementado de

geração de viagens para setores agregados homogêneos (SAH), bases fundamentais do estudo de caso no capítulo 6 e 7.

5.2 - DEFINIÇÃO DAS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS HOMOGÊNEAS (CFI)

O desenvolvimento metodológico desta etapa constituiu-se num processo interativo de trabalho, entre a formulação teórica do Sistema de Classificação do USGS, vista no capítulo 4, e a verificação prática das variáveis significativas na área de estudo, para a determinação das classes foto-interpretadas homogêneas e posteriormente dos Setores Agregados Homogêneos.

5.2.1 - Classes Foto-interpretadas

Inicialmente, o processo geral da análise de qualquer tecido urbano deverá envolver a delimitação de macro-setores agregados homogêneos, buscando uma compreensão geral da área e visando a separação das áreas residenciais, daquelas construídas para outros fins. Esses macro-setores deverão ser definidos em função dos seguintes critérios:

- caracterizar os diferentes segmentos da área urbana em termos da sua posição na estrutura local. Isto é possível, observando alguns elementos básicos da imagem como forma, tamanho, tonalidade e sombra dos objetos de interesse, que no caso são os lotes, as casas, as limites de fundo de lote, o sistema viário, as árvores, muros, cercas, veículos, praças, áreas livres, e outras construções;
- através de outros elementos da imagem como o padrão fotográfico (níveis de cinza), e a textura fotográfica (geometria dos objetos), dever-se-á examinar a agregação dos objetos individuais de interesse e definir a composição do setor;
- realizar o exame de localização de cada objeto (habitação), ou composição de objetos (setor habitacional) com relação ao seu entorno, ou seja com referência aos outros elementos da estrutura urbana como centro comercial, rodovias, área rural, e outros.

Estes critérios devem permitir caracterizar os macro-setores, agrupados conforme na Tabela 5.1. O Nível I, classifica somente em área urbana construída e não construída. O Nível II, estabelece uma preponderância da classe Residencial, seguida do Comércio, Transporte, Comunicações e Serviços Públicos, Usos Urbanos Mistos, e Outros. Sobre esta identificação dos macro-setores, passa-se trabalhar na análise das características típicas de cada segmento do setor de acordo com o Nível III (Tabela 5.1), e assim definir as Classes Foto-interpretadas Homogêneas, localizadas seguidas no Nível IV, da Tabela 5.1, ainda como os indicadores das classes foto-interpretadas (f_k, f_{k+1}, \dots, f_n). A análise individual de cada Classe deverá fundamentar-se nos parâmetros seguintes:

- tamanho do lote;
- ocupação do lote (recuos laterais, frontais e de fundo);
- presença e proporção de áreas verdes;
- presença e tratamento de jardim e quintais;
- tipologia da construção (térreas, germinadas, isoladas, de pavimentos, meia água, barracos, etc);
- uso do solo, seja residencial único ou misto;
- densidade construtiva;
- ocupação espontânea ou planejada, regular ou irregular;
- idade do Setor; e
- topografia.

A avaliação, dos macro-setores em função destes parâmetros, permite estabelecer os tipos de padrões que diferenciam uma classe de outra, e que agrupados de acordo aos atributos comuns de cada classe foto-interpretada permitirá determinar os Setores Agregados Homogêneos, conforme poder-se-á observar no Capítulo 6 no estudo de caso.

5.3 - MODELO PARA GERAÇÃO DE VIAGENS PARA CLASSES FOTO-INTERPRETADAS HOMOGÊNEAS (CFI)

Nesta seção apresenta-se uma descrição detalhada do modelo de geração de viagens para Classes Foto-interpretadas Homogêneas (CFI). No item 5.3.1 são explicadas as considerações preliminares para o desenvolvimento do modelo, continuando nos itens seguintes com a formulação teórico-matemática do mesmo. De acordo com a disponibilidade de dados coletados na área de estudo, a formulação do modelo terá como ponto inicial de análise os setores censitários ou as zonas de tráfego. Assim, o processo de modelagem dividir-se-á em duas abordagens: nível desagregado (individual ou domiciliar) ou agregado (zonal), setor censitário ou zona de tráfego, respectivamente. Isso permitirá que o resultado final da modelagem, possa-se agregar ou desagregar de acordo com o respectivo nível.

5.3.1 - Processo de Modelagem da Geração de Viagens

Foi explicitado no Capítulo 2, que a análise da demanda de viagens urbana é o processo de relacionar a demanda por transporte em função do nível, tipo, e localização das atividades sócio-econômicas dentro de um contexto urbano. Processo conhecido também como processo de planejamento do transporte urbano ou modelagem do transporte urbano, o qual segundo Stopher & Meyburg apud Shaw (1993), envolve a sequencial tarefa de análise dos sete passos seguintes:

- **inventário:** o desenvolvimento de uma base de dados acerca do uso do solo, população, viagens e facilidades de transportes;
- **previsão de usos do solo:** uma previsão do futuro sistema urbano que o sistema de transporte atenderá;
- **geração de viagens:** a estimativa total do número de viagens produzidos por/ou atraídas por cada zona de tráfego;
- **distribuição das viagens:** estimativa total dos fluxos Origem-Destino (O/D);

- **escolha modal** (ou escolha do modo): estimativa do número de viagens usando cada um dos modos de viagens disponíveis;
- **alocação na rede**: alocação dos fluxos de tráfego projetados por modos e linhas sobre a rede de transporte; e
- **avaliação**: uma avaliação da rede alternativa em termos de desempenho do sistema e do impacto ao meio ambiente.

Entre os sete passos, do terceiro até o sexto são os quatro maiores estágios que tem recebido a maior atenção no desenvolvimento de modelos. Assim, devido a sua relevância, a modelagem da geração de viagens será focalizada de forma particular.

Dois métodos básicos têm sido tradicionalmente empregados para construir os modelos de geração de viagens: modelos de regressão linear e análise de categorias. Ambos os métodos estabelecem relações entre viagens realizadas e variáveis sócio-econômicas associadas com a análise de unidades censitárias ou zonas de tráfego. Os modelos de regressão linear usam correntemente dados para estimar valores de parâmetros para se projetar futuras viagens produzidas e atraídas. A análise de classificação cruzada estabelece tabelas de taxas de geração de viagens por variáveis sócio-econômicas.

No processo de modelagem da Geração de Viagens, nesta dissertação, assume-se que os seguintes dados do projeto já são criados em um SIG, conforme pode-se observar na Figura 5.1, e são acessíveis para modelar uma extensa área urbana:

- um **mapa layer** do **uso do solo**, que define a existência, distribuição, padrão do uso do solo e documentos com detalhe de dados dos mesmos;
- um **mapa layer** dos **setores censitários** (SC), que armazenem dados demográficos e sócio-econômicos para as áreas do censo;
- um **mapa layer** das **zonas de tráfego** (ZT), que define os limites das zonas de tráfego e a localização de seus centróides;
- um **mapa layer** das **classes foto-interpretadas** (CFI), que define sua localização dentro dos setores censitários e as zonas de tráfego, armazenando dados respectivos da área e do perímetro, assim como a localização de seus centróides.

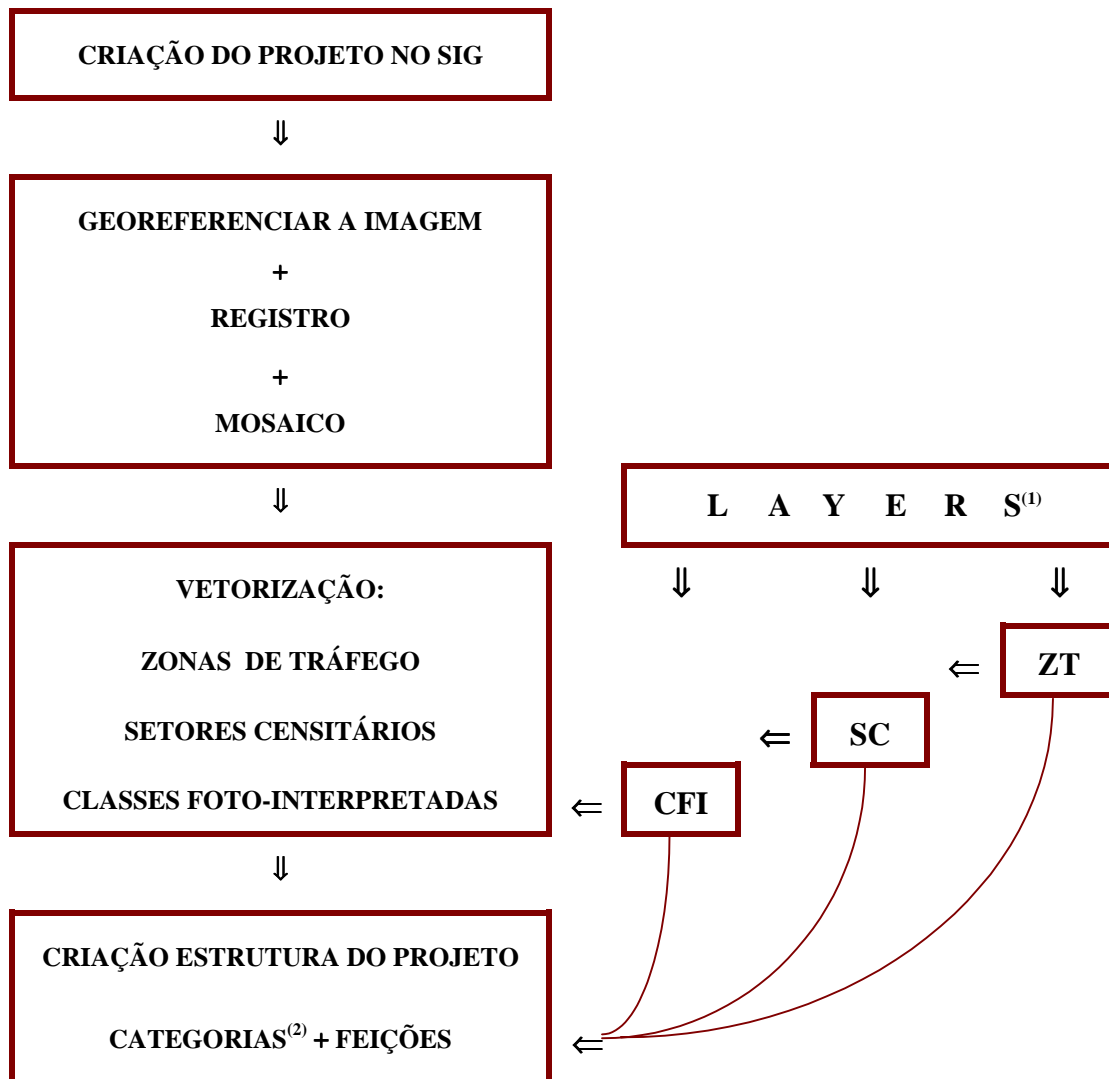


Figura 5.1: Criação dos *layers* no SIG

5.3.2 - Análise Descritiva das Variáveis

Visando o detalhamento e caracterização das variáveis envolvidas no processo de modelagem, apresenta-se a seguir sua descrição qualitativa.

⁽¹⁾ Os layers ou feições são qualquer elemento geográfico representado graficamente num mapa. As feições são os elementos mais importantes do projeto, pois os dados não gráficos estão ligadas a estas.

⁽²⁾ As categorias são caracterizadas como sendo um grupo de feições ou elementos geográficos que tem algum tipo de relação entre si.

5.3.2.1 - Setores Censitários (SC)

A seguir, caracteriza-se a unidade básica de agregação correspondente ao setor censitário do IBGE, assim como as variáveis censitárias correspondentes:

- sc_id = identificador do setor censitário
- sc_area = área do setor censitário (m^2)
- sc_metros = perímetro do setor censitário (m)
- SC_i = setor censitário i . Sendo $\forall i \in \{ 1 \dots m \}$
- $SC_i^{ZT_a}$ = setor censitário i na zona de tráfego a . Sendo $\forall a \in \{ 1 \dots p \}$
- d_{SC_i} = número de domicílios no setor censitário i
- p_{SC_i} = população no setor censitário i
- r_{SC_i} = renda média nominal no setor censitário i
- V^{SC_i} = viagens geradas no setor censitário i
- V^{SC} = total viagens geradas nos setores censitários
- $V^{SC} = \sum_{i=1}^m V^{SC_i}$ (5.1)

5.3.2.2 - Zonas de Tráfego (ZT)

Obviamente, o agrupamento dos setores censitários constituirão uma zona de tráfego. Assim, cada zona de tráfego será caracterizada de forma similar aos setores censitários, como é apresentado a seguir:

- z_id = identificador da zona de tráfego
- z_area = área da zona de tráfego (m^2)
- z_metros = perímetro da zona de tráfego (m)
- ZT_a = zona de tráfego a . Sendo $\forall a \in \{ 1 \dots p \}$

- dt^{ZT_a} = total de domicílios na zona de tráfego a
- $dt^{ZT_a} = \sum_{i=1} d_{SC_i} \cdot \forall i \in ZT_a$ (5.2)

- pt^{ZT_a} = total de população na zona de tráfego a
- $pt^{ZT_a} = \sum_{i=1} p_{SC_i} \cdot \forall i \in ZT_a$ (5.3)

- r^{ZT_a} = renda média nominal na zona de tráfego a
- V^{ZT_a} = viagens geradas na zona de tráfego a
- $V^{ZT_a} = \sum_{i=1} V^{SC_i} \cdot \forall i \in ZT_a$ (5.4)

- V^{ZT} = total viagens geradas nas zonas de tráfego
- $V^{ZT} = \sum_{a=1}^p V^{ZT_a} \cdot \forall a \in \{1 \dots p\}$ (5.6)

5.3.2.3 - Classes Foto-interpretadas (CFI)

- cfi_id = identificador da classe foto-interpretada
- cfi_area = área da classe foto-interpretada (m^2)
- f_k = fator da classe foto-interpretada k . Onde $\forall k \in \{1 \dots n\}$
- $A_{f_k}^{SC_i}$ = área total da classe foto-interpretada k no setor censitário i
- A_{f_k} = área total da classe foto-interpretada k
- $A_{f_k} = \sum_{i=1}^n A_{f_k}^{SC_i}$ (5.7)
- f_k^V = fator das viagens geradas pela classe foto-interpretada k expressa em viagens/ m^2

5.3.3 - Formulação do Modelo Matemático

Dada uma área de estudo, idealizada na Figura 5.2, composta por p Zonas de Tráfego, m Setores Censitários, e n Classes Foto-interpretadas. Desde que os limites da zona de tráfego ZT_a , estejam claramente definidos; e os limites dos setores censitários $SC_i^{ZT_a}$ não excedam os limites das zonas de tráfego, e que as áreas das classes foto-interpretadas $A_{f_k}^{SC_i}$ estejam localizadas dentro dos limites do setor censitário, poderá existir um fator f_k^V expresso em número de viagens geradas ou atraídas por m^2 para cada classe foto-interpretada k , em cada setor censitário i ou zona de tráfego a . Sendo que este fator deverá ser função do número de viagens gerados por setor censitário V^{SC_i} ou gerados por zona de tráfego V^{ZT_a} , de acordo com a agregação ou desagregação das variáveis utilizadas, conforme indicado anteriormente.

5.3.3.1 - Viagens por setor censitário

Para um setor censitário SC_i o número de viagens geradas V^{SC_i} será igual ao produto do fator de viagens da classe foto-interpretada k (f_k^V) pela área total da mesma ($A_{f_k}^{SC_i}$). Para n classes foto-interpretadas e m setores censitários teremos o seguinte sistema de equações:

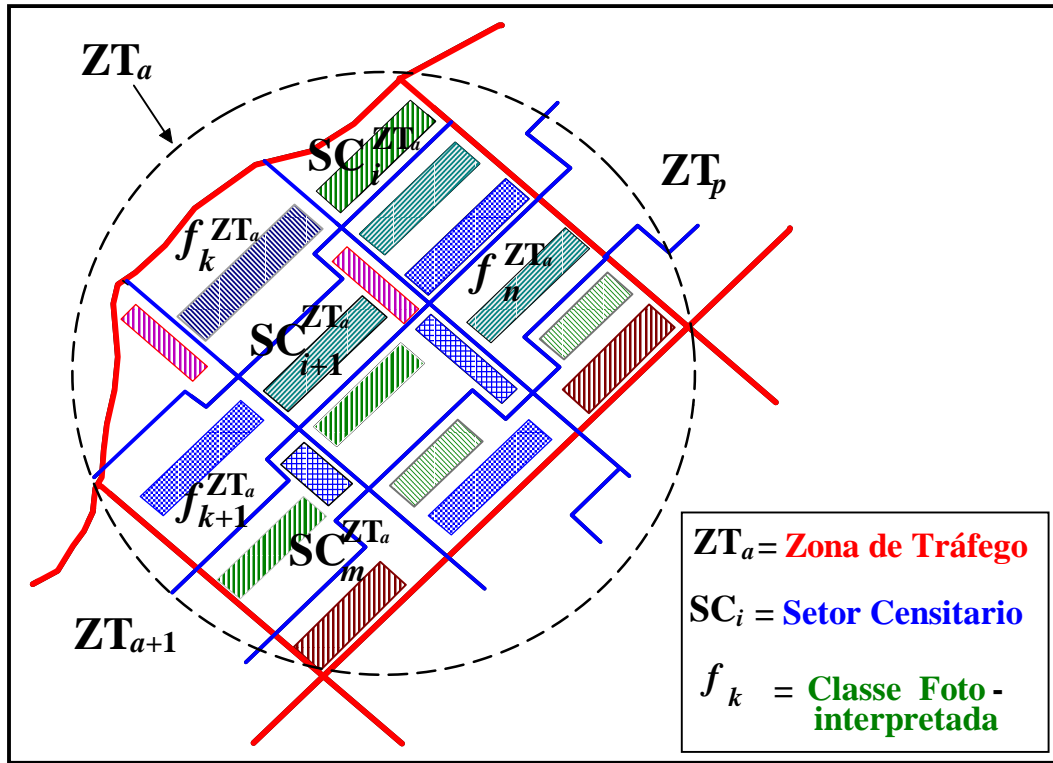


Figura 5.2: Formulação das variáveis representativas

$$\begin{aligned}
 V^{SC_i} &= w_i^{SC_i} + f_k^V A_{f_k}^{SC_i} + f_{k+1}^V A_{f_{k+1}}^{SC_i} + \dots + f_n^V A_{f_n}^{SC_i} + U_i^{SC_i} \\
 V^{SC_{i+1}} &= w_{i+1}^{SC_{i+1}} + f_k^V A_{f_k}^{SC_{i+1}} + f_{k+1}^V A_{f_{k+1}}^{SC_{i+1}} + \dots + f_n^V A_{f_n}^{SC_{i+1}} + U_{i+1}^{SC_{i+1}} \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 V^{SC_m} &= w_m^{SC_m} + f_k^V A_{f_k}^{SC_m} + f_{k+1}^V A_{f_{k+1}}^{SC_m} + \dots + f_n^V A_{f_n}^{SC_m} + U_m^{SC_m}
 \end{aligned}$$

Supondo que a variável V^{SC_i} , dependa dos valores assumidos pelas variáveis independentes $A_{f_k}^{SC_i}$, $A_{f_{k+1}}^{SC_i}$, \dots , $A_{f_n}^{SC_i}$, $\forall i \in \{1, 2, 3, 4, \dots, m\}$ e $\forall k \in \{1, 2, 3, 4, \dots, n\}$, então a determinação dos f_k^V , f_{k+1}^V , f_n^V poderá ser obtida pela **regressão linear múltipla**, estabelecendo-se que essa dependência seja expressa por:

$$V^{SC} = w + f_1^V A_{f_1} + f_2^V A_{f_2} + \dots + f_n^V A_{f_n} + U \quad (5.8)$$

onde:

V^{SC} = estimativa do total de viagens geradas nos setores censitários;

w = constante de regressão

f_k^V = fator das viagens da classe foto-interpretada k , $\forall k \in \{1, 2, 3, 4, \dots, n\}$;

A_{f_k} = área total da classe foto-interpretada k , $\forall k \in \{1, 2, 3, 4, \dots, n\}$;

U = componente aleatória (erro), que expressa as variações das medidas, e as influências das variáveis que foram omitidas no modelo.

O ajuste dos valores dos fatores foto-interpretados f_k^V será através da regressão linear múltipla entre os valores observados e obtidos pelo método dos mínimos quadrados. Este método especifica que retirada uma amostra de x observações das variáveis V^{SC_i} , $A_{f_k}^{SC_i}$ $\forall SC_i$ com $i \in \{1, 2, 3, 4, \dots, m\}$, deve-se, a partir desses dados determinar as estimativas w , f_1^V , \dots , f_n^V , para obter a equação 5.1. Assim o cálculo dos valores w , f_1^V , \dots , f_n^V , será tal que os quadrados dos desvios dos valores observados em relação aos estimados para V^{SC} sejam mínimo. Vários autores abordam os aspectos teóricos das técnicas de mínimos quadrados (Costa Neto, 1977), como também, existem vários programas computacionais desenvolvidos para a sua solução, razão pela qual não será abordado neste item da modelagem.

5.3.3.2 - Viagens por zona de tráfego

Para uma zona de tráfego ZT_a o número total de viagens geradas naquela zona V^{ZT_a} será igual ao produto do fator de viagens da classe foto-interpretada (f_k^V) pela área total da

classe foto-interpretada k localizada nessa zona ($A_{f_k}^{ZT_a}$). Para n classes foto-interpretadas e p zonas de tráfego, teremos o seguinte sistema de equações:

$$\begin{aligned}
 V^{ZT_a} &= u_a^{ZT_a} + f_k^V A_{f_k}^{ZT_a} + f_{k+1}^V A_{f_{k+1}}^{ZT_a} + \dots + f_n^V A_{f_n}^{ZT_a} + U_a^{ZT_a} \\
 V^{ZT_{a+1}} &= u_{a+1}^{ZT_{a+1}} + f_k^V A_{f_k}^{ZT_{a+1}} + f_{k+1}^V A_{f_{k+1}}^{ZT_{a+1}} + \dots + f_n^V A_{f_n}^{ZT_{a+1}} + U_{a+1}^{ZT_{a+1}} \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 V^{ZT_p} &= u_p^{ZT_p} + f_k^V A_{f_k}^{ZT_p} + f_{k+1}^V A_{f_{k+1}}^{ZT_p} + \dots + f_n^V A_{f_n}^{ZT_p} + U_p^{ZT_p}
 \end{aligned}$$

Um processo semelhante ao desenvolvido para os setores censitários é seguido para a análise das zonas de tráfego, obtendo-se:

$$V^{ZT} = u + f_1^V A_{f_1} + f_2^V A_{f_2} + \dots + f_n^V A_{f_n} + U \quad (5.9)$$

onde:

u = constante de regressão;

U = componente aleatória (erro), que expressa as variações das medidas, e as influências das variáveis que foram omitidas no modelo.

5.4 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

- A partir dos fundamentos dos Sistemas de Informação Geográfica e do Sensoriamento Remoto é possível se desenvolver uma metodologia sistemática de setorização dos dados contidos nas fotografias aéreas. Assim, foi demonstrado que esta metodologia é de fácil compreensão, e que procura refletir ao máximo as características das áreas analisadas (tecido urbano).

- O modelo de geração das viagens desenvolvido pode ser aplicado ao nível dos dados por setor censitário, ou por zona de tráfego. Sendo em ambos os casos imprescindível a agregação dos dados das variáveis censitárias população, número de domicílios e renda.

6 - DEFINIÇÃO DAS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS NA ÁREA URBANA DE SOBRADINHO DF. - ESTUDO DE CASO

6.1 - INTRODUÇÃO

No presente capítulo em um primeiro momento contextualizar-se-á a área de estudo, e uma vez elaborada essa descrição passar-se-á aplicar a metodologia para definição das classes foto-interpretadas homogêneas na área urbana de Sobradinho.

Inicia-se com a descrição, na seção 6.2, do contexto urbano de Sobradinho e das características do uso do solo, para na seção 6.3 apresentar e analisar a base de dados utilizada neste estudo. Posteriormente é feita a análise estatística das variáveis censitárias e de transporte por nível das zonas de tráfego.

No item 6.4, aplica-se a metodologia para a foto-interpretação da área urbana, explicitando todos os procedimentos seguidos para o georeferenciamento das fotografias aéreas no SIG e conseqüentemente a obtenção das classes foto-interpretadas homogêneas (CFI). É discutida, ainda nesta seção, a disposição espacial destes setores dentro das zonas de tráfego definidas pela CODEPLAN (Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central) para Sobradinho.

6.2 - CONTEXTO LOCAL

6.2.1 - Características da Cidade de Sobradinho DF

A cidade de Sobradinho localiza-se na fazenda denominada Larga dos Olhos D'água, parte resultante da divisão geodésica do imóvel Sobradinho - Mogi, situado entre o ribeirão Sobradinho, afluente do rio São Bartolomeu, e córrego Capão Comprido, tributário do

Sobradinho (Figura 6.1). Criada em 13 de maio de 1960, em Sobradinho destinava-se fixar a população dos acampamentos de firmas empreiteiras que trabalharam na construção de Brasília. Mais tarde fixaram-se em Sobradinho moradores que compraram regularmente seus lotes, além de populações faveladas, posteriormente assentadas na própria cidade (CODEPLAN, 1984).

A cidade-satélite de Sobradinho ocupa uma área urbana da Região Administrativa IV localizada a cerca de 23,5 km a nordeste de Brasília as margens da Rodovia BR - 020, com uma população da Região Administrativa projetada para 1996 de 93160 habitantes (CODEPLAN - IBGE - IDHAB/DF, 1996) os quais na sua grande maioria desenvolvem atividades ligadas ao Plano Piloto.

Sobradinho apresenta uma estrutura industrial pouco diversificada. A produção de minerais não metálicos, principalmente o cimento, constitui a especialização local. Enquanto que as atividades de serviços encontram-se voltadas para o comércio de mercadorias, transporte e comunicação, prestação de serviços, atividades sociais e de administração pública.

6.2.1.2 - Uso do Solo Urbano

Segundo a concepção do projeto urbanístico de Sobradinho (Figura 6.2), a cidade dividiu-se nos seguintes setores (CODEPLAN, 1984):

- Setor Residencial e/ou comercial, unidade celular da cidade, formada por conjuntos divididos em projeções (destinadas a habitação coletiva), lotes residenciais e lotes comerciais. Nas laterais de cada quadra encontram-se áreas reservadas ao comércio local (CL) em cujas extremidades ficam as áreas especiais e áreas reservadas. Foram previstas, também, áreas para ensino e lazer.
- Quadra Comercial, localizada no centro da cidade formada por quadras e setores relacionados a seguir:
 - Quadra Central propriamente dita, da qual o conjunto é dividido em lotes residenciais, e os outros conjuntos, em projeções para atividades de comércio e serviços;

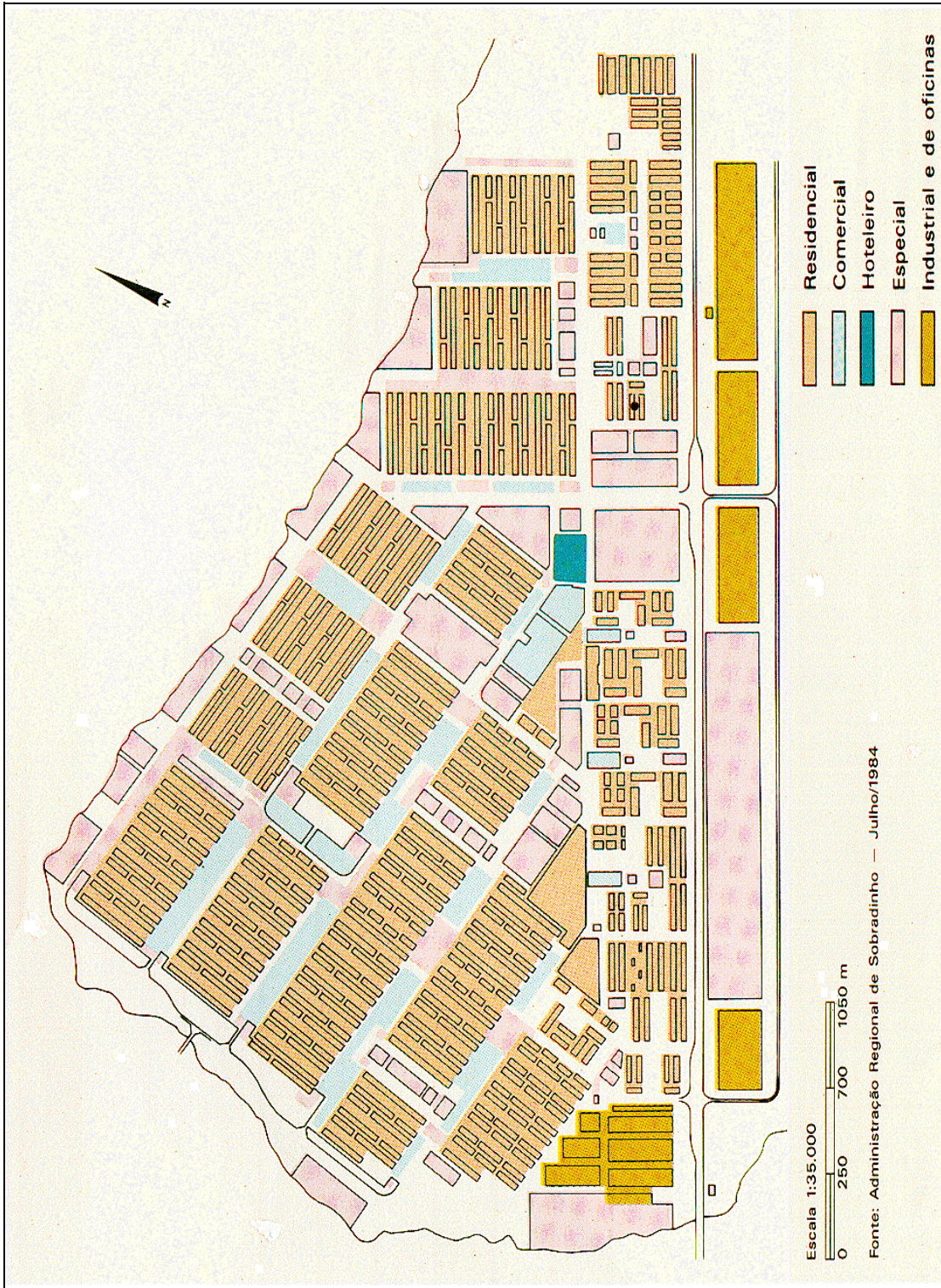


Figura 6.2: Uso do solo urbano em Sobradinho

- Setor Comercial Central;
- Setor Administrativo; e
- Setor Hoteleiro.
- Setor Industrial, para oficinas em geral, pequenas fábricas e depósitos; e
- Áreas Isoladas, Áreas Especiais.

O plano original da cidade sofreu algumas modificações no decorrer de sua implantação. Destacando-se o parcelamento de quatro conjuntos, com um pequeno acréscimo de área, destinado a fixar os moradores das invasões Ribeirão Sobradinho e Lixão.

6.3 - ANÁLISE DOS DADOS DE TRANSPORTE E SÓCIO-ECONÔMICOS

6.3.1 - Dados de Pesquisa Domiciliar - Transporte

Neste item, a base de dados utilizada foi obtida da pesquisa domiciliar - transporte realizada pela CODEPLAN (novembro, 1990), a qual teve como objetivo levantar informações sobre os deslocamentos diários das populações residentes em domicílios particulares urbanos do Distrito Federal, as características sócio-econômicas das populações residentes nas áreas urbanas de cada Região Administrativa do DF., como também as características do domicílio. Desta pesquisa domiciliar foram utilizados os dados da matriz de Origem - Destino (Anexo A), da Região Administrativa de Sobradinho, levantadas pela Empresa de Cláudio Porto Consultores Associados Ltda. contratada pela CODEPLAN para a execução da pesquisa de campo.

O total das viagens por zona de tráfego foi agrupado em viagens internas e externas, considerando o número de zonas de tráfego definidas pela CODEPLAN para Sobradinho. As viagens internas relacionam-se a 14 zonas de tráfego numeradas de 236 a 249 (Figura 6.3). Estas viagens correspondem às realizadas por Transporte Coletivo Ônibus para Todos os Motivos num período de 24 Hrs. (Tabela B1 e Figura B1 em Anexo B), e às realizadas por Todos os Modos e Todos os Motivos num período de 24 Hrs. (Tabela B2 e Figura B2 em Anexo B).

A análise descritiva dos dados estatísticos da Tabela 6.1, mostra que os principais destinos das viagens geradas em Sobradinho são as áreas Internas e o Plano Piloto, atraindo 44 e 45% do total das viagens geradas, respectivamente. Tal fato aponta para um padrão de viagens constituído não só de viagens externas, com grande percentual destinado a áreas internas. Nesta tabela observa-se os pares O/D (origem/destino) entre o Plano Piloto, Sobradinho e Outros (Taguatinga, Guará, Planaltina, etc.). Pode ser observado também, que o maior número de viagens originam-se na ZT 237 com 5.909 viagens, dos quais 47% com destino ao Plano Piloto e 45% corresponde a viagens internas. Em seguida, encontram-se as ZT 241 com 3.517 viagens, e a ZT 242 com 3.131 viagens. Sendo que as ZT 236, 239, 248 e 245 geram menor número de viagens, em função das suas características de uso do solo (industrial, oficinas, comercial), conforme é mostrado na Figura 6.2 de uso do solo urbano de Sobradinho.

Tabela 6.1: Número de viagens por principais destinos e sua percentagem

ORIGEM ZONA DE TRÁFEGO	DESTINO					
	PLANO PILOTO		INTERNO		OUTROS	
	VIAGENS	%	VIAGENS	%	VIAGENS	%
236	21	13	113	70	27	17
237	2769	47	2652	45	488	8
238	1111	44	1309	51	110	4
239	30	18	34	20	105	62
240	1025	52	453	23	463	24
241	1080	31	2038	58	399	11
242	1360	43	1407	45	364	12
243	1590	54	1224	42	119	4
244	352	22	1035	65	191	12
245	205	37	238	43	103	19
246	691	55	348	28	209	17
247	974	50	803	41	155	8
248	-	-	-	-	163	100
249	538	55	385	39	55	6
TOTAL	11746	44	12039	45	2951	11

6.3.2 - Dados do Censo da Fundação IBGE

Os dados utilizados correspondem ao Censo Demográfico realizado no mês de setembro de 1991 pela Fundação IBGE, que tem como base a unidade domiciliar. O arquivo censitário

da Região Administrativa de Sobradinho contém a descrição do registro de 291 variáveis por Setor. Foram selecionadas para o presente estudo as seguintes variáveis:

- Total de Domicílios;
- Total de Casas;
- Número Médio de Pessoas por Domicílio;
- Rendimento em Salários Mínimos;
- Renda Média Nominal dos Chefes de Família (RMN); e
- População Total no Domicílio.

Devido ao número elevado de subdivisões da variável Rendimento em Salários Mínimos agrupou-se algumas delas, como no caso da C81 (Rendimento de até ½ salário mínimo) e C82 (Rendimento de ½ a 1 salário Mínimo), derivando na variável C812 (rendimento de até 1 salário mínimo). O mesmo ocorre com a variável C88 e C89, obtendo-se a variável C889 (Acima de 15 salários mínimos). A variável C90 e C91, em C901 (Sem rendimento/Sem declaração). Por outro lado, a Renda Média Nominal dos Chefes foi dividida pelo valor do salário mínimo daquela data de Cr\$ 42.000,00 (cruzeiros-set/91), obtendo-se faixas de Renda Média Nominal em função de salários mínimos, o que permite uma padronização na análise (Tabela B3 em Anexo B2).

6.4 - DEFINIÇÃO DE SETORES AGREGADOS HOMOGÊNEOS (SAH) NA ÁREA URBANA DE SOBRADINHO

O desenvolvimento desta etapa de estudo foi desenvolvida em função da metodologia proposta no Capítulo 5, iniciando-se basicamente com a identificação dos padrões de unidades homogêneas, e que associados em grupos constituíram as classes foto-interpretadas. A distribuição espacial destas classes na área urbana vieram formar os setores agregados homogêneos.

Para a área de estudo da cidade satélite de Sobradinho no DF, usou-se fotografias aéreas em escala 1:8.000, obtidas da CODEPLAN e georeferenciadas no quadrante do Distrito Federal na área urbana de Sobradinho, fazendo uso do software *I/RAS C (Image Rastering)* produzido pela Intergraph Corporation (1993) módulo do *Mapping/Modular GIS*

Environment⁽¹⁾ -MGE-(1994). O primeiro permitiu uma rápida integração das fotografias aéreas, em formato raster, dentro de uma base vetorial num sistema gráfico. Este possibilitou vectorizar as áreas das classes foto-interpretadas tendo como fundo a imagem rasterizada, trabalhando no ambiente gráfico do MGE.

6.4.1 - Georeferenciamento das Fotografias Aéreas

Para atingir o georeferenciamento das fotografias e conseqüentemente a identificação das classes foto-interpretadas, foi necessário o desenvolvimento do projeto no SIG (MGE) de acordo com as etapas descritas a seguir:

1º Criação do Banco de Dados Relacional: Um banco de dados relacional é um sistema de gerenciamento de dados não gráficos geralmente associados a elementos de desenho, guardados em tabelas de atributos. Assim para se criar e projetar o banco de dados foram necessárias as identificações das entidades (as entidades podem ser pessoas, coisas ou lugares), dos atributos (são as colunas nas tabelas) e suas relações, utilizando-se o software SYBASE (Gerenciador do Banco de Dados).

2º Definição do “Esquema” (Schema) do Banco de Dados: Para o novo projeto procedeu-se a criação de um *Schema* utilizando o *RIS (Relational Interface System)* software que estabelece a ligação com o banco de dados relacional SYBASE. O *Schema* tem por função o agrupamento, organização e hierarquização de todos os tipos de tabelas existentes no projeto.

3º Criação do Projeto no MGE: O projeto é um conjunto de tabelas de dados numéricos, dados geográficos e mapas (estes arquivos guardam todos os elementos geográficos do projeto). O projeto específico desta pesquisa foi identificado como *demanda.mge*

4º Criação das Tabelas Internas do MGE: O MGE oferece tabela padrão, mas também permite que o usuário personalize o projeto mudando os nomes das tabelas de acordo com os seus requerimentos.

⁽¹⁾ O Modular GIS Environment (MGE) é um software produzido pela Intergraph Corporation. É um sistema de gerenciamento de banco de dados capaz de capturar e manipular informações, receber dados para análises, definir projetos no Sistema de Informações Geográficas (SIG), gerenciar dados espaciais e visualizar dados geográficos.

5º Criação das Categorias, Feições e Tabelas: A criação destes três elementos é importante para o projeto, pois possibilitam uma melhor organização e relacionamento entre os elementos geográficos e os dados não gráficos.

- **Categorias:** uma categoria é caracterizada como um grupo de feições ou elementos geográficos, que apresentam algum tipo de relação entre si. Assim, para o presente estudo foram criadas as categorias através do módulo *MGAD (MGE Basic Administrator)*, correspondentes a: zonas de tráfego, setores censitários e classes foto-interpretadas, mostradas na Tabela 6.2. Nessa Tabela a primeira coluna **mmlink** é usada pelo *MGE* para identificar as linhas das tabelas dos dados não gráficos que contêm ligações com as feições. Por sua vez o **Index Name** é definido como o conjunto de categorias.

Tabela 6.2: Categorias para o projeto *demanda.mge*

mmlink	Categoria	Index Name	Index Level	Index Tape
	zonas trafego	I_DEMANDA	1	tiled
	setores censitários	I_DEMANDA	2	tiled
	classes foto_interpretadas	I_DEMANDA	3	tiled

- **Feições:** De suma importância no projeto, as feições são definidas como quaisquer elementos que são representados graficamente num mapa. Assim, ligadas aos dados não gráficos, pode-se associar para cada feição uma tabela do banco de dados. Dois tipos de feições foram criadas, através do módulo *MGAD (MGE Basic Administrator)*, em função das categorias da Tabela 6.2, que são: área de fronteira (area boundary) para as zonas de tráfego, setores censitário e classes foto-interpretadas; assim como, área centróide (area centroid) para o centro das zonas de tráfego, o centro dos setores censitários e o centro das classes foto-interpretadas, como se mostra nas Tabelas 6.3, 6.4 e 6.5.

Tabela 6.3: Feições das zonas de tráfego para o projeto *demanda.mge*

NOME FEIÇÃO	ZONAS TRAFEGO	CENTRO ZONA TRAFEGO
Feature Code	ZAT	CZT
Feature Type	area boundary	area centroid
Feature Category	zonas trafego	zonas trafego
Level	1	10
Style	0	0
Weight	1	5
Color	98	5

Tabela 6.4: Feições dos setores censitários para o projeto *demanda.mge*

NOME FEIÇÃO	SETORES CENSITÁRIOS	CENTRO SETOR CENSITARIO
Feature Code	SEC	CSC
Feature Type	area boundary	area centroid
Feature Category	setores censitários	setores censitários
Level	21	31
Style	0	0
Weight	1	5
Color	6	15

Tabela 6.5: Feições das classes foto-interpretadas para o projeto *demanda.mge*

NOME FEIÇÃO	CLASSES FOTOINTERPRETADAS	CENTRO CLASSES FOTOINTERPRETADAS
Feature Code	CFI	CCFI
Feature Type	area boundary	area centroid
Feature Category	classes foto_interpretadas	classes foto_interpretadas
Level	41	40
Style	0	0
Weight	0	6
Color	3	52

- **Tabelas:** As tabelas estão associadas as feições da forma apresentada na Figura 6.4, onde se observa que a feição centróide de classes foto-interpretadas (CCFI) está ligada com a tabela *classes_foto*; a feição centróide dos Setores Censitários (CSC) com as tabelas *censo_setor* e *censo_91* (dados censitários); e a feição centróide das zonas de tráfego (CZT) com as tabelas *zona_tráfego*, *viagein_c* (viagens internas por transporte coletivo) e *viagein_m* (viagens internas por todos os modos e motivos).

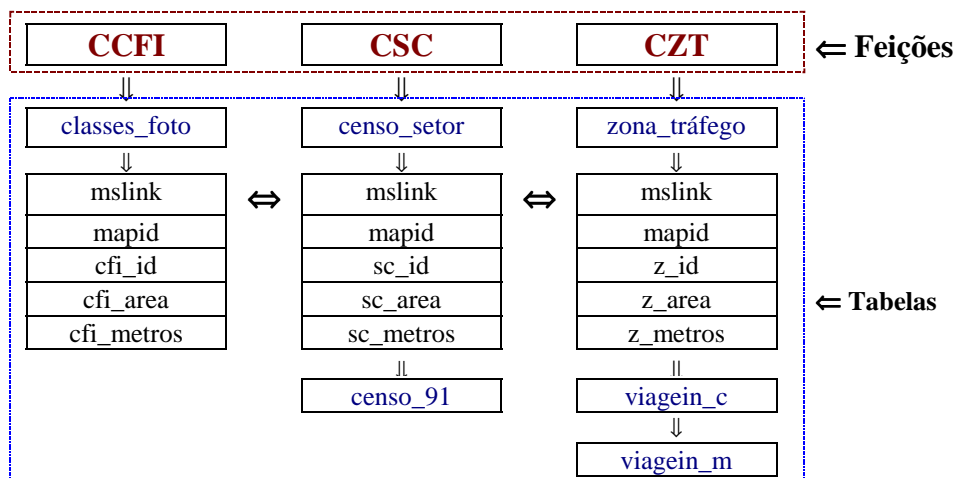


Figura 6.4: Tabelas associadas as feições do projeto *demanda.mge*

6º Construção dos Mapas: Com base no Mapa digitalizado da área urbana de Sobradinho proporcionado pela CODEPLAN (1992) e modificado de acordo com as coordenadas reais (Figura 6.5), passou-se à construção dos mapas em arquivo **dgn** do *MGE* para cada uma das feições criadas juntamente com todas as informações gráficas daqueles mapas. Assim, nas Tabelas 6.6, 6.7 e 6.8 pode-se observar os atributos como: o **Nível** em que se encontram localizados os mapas, o identificador das linhas das tabelas de dados não gráficos (**mmlink**) que liga as feições que representam estes mapas, o identificador da feição ao qual está ligada o mapa (**mapid**), e o identificador específico para cada feição (**zt_id**, **cs_id**, **cfi_id**).

Tabela 6.6: Atributos dos mapas das zonas de tráfego

Categoria: Zonas Tráfego	Nível	mmlink	mapid	zt_id
Trafego1.dgn				
- zonas trafego				
Trafego2.dgn				
- zonas trafego				
- centro zonas trafego				

Tabela 6.7: Atributos dos mapas dos setores censitários

Categoria: Setores Censitários	Nível	mmlink	mapid	cs_id
Censo1.dgn				
- setores censitários				
Censo2.dgn				
- setores censitários				
- centro setor censitario				

Tabela 6.8: Atributos dos mapas das classes foto-interpretadas

Categoria: Classes foto_interpretadas	Nível	mmlink	mapid	cfi_id
Fotink1.dgn				
- classes fotointerpretadas				
Fotink2.dgn				
- classes fotointerpretadas				
- centro classes fotointerpretadas				

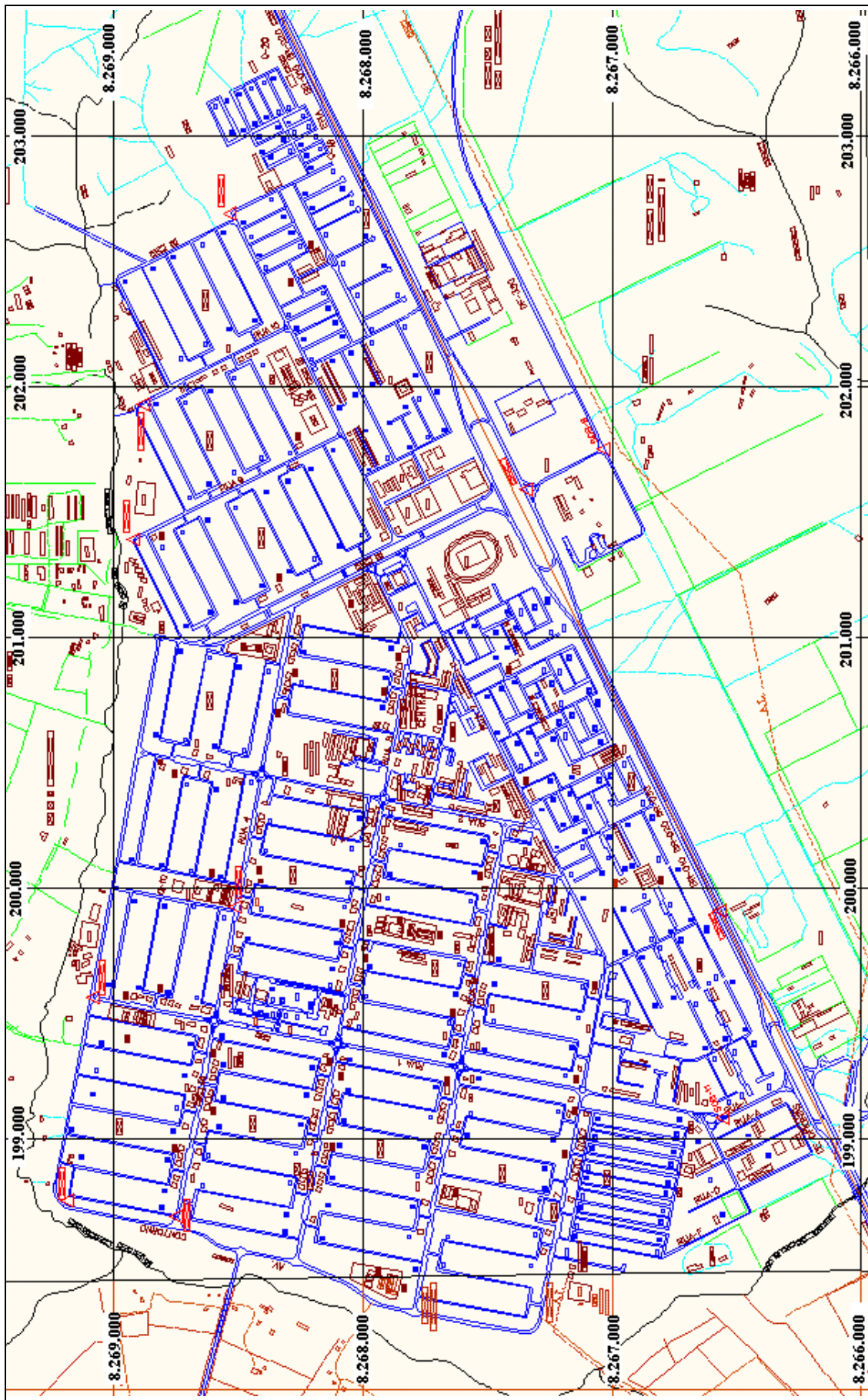


Figura 6.5: Mapa digitalizado da área urbana de Sobradinho (modificado). Fonte: CODEPLAN (1992)

7º Georeferenciamento da Fotografia Aérea no Mapa Digitalizado de Sobradinho: As características das fotografias aéreas que envolvem toda a área urbana, utilizadas no presente estudo, são apresentadas na Tabela 6.9.

Tabela 6.9: Características das fotografias aéreas

NUMERO	FAIXA	ESCALA	DATA
335	FX.501-008	1:8000	Jun/92
337	FX.501-010	1:8000	Jun/92
339	FX.501-012	1:8000	Jun/92
364	FX.502-008	1:8000	Jun/92
366	FX.502-010	1:8000	Jun/92
368	FX.502-012	1:8000	Jun/92

Assim, essas fotografias foram transformadas em formato raster através do scanner em uma resolução de 300 *dpi*. O georeferenciamento das fotografias aéreas no mapa se fez, como já foi indicado, no software *I/RAS C* módulo do *Mapping/Modular GIS Environment (MGE)*. Este processo chamado de Correção Geométrica, visto no Capítulo 4 (item 4.3.1), objetiva a correção da distorção geométrica das imagens por registro digital da imagem em mapa base. A técnica oferecida pelo *I/RAS C* para este processo é da transformação baseada em Pontos de Controle na imagem e no mapa (Figura 6.6).

Ao término desta etapa já é possível a análise das fotografias aéreas para a identificação dos padrões das unidades homogêneas, e conseqüentemente das classes foto-interpretadas, a serem definidas no item seguinte.

6.4.2 - Determinação das Classes Foto-interpretadas na Área Urbana de Sobradinho

Inicialmente, o processo geral da análise do tecido urbano envolveu a delimitação de macro-setores homogêneos em função de uso do solo, buscando uma compreensão geral da área e visando a separação das áreas residenciais e daquelas construídas para outros fins. Esses macro-setores foram definidos em função dos critérios expostos no Capítulo 5 (item 5:2.1).

Com esses critérios foram caracterizados 5 macro-setores, agrupados no Nível II (Tabela 6.12). Sobre a identificação destes macro-setores, passou-se a trabalhar na análise das

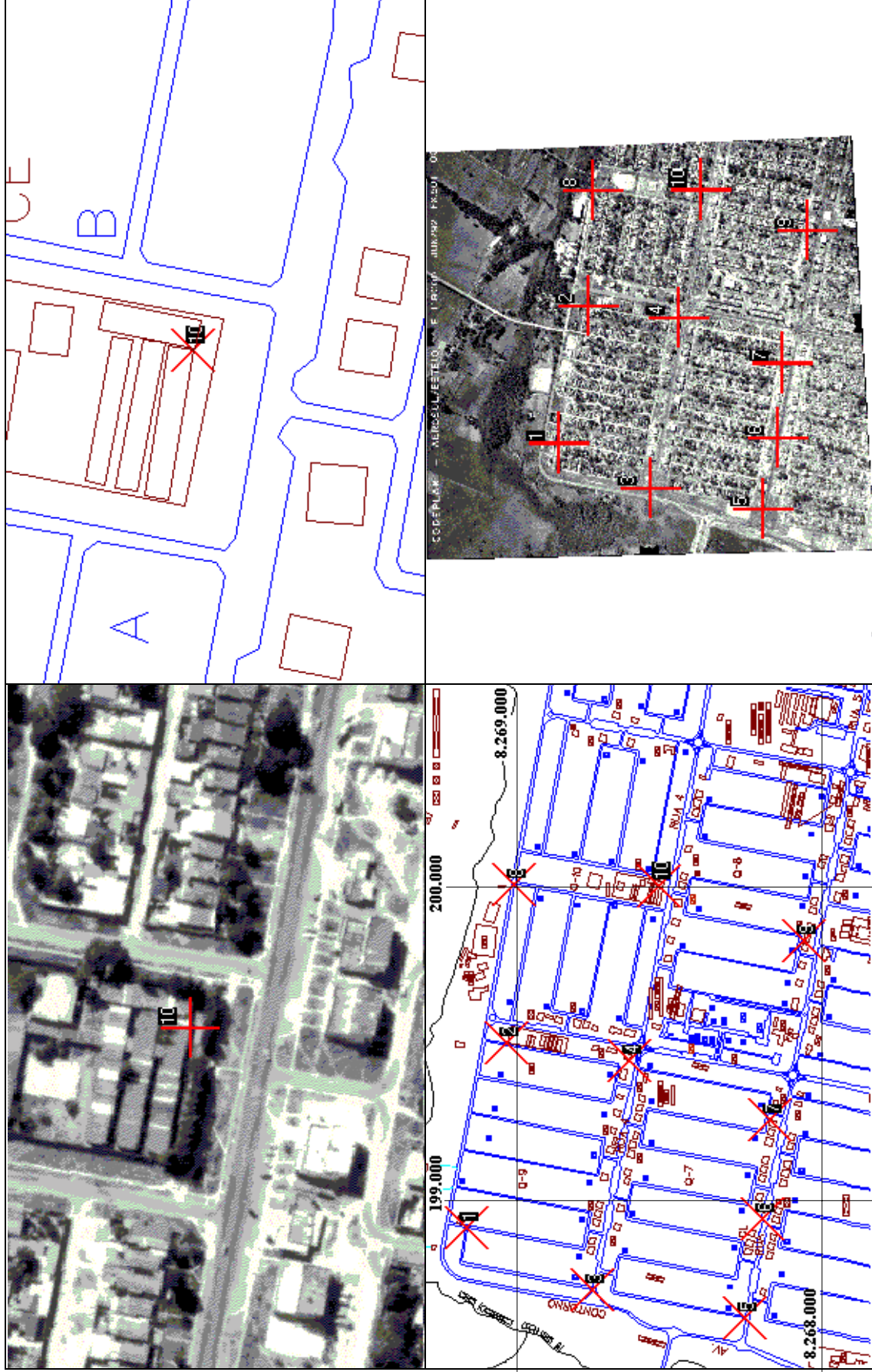


Figura 6.6: Correção geométrica da fotografia aérea

características típicas de cada segmento do setor, e posteriormente definir as Classes Agregadas Homogêneas. A análise individual de cada unidade, foi baseada nos parâmetros desenvolvidos no capítulo 5.

6.4.2.1 - Características das Classes Foto-interpretadas nas Zonas de Tráfego

Segundo a Pesquisa Domiciliar de Transporte da CODEPLAN (1990), Sobradinho foi dividida em 19 Zonas Internas de Tráfego. Essa divisão levou em consideração o agrupamento dos Setores Censitários do IBGE com base nos critérios do censo realizado em 1991, que foram: padrões de uso do solo; dados sócio-econômicos da população; a adequação à malha viária existente; assim como os limites geográficos e políticos da mesma.

Para a área urbana de Sobradinho em estudo, foram identificadas 16 classes foto-interpretadas, cujas características de localização em relação a via, padrão geométrico e padrão fotográfico podem ser observadas na Tabela 6.11. Onde as áreas hachuradas representam a área construída por lote.

Assim as descrições dos setores agregados homogeneamente foram analisadas em função das Zonas de Tráfego (ZT) já existentes e vetorizadas conforme a 6^o etapa do item 6.4.1 (Figura 6.7):

- **ZT 236:**

É identificado nesta ZT duas classes foto-interpretadas. A classe f_{10} constituída como setor de comércio entre quadras, que se encontra distribuída em toda a área de estudo, salvo nas zonas de tráfego 240 e 246. A outra classe f_{16} constituída de uma grande área, embora com pouca construção e de características de ocupação não residencial, denota assim, uma ocupação de atividades diversas como oficinas.

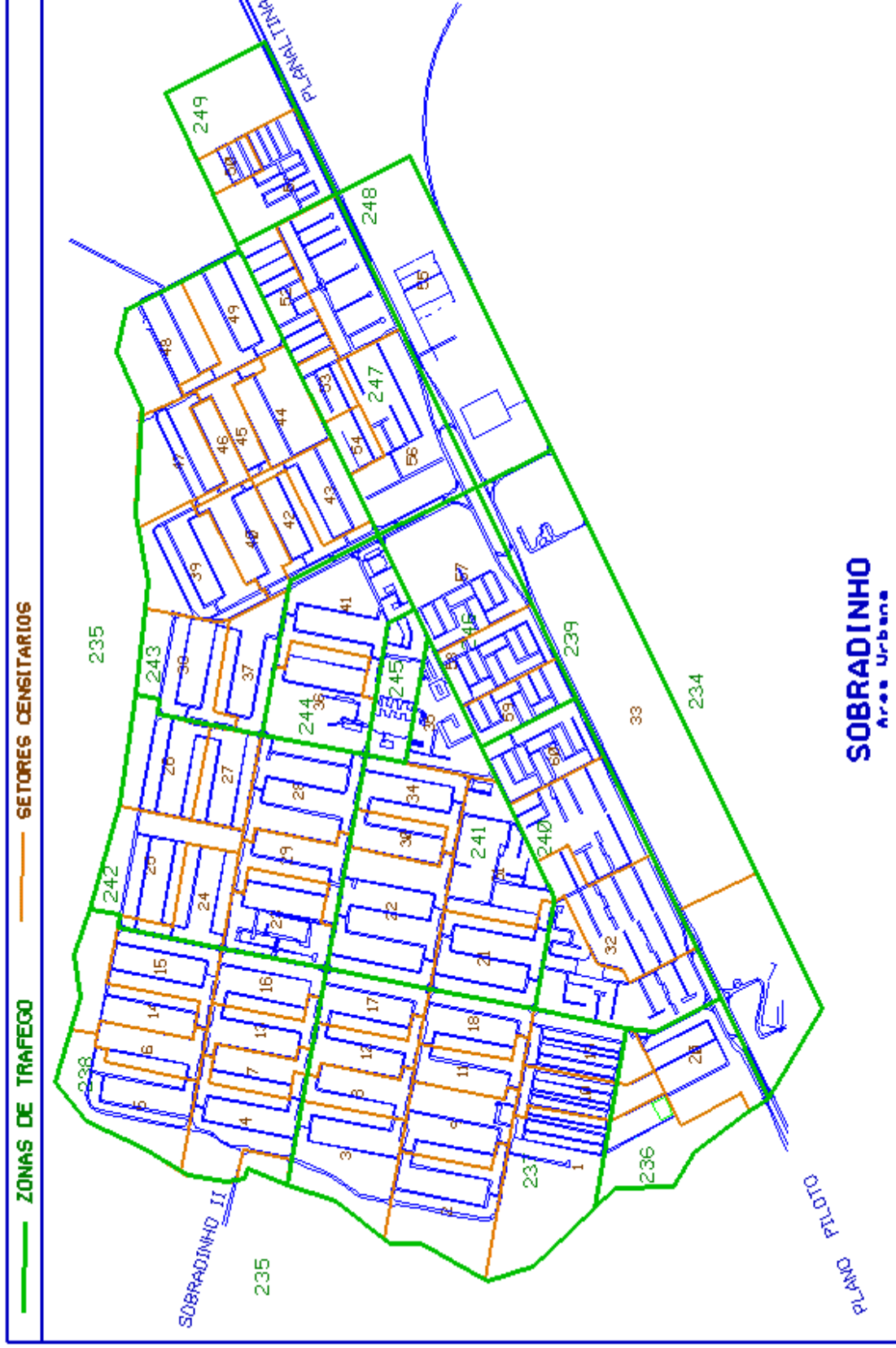
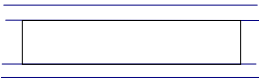
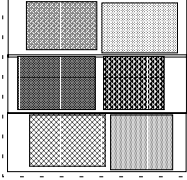

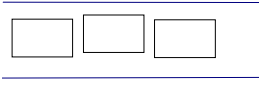
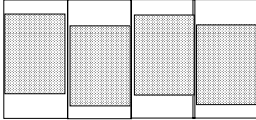

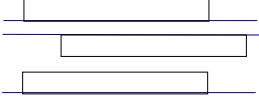
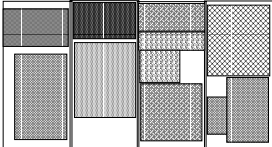

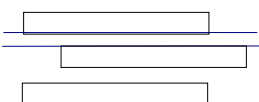
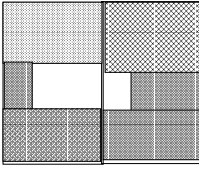

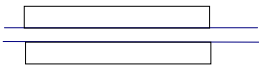
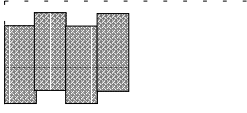

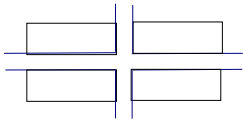
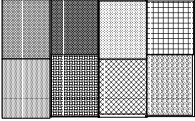

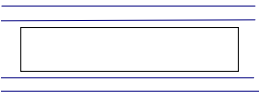
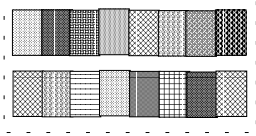

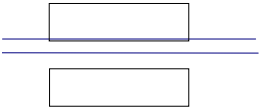
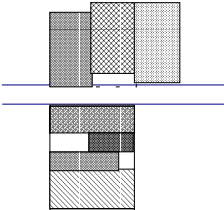

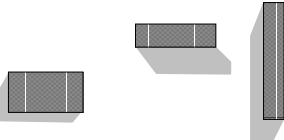


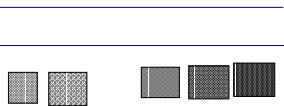

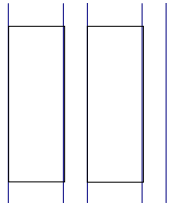
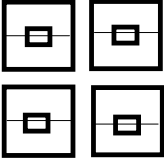

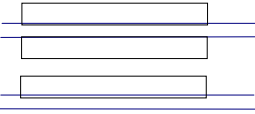
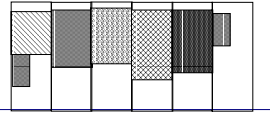

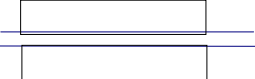
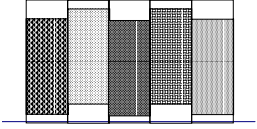

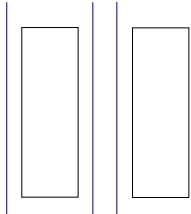
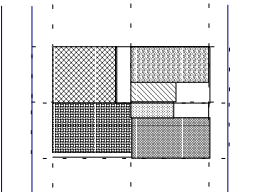
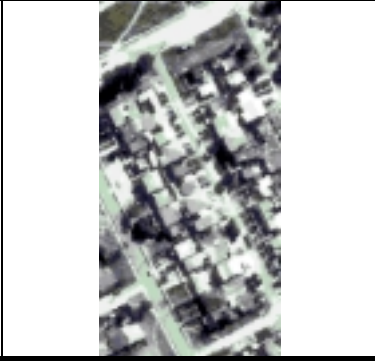
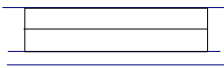
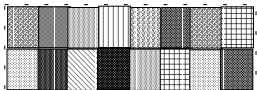
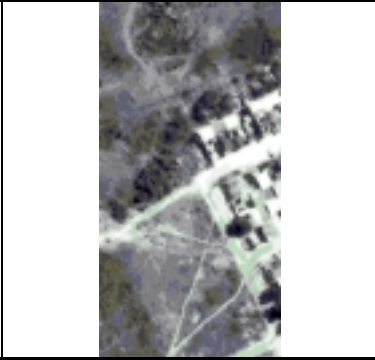
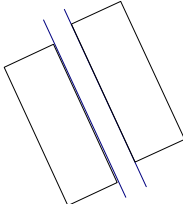
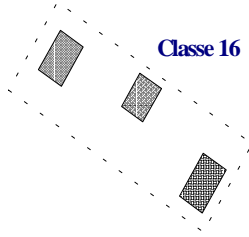



Figura 6.7: Zonas de Tráfego e Setores Censitários vectorizados

Tabela 6.11 : Padronização das classes foto-interpretadas

LOCALIZAÇÃO	PADRÃO-GEOMÉTRICO	PADRÃO-FOTOGRAFICO
	<p style="text-align: center;">Classe 1</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 2</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 3</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 4</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 5</p> 	

LOCALIZAÇÃO	PADRÃO-GEOMÉTRICO	PADRÃO-FOTOGRAFICO
	<p data-bbox="746 271 831 297">Classe 6</p> 	
	<p data-bbox="746 499 831 526">Classe 7</p> 	
	<p data-bbox="746 752 831 779">Classe 8</p> 	
<p data-bbox="403 1211 517 1238">Variada</p>	<p data-bbox="746 1137 810 1164">Classe 9</p> 	
	<p data-bbox="746 1467 815 1494">Classe 10</p> 	
	<p data-bbox="746 1720 815 1747">Classe 11</p> 	

LOCALIZAÇÃO	PADRÃO-GEOMÉTRICO	PADRÃO-FOTOGRAFICO
	<p style="text-align: center;">Classe 12</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 13</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 14</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 15</p> 	
	<p style="text-align: center;">Classe 16</p> 	

- **ZT 237-238:**

São identificados quatro tipos de unidades homogêneas, que agrupadas constituem as classes foto-interpretadas f_1 , f_2 , f_3 e f_4 . A primeira classe f_1 está localizada na Quadra 1 no limite das ZT 236 e ZT 237, e a área total ocupada por esta classe apresenta maior reflectância quando comparada com as outras unidades desta zona. Isto pode ser explicado pela escassa cobertura vegetal, denotando um tempo de ocupação menor que as anteriores. O segundo tipo f_2 corresponde aos lotes localizados na proximidade da via principal que divide as ZT 237 e 238 (limite das Quadras 3, 4, 5 e 6) e que vão desde as ZT 240 até 242. Estas apresentam quintais na parte frontal da casa dando acesso a via, e uma geometria similar entre os lotes. Já as áreas que ocupam a terceira (f_3) e quarta (f_4) classes apresentam respostas espectrais baixas, devido a existência de cobertura vegetal, com presença de árvores. Nota-se em certos aspectos uma similaridade entre estas classes, entretanto o fator adensamento é um ponto divergente. Na classe f_3 os lotes são de maior dimensão, conseqüentemente um menor número de lotes por área é registrado na fotografia. Situação semelhante não acontece com a classe f_4 , onde observa-se um maior número de casas por metro quadrado. Essas duas classes são as que predominam na área urbana, sendo identificadas também na ZT 241, 242, 243 e 244.

- **ZT 240 e 246:**

São identificadas um número de cinco classes diferentes: f_5 , f_6 , f_7 , f_8 , e f_9 . A classe f_5 é caracterizada por estar constituída pela conformação de um conjunto de casas geminadas, em grupos isolados sem vizinhança frontal ou posterior e com os tetos tipo meia água. A classe f_6 , representada por casas também geminadas, com a diferença de encontrar-se agrupadas com vizinhança posterior. A classe f_7 , com uma maior ocupação por área em relação as classes anteriores, apresentou uma resposta espectral média. Esta classe está caracterizada pela distribuição do conjunto de lotes simetricamente com mediação de uma área livre comum entre ambas. O predomínio desta classe nesta zona pode-se observar claramente. A classe f_8 é identificada próxima

aos conjuntos habitacionais, com indícios de ocupação não projetada, de geometria dispersa e com densidade menor que as outras, apresentando pouca área ocupada no lote. A classe f_9 é composta pelos conjuntos habitacionais (prédios), facilmente observados pela sombra que projetam e a geometria homogênea de muitos destes prédios. Encontram-se localizados também nas ZT 241, 246, e 247.

As áreas que ocupam a zona de tráfego 240 e 246 denotam características de ocupação recente, e com indícios de um menor desenvolvimento urbano com relação a toda a área de estudo. Por sua vez também apresenta o maior número de classes foto-interpretadas.

- **ZT 243:**

Repetem-se as classes f_2 , f_3 , f_4 e f_{10} , com a classe f_3 ocupando a maior área nesta zona. Distingue-se também as classes f_{12} e f_{13} , sendo que esta última classe é encontrada também na zona de tráfego 247. A diferença entre estas duas classes está fundamentalmente em função da área ocupada e o tamanho do lote. A classe f_{12} tem um padrão de ocupação da metade do lote e com geometria uniforme, no entanto na classe f_{13} a dimensão do lote é maior e a geometria da construção é dispersa.

- **ZT 247:**

São identificadas as classes f_9 , f_{10} , f_{13} descritas anteriormente e a classe f_{14} , que apresenta uma geometria da área ocupada dispersa com densidade de área construída superior à metade do lote.

- **ZT 249:**

Nesta zona a área ocupada por lote apresenta uma característica popular devido a recente implantação deste setor, indicado no item 6.2.1.3, distinguiu-se duas classes. A classe f_{15} em que as áreas dos lotes são de menor dimensão comparados com as áreas das

outras classes, apresentando também um forte adensamento. A classe f_{16} constituída por casas pré-moldadas, de geometria totalmente uniforme e distribuídas em quarteirões bem delimitados.

Em função da caracterização destas classes foto-interpretadas da Tabela 6.11, da análise anterior por zona de tráfego e de sua localização na área em estudo, construiu-se a Tabela 6.12 das classes agregadas por Nível na área Urbana de Sobradinho.

Paralelamente ao processo de identificação das classes foto-interpretadas, realizou-se a vetorização de cada uma das unidades homogêneas, mostradas nas Figuras 6.8 e 6.9, gerando-se assim, as tabelas das áreas e perímetros para cada classe contidas tanto nos Setores Censitários como nas Zonas de Tráfego (Tabela 1 e Tabela 2 em Anexo 3).

6.5 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

- Das zonas de tráfego definidas pela CODEPLAN (1991) e das classes agregadas homogêneas determinados, pode-se afirmar que a foto-interpretação permite a obtenção de informações de modo rápido, econômico e preciso, e que a análise da estrutura espacial urbana é possível de se fazer com este instrumental. Os resultados obtidos permitem diferenciar áreas recentemente ocupadas das já consolidadas ou dos setores em crescimento. Uma análise mais aprofundada será desenvolvida no Capítulo 7 com a análise destes Resultados.
- Pode-se confirmar que as classes foto-interpretadas são respostas do processo da dinâmica urbana, de fatores sócio-econômicos e populacionais, que ligadas a uma base de dados agregados por domicílio (resultados de pesquisas domiciliares de transporte, ou dados censitários) podem facilitar a obtenção de parâmetros e/ou índices para a determinação do comportamento das zonas de tráfego em relação as viagens geradas ou atraídas, como será determinado nos seguintes itens.

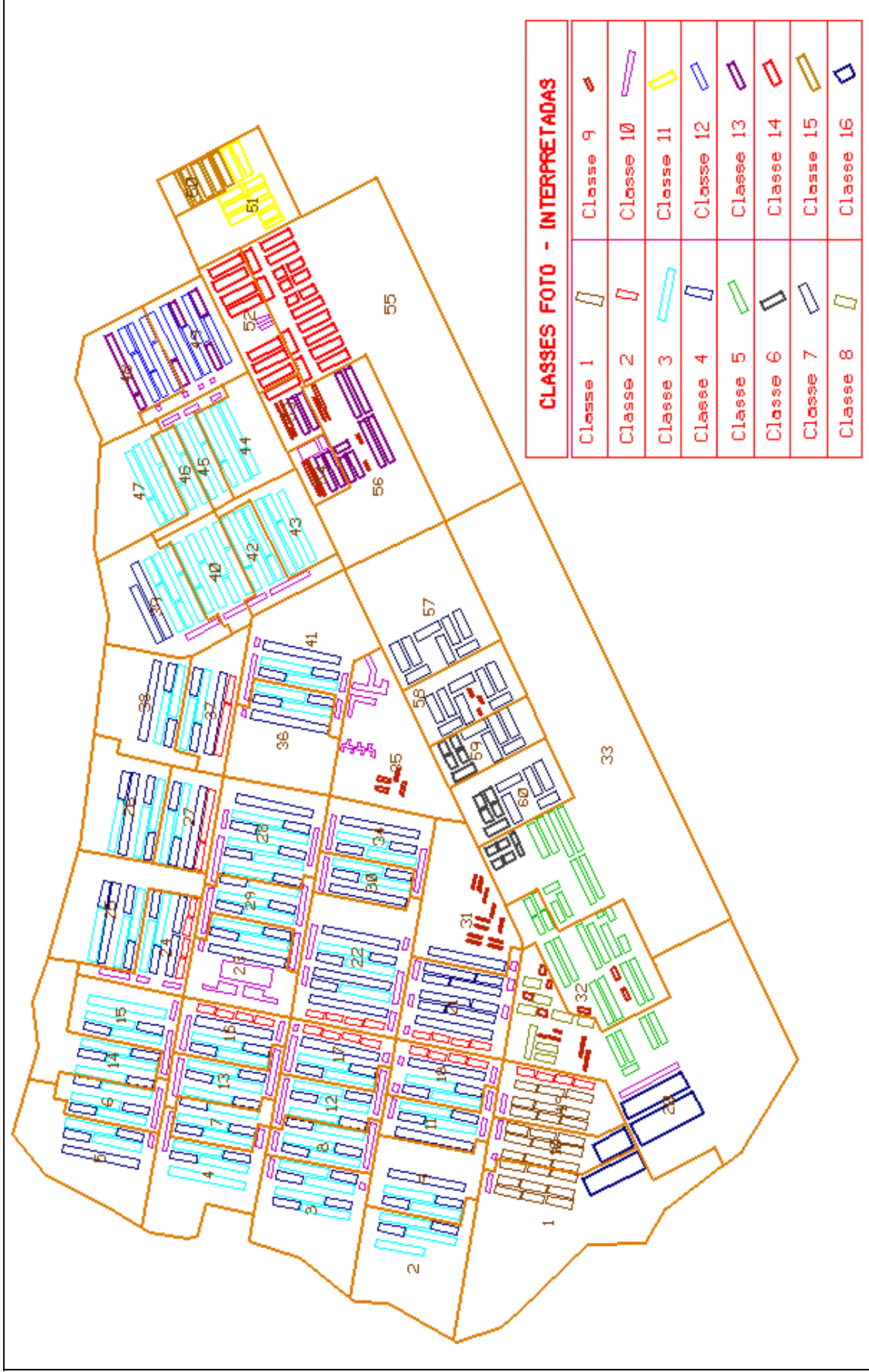


Figura 6.8: Setores Censitários (SC) e classes foto-interpretadas (CFD).

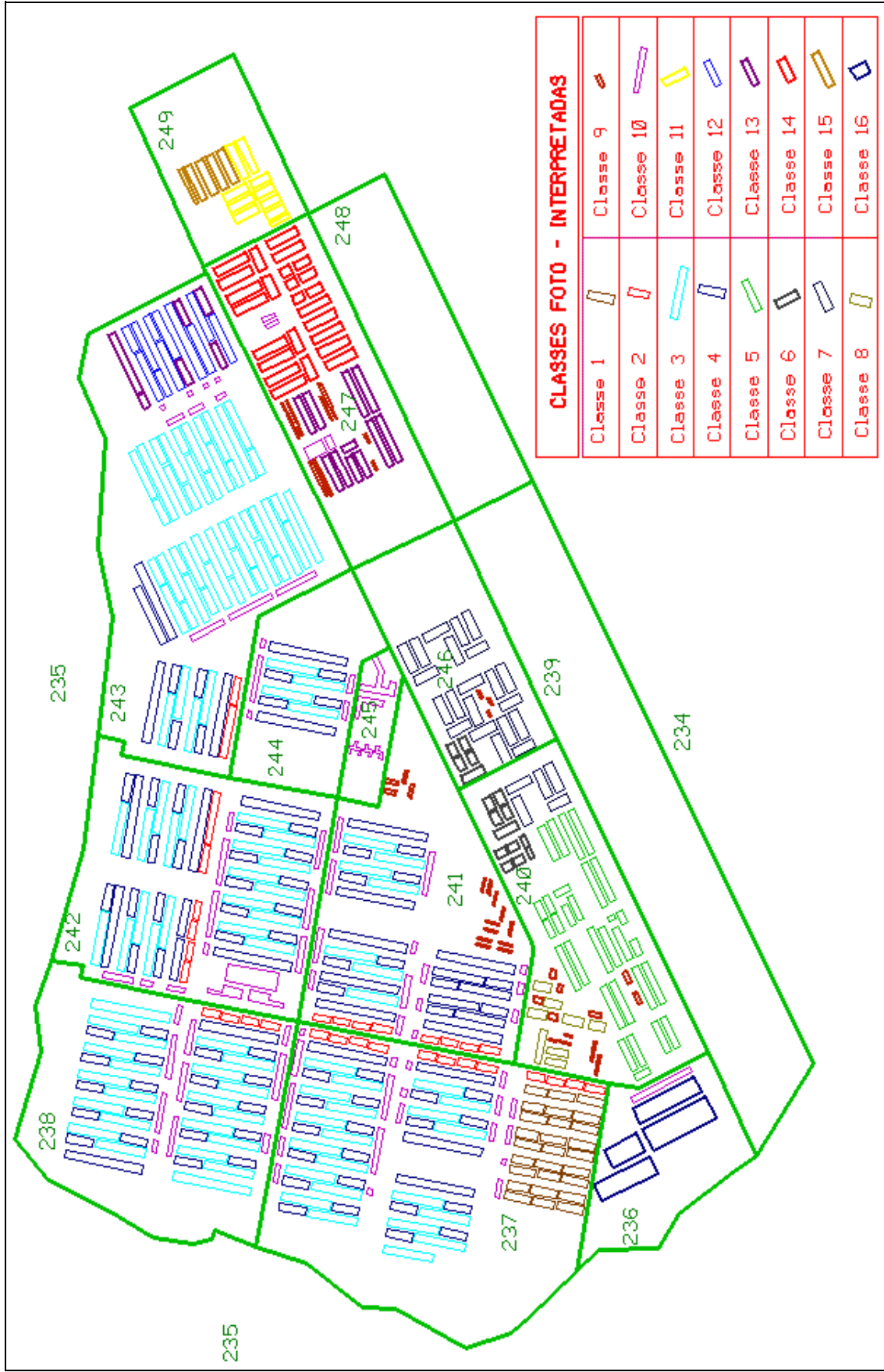


Figura 6.9: Zonas de Tráfego (ZT) e classes foto-interpretadas (CFI).

7 - GERAÇÃO DE VIAGENS PARA AS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS NA ÁREA URBANA DE SOBRADINHO DF. - ESTUDO DE CASO

7.1 - INTRODUÇÃO

Este Capítulo tem como objetivo obter os valores das viagens para cada Unidade Agregada Homogênea (UAH) foto-interpretada, em função das viagens geradas em cada Zona de Tráfego e dos dados das viagens desagregadas a nível dos Setores Censitários (SC) contidos naquela zona. Assim, da Análise Espacial dos *layers* das Zonas de Tráfego (ZT) e dos Setores Censitários no MGE, verificou-se a impossibilidade de trabalhar com os dados das Zonas de Tráfego por não existir coincidência dos limites das mesmas com alguns dos limites dos setores censitários. É importante para o estudo a agregação de dados dos SC para as ZT em função da necessidade de compatibilizar os dados da Pesquisa Domiciliar de Transporte (CODEPLAN) e dos dados censitários do IBGE. Assim sendo, foi necessário desagregar os dados censitários (população, renda, número de domicílios) para transformar as informações por zonas de tráfego.

Assim, o modelo de Geração de Viagens para Sobradinho é aplicado neste capítulo. Geradas as viagens por nível de Setor Censitário, calcula-se através do método de Regressão Linear Múltipla os fatores de viagens geradas para cada uma das classes foto-interpretadas, expressas em viagens por metro quadrado.

7.2 - AGREGAÇÃO DOS DADOS CENSITÁRIOS PARA AS ZONAS DE TRÁFEGO

Para trabalhar em Zonas de Tráfego é necessário agregar os dados dos Setores Censitários para as ZT. Segundo (Gan, 1994) na prática, na maior parte dos casos, existem três problemas no processo de conversão de dados do censo para ZT. O primeiro problema

refere-se ao método manual de desenvolver tabelas de equivalência para combinar setores censitários e ZT utilizando mapas não georeferenciados. Este método não só consome tempo, como uma grande propensão a erros. O segundo problema surge quando não existe coincidência da área censitária e os limites da ZT. O terceiro problema é causado pelo uso de uma simples equivalência, que pode ser insuficiente. Estes problemas causam uma redução na eficiência e exatidão no processo de conversão de dados. O primeiro e o terceiro problema são praticamente superados pelo uso de um SIG, como é o caso do MGE, que possibilita a Análise Espacial dos Setores Censitários e das Zonas de Tráfego, de forma a serem georeferenciados e analisados em diferentes *layers*. Assim o problema causado pela não coincidência de ZT e os limites censitários são analisados a seguir.

7.2.1 Fundamentos da Conversão de Dados

O processo para converter dados dos censos para dados de ZT pode envolver a agregação e desagregação de dados. A agregação de dados é utilizada quando os setores censitários estão completamente inseridos dentro de uma zona de tráfego, assim a soma dos valores dos dados dos vários Setores Censitários constituirão o valor da ZT. Este processo é simples e de nenhuma forma produz perda de exatidão na conversão de dados. De outra forma, a desagregação de dados é necessária quando a área do setor censitário ultrapassa os limites da zona de tráfego, sendo assim, necessária a divisão dos valores dos dados do Setor Censitário dentro de cada Zona de Tráfego envolvida, utilizando um fator de divisão. Evidentemente este processo pode derivar em uma perda de exatidão dos resultados na conversão dos dados, porque a divisão de fatores pode ser derivada somente de uma simples estimativa. No entanto, com o uso do SIG e Sensoriamento Remoto (Análise Espacial) é possível criar tabelas de Simples Equivalência (Tabela 7.1), sendo que para este processo são necessários três *layers* de mapas: um dos Setores Censitários, outro das Zonas de Tráfego, e por último da fotografia aérea destes setores.

Após todos os mapas *layers* estarem no cenário, o passo seguinte é identificar os problemas existentes nos limites dos Setores Censitários e nas Zonas de Tráfego. Isto foi possível com o uso do MGE e o IRAS/C. E como se observa na Figura 7.1 os dados dos setores censitários requerem um processo de desagregação, porque o problema nestas áreas são

causados pela existência de setores censitários que ocupam mais de uma Zona de Tráfego.

Assim os fatores de divisão, podem ser derivados destas variáveis auxiliares tais como a área de solo ocupado, ou comprimento das vias, e a fotointerpretação dos setores comprometidos. A área de solo ocupado é uma conveniente variável auxiliar, mas oferece poucas estimativas porque a distribuição das áreas construídas não são necessariamente homogêneas. A importância do uso da fotografia aérea, permite discernir de forma real o número de casas por setor e o correspondente fator equivalente para cada zona de tráfego, como se pode observar nos cinco casos existentes apresentados na Figura 7.1.

- **Caso 1: ZT 236 e 237**

Os setores censitários comprometidos são: 1, 10, 19 e 20 (Figura 7.1.a). O método utilizado foi da foto-interpretção, determinando-se com isto o número de casas e assim desagregando os dados de acordo com a percentagem respectiva, e gerando os setores censitários equivalentes 1A, 10A, 19A, 1B, 10B e 19B (Tabela 7.1).

- **Caso 2: ZT 236 e 237**

Na Figura 7.1.b, nota-se que as ZT comprometidas são a 236, 239, 240, e o SC 20. A foto-interpretção permite distinguir a porção do SC 20 localizado na ZT 239 e a inexistência de casas. Os SC equivalentes são o 20A, 20B e 20C.

- **Caso 3: ZT 239 e 240**

Na porção do SC 33 localizado na ZT 239 (Figura 7.1.c), por tratar-se de uma área especial não foram identificadas casas na foto-interpretção. Os SC equivalentes podem ser observados na Tabela 7.1.

- **Caso 4: ZT 247 e 248**

É o mesmo caso 3, onde a percentagem correspondente a ZT 248 é zero (Figura 7.1.d, e tabela 7.1).

- **Caso 5: ZT 241 e 245**

O Setor Censitário incluído é o 35. O método empregado consistiu na identificação das áreas ocupadas com auxílio da foto-interpretação. Posteriormente a distribuição foi proporcional a percentagem de área ocupada (Figura 7.1.d, Tabela 7.1).

Os casos onde a transformação dos dados foram necessários, podem ser observados na Tabela 7.1.

Tabela 7.1: Tabela de simples equivalência dos setores censitários para as zonas de tráfego

ZT	sc_id	método	casas-foto	total casas-sc	%	casas-ZT	ZT	sc-equivalente
236	1	foto	5	297	1,7%	-	236	1A
236	10	foto	9	271	3,3%	-	236	10A
236	19	foto	0	315	0,0%	-	236	19A
237	1	-	-	-	98,3%	292	237	1B
237	10	-	-	-	96,7%	262	237	10B
237	19	-	-	-	100,0%	315	237	19B
ZT	sc_id	método	casas-foto	total casas-sc	%	casas-ZT	ZT	sc-equivalente
236	20	foto	48	275	17,5%	-	236	20A
239	20	foto	0	0	0,0%	-	239	20B
240	20	foto	-	-	82,5%	-	240	20C
ZT	sc_id	método	área-foto	total casas-sc	%	casas-ZT	ZT	sc-equivalente
241	35	área	-	-	51,2%	-	241	35A
245	35	área	-	-	48,8%	-	245	35B
	-	área 35	255710,114519	-	-	-	-	-
	-	área 245	124832,327826	-	-	-	-	-
	35A	35-245	130877,786700	-	51,2%	-	-	-
ZT	sc_id	método	casas/área-foto	total casas-sc	%	casas-ZT	ZT	sc-equivalente
247	55	foto	-	-	100,0%	-	247	55A
248	55	foto	-	-	0,0%	-	248	55B

Em função dos dados censitários do IBGE, e das equivalência para os SC obtidos nos itens anteriores é possível fazer a agregação dos dados censitários para as zonas de tráfego, conseqüentemente também para cada variável censitária definida no início deste capítulo.

Esta agregação é apresentada na Tabela 7.2.

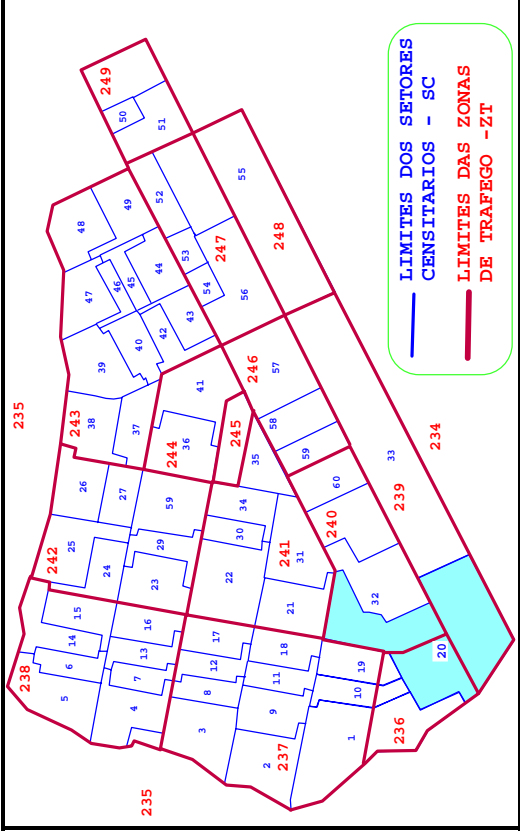


Figura 7.1.a: ZT 236, 237; SC: 1, 10, 19

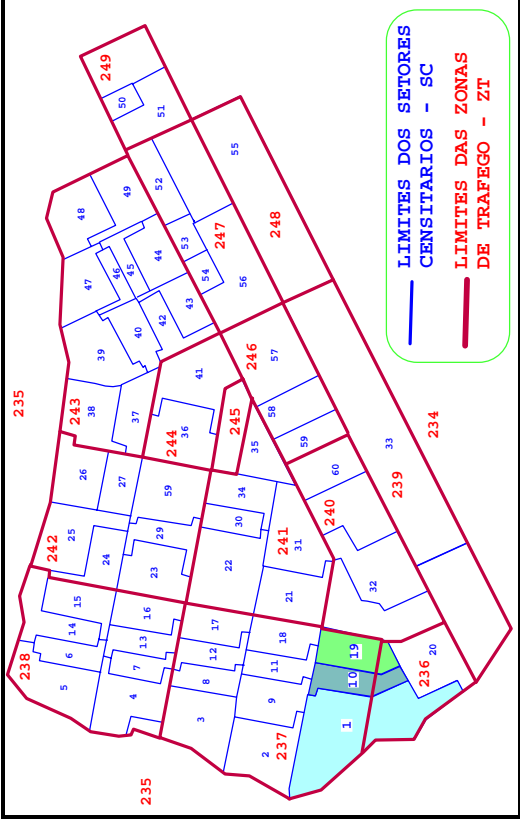


Figura 7.1.b: ZT 236, 239, 240; SC: 20

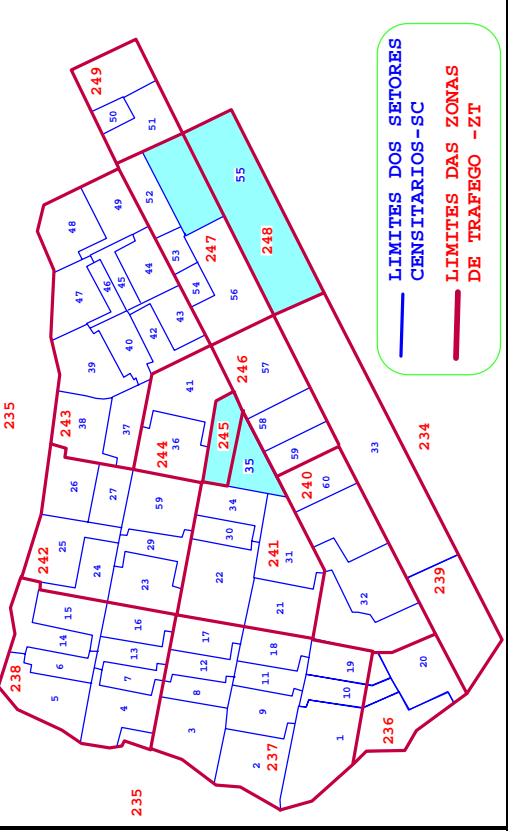


Figura 7.1.c: ZT 239, 240; SC: 33

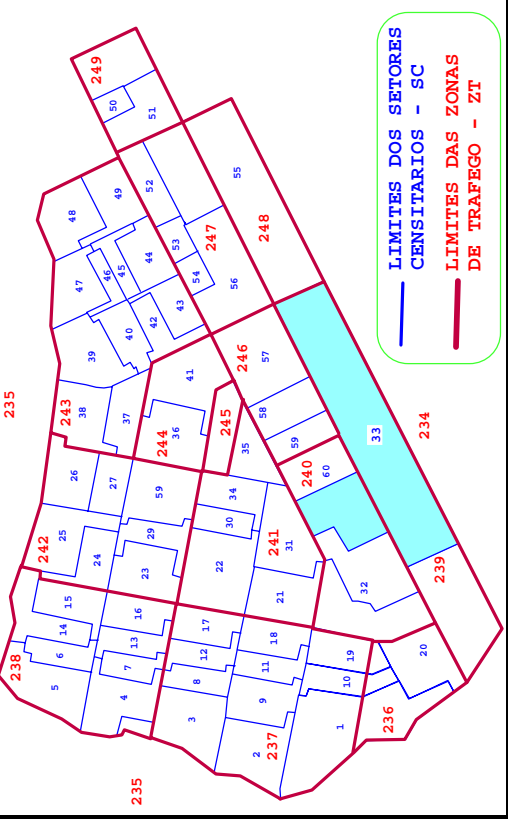


Figura 7.1.d: ZT 241, 245, 247, 248; SC: 35, 55

Figura 7.1: Transformação dos dados dos setores censitários para zonas de tráfego

Tabela 7.2: Agregação dos dados censitários para zonas de tráfego

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
236	1A	5	22	5	4	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4,38	0	0
236	10A	9	38	9	4	1	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	4,37	0	0
236	19A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,21	0	0
236	20A	66	284	48	4	5	5	6	10	20	9	7	2	0	2	0	0	0	0	7,05
Sub-Total		80	344	62	12	6	7	8	13	24	9	7	2	0	2	0	0	12,95	0	7,05

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
237	1B	303	1275	292	4	27	40	51	57	72	23	15	11	0	11	0	0	4,38	0	0
237	2	233	972	203	4	52	65	44	35	25	4	4	3	0	3	2,58	0	0	0	0
237	3	288	1227	263	4	51	74	48	55	36	13	8	1	0	1	0	3,16	0	0	0
237	8	269	1047	262	4	68	82	30	36	20	10	10	11	1	12	2,77	0	0	0	0
237	9	197	752	185	4	17	53	32	39	28	10	4	4	0	4	0	3,26	0	0	0
237	10B	266	1128	262	4	35	42	29	44	88	17	9	1	0	1	0	0	4,38	0	0
237	11	199	788	188	4	46	53	19	27	32	11	6	4	0	4	0	3,23	0	0	0
237	12	193	854	174	4	41	42	23	24	30	15	10	7	1	8	0	0	4,27	0	0
237	17	228	936	165	4	25	49	28	37	46	14	9	13	0	13	0	3,96	0	0	0
237	18	237	1019	236	4	50	38	37	43	43	11	6	9	0	9	0	3,22	0	0	0
237	19B	322	1451	315	5	37	45	48	77	71	23	10	10	0	10	0	0	4,21	0	0
Sub-Total		2735	11449	2545	46	449	583	389	474	491	151	91	74	2	76	5,35	16,83	17,23	0	0

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
238	4	224	877	179	4	54	65	29	31	24	9	5	7	0	7	2,74	0	0	0	0
238	5	207	856	137	4	52	43	30	36	33	2	3	4	4	8	2,65	0	0	0	0
238	6	213	808	190	4	39	59	32	35	29	9	7	2	0	2	0	3,34	0	0	0
238	7	222	924	145	4	41	53	33	35	40	9	11	0	0	0	0	3,69	0	0	0
238	13	200	833	185	4	26	50	27	36	28	14	5	13	0	13	0	3,48	0	0	0
238	14	219	912	120	4	43	61	30	37	22	9	10	5	1	6	0	3,76	0	0	0
238	15	207	782	158	4	26	43	52	38	22	14	7	5	0	5	0	3,47	0	0	0
238	16	269	1040	218	4	53	72	34	49	34	17	7	2	0	2	0	3,41	0	0	0
Sub-Total		1761	7032	1332	32	334	446	267	297	232	83	55	38	5	43	5,39	21,14	0	0	0

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	
239	20B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,05	
239	33A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sub-Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,05

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
240	20C	312	1338	227	4	22	25	30	47	97	41	31	9	0	9	0	0	0	0	7,05
240	32	259	1163	258	4	12	27	31	67	57	27	29	8	1	9	0	0	0	5,98	0
240	33B	321	1429	313	4	38	41	29	72	84	22	19	7	1	8	0	0	4,68	0	0
240	60	240	1109	238	5	10	21	29	49	73	33	16	8	1	9	0	0	0	5,62	0
Sub-Total		1132	5039	1036	18	82	114	119	235	311	123	95	32	3	35	0	0	4,68	11,61	7,05

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
241	21	364	1485	346	4	38	64	56	67	73	22	33	9	1	10	0	0	0	5,50	0
241	22	325	1357	310	4	36	49	51	53	67	28	29	8	4	12	0	0	0	5,04	0
241	30	140	595	114	4	20	23	19	27	23	12	14	2	0	2	0	0	0	5,75	0
241	31	322	1174	38	4	6	18	26	52	106	62	42	10	0	10	0	0	0	0	7,52
241	34	160	704	147	4	6	25	25	19	31	25	24	5	0	5	0	0	0	0	6,72
241	35A	150	541	10	4	4	8	10	23	52	26	17	7	0	7	0	0	0	0	6,99
Sub-Total		1461	5856	965	25	110	187	187	241	352	175	159	41	5	46	0	0	0	16,29	21,24

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
242	23	183	787	126	4	3	8	18	40	52	27	21	12	2	14	0	0	0	0	7,92
242	24	211	895	188	4	22	41	26	53	35	20	9	5	0	5	0	0	4,40	0	0
242	25	220	907	169	4	40	43	28	36	39	13	9	12	0	12	0	3,67	0	0	0
242	26	219	880	194	4	43	36	37	35	29	16	13	4	0	4	0	0	4,12	0	0
242	27	237	963	206	4	31	35	38	45	48	17	11	8	2	10	0	0	4,36	0	0
242	28	296	1346	257	5	27	63	39	49	52	26	28	12	0	12	0	0	0	5,33	0
242	29	143	576	117	4	17	6	24	22	32	22	14	6	0	6	0	0	0	0	6,15
Sub-Total	1509	6354	1257	29	183	232	210	280	287	141	105	59	4	63	0	3,67	12,89	5,33	14,07	

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
243	37	225	947	223	4	40	43	31	42	43	13	5	8	0	8	0	3,36	0	0	0
243	38	185	758	148	4	28	40	17	38	30	5	6	12	0	12	0	3,20	0	0	0
243	39	296	1213	250	4	22	61	49	49	71	18	17	9	0	9	0	0	4,24	0	0
243	40	222	952	181	4	32	47	27	44	40	13	15	3	0	3	0	0	4,47	0	0
243	42	224	911	175	4	36	49	40	38	29	15	10	7	0	7	0	0	3,72	0	0
243	43	232	936	210	4	22	48	28	49	38	19	16	10	0	10	0	0	4,56	0	0
243	44	215	867	180	4	49	49	40	27	30	7	5	2	0	2	2,96	0	0	0	0
243	45	151	614	131	4	21	29	29	26	34	6	6	0	0	0	0	3,67	0	0	0
243	46	143	671	108	5	37	33	27	18	20	1	5	2	0	2	2,68	0	0	0	0
243	47	204	863	189	4	32	50	30	31	31	8	5	10	1	11	0	3,14	0	0	0
243	48	300	1211	293	4	55	70	48	56	39	12	10	10	0	10	0	3,13	0	0	0
243	49	313	1408	301	5	44	62	52	62	56	17	10	10	0	10	0	3,56	0	0	0
Sub-Total	2710	11351	2389	51	418	581	418	480	461	134	110	83	1	84	5,63	23,79	13,27	0	0	

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
244	36	152	599	124	4	8	45	15	23	28	9	6	16	0	16	0	0	4,08	0	0
244	41	169	669	113	4	19	27	19	25	34	13	11	9	0	9	0	0	4,82	0	0
Sub-Total	321	1268	237	8	27	72	34	48	62	22	17	25	0	25	0	0	0	8,90	0	0

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
245	35B	142	516	9	4	3	7	10	21	49	25	16	7	0	7	0	0	0	0	0
Sub-Total	142	516	9	4	3	7	10	21	49	25	16	7	0	7	0	0	0	0	0	0

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
246	57	236	988	236	4	15	37	32	46	66	17	17	6	0	6	0	0	0	5,00	0
246	58	308	1265	243	4	20	29	33	52	96	32	26	20	0	20	0	0	0	5,45	0
246	59	265	1198	265	5	11	23	28	56	63	39	38	5	2	7	0	0	0	0	7,41
Sub-Total	809	3451	744	13	46	89	93	154	225	88	81	31	2	33	0	0	0	0	10,45	7,41

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
247	52	228	990	215	4	25	30	29	41	55	21	18	9	0	9	0	0	0	5,19	0
247	53	216	851	65	4	12	20	21	41	69	31	21	1	0	1	0	0	0	5,96	0
247	54	191	761	41	4	7	8	14	45	68	22	21	6	0	6	0	0	0	0	6,81
247	55A	316	1347	315	4	34	33	54	69	88	19	18	1	0	1	0	0	4,63	0	0
247	56	360	1305	124	4	9	22	29	59	84	38	37	10	0	10	0	0	0	0	6,86
Sub-Total	1311	5254	760	21	87	113	147	255	364	131	115	27	0	27	0	0	0	4,63	11,15	13,67

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
248	55B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub-Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ZT	C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
249	50	303	1355	288	4	102	97	38	31	18	8	1	6	0	6	1,88	0	0	0	0
249	51	205	1122	205	5	4	6	6	22	108	36	21	2	0	2	0	0	0	0	7,52
Sub-Total	508	2477	493	10	106	103	44	53	126	44	22	8	0	8	1,88	0	0	0	0	7,52

7.3 - DETERMINAÇÃO DAS VIAGENS POR SETOR CENSITÁRIO

Visando a aplicação da metodologia para a geração de viagens por classes foto-interpretadas, é importante contar com os dados das viagens geradas agregados a nível de Setor Censitário. Isso todavia não é possível por que os valores apresentados pela Pesquisa Domiciliar da CODEPLAN estão agregados por Zona de Tráfego. Dessa forma foram geradas através dos dados sócio-econômicos da ZT, duas equações de regressão linear múltipla, que permitiram calcular os valores das viagens para cada setor censitário, como pode-se observar nas Tabelas 7.4 e 7.9. A utilização destas duas equações teve como finalidade representar com maior aproximação a realidade sócio-econômica da área de estudo, utilizando-se como parâmetro a renda media nominal (RMN) por chefe de família na zona de tráfego, expressa em salários mínimos (SM). Ou seja, para aquelas zonas de tráfego que possuíam renda inferior ou superior a 5 SM, foram geradas equações diferentes, do seguinte modo:

- **Caso A:** Para renda < 5 SM, a equação foi:

$$\text{LOG(VIAGA)} = \alpha \text{ LOG(DOMA)} + \beta \text{ LOG(RENA)} \quad (6.1)$$

onde,

$$\alpha = 0,915995$$

$$\beta = 0,011244$$

Tabela 7.3: Resultados para o modelo: LOG(VIAGA)

Variável Independente	coeficiente	erro std.	valor-t	nível sig.
LOG(DOMA)	0,915995	0,173153	5,2901	0,0032
LOG(RENA)	0,011244	0,635359	0,0177	0,9866

R-SQ. (ADJ.) = 0,9926

Tabela 7.4: Resultados da regressão para LOG(VIAGA)

Zona de Tráfego	Número de observações	Valores observados	Valores ajustados	Resíduos	Resíduos Standart
236	1	3,33220	4,03258	-0,70038	-1,99933
240	2	6,11589	6,46087	-0,34497	-0,64251
241	3	7,32251	6,69535	0,62716	1,35247
242	4	6,88141	6,72276	0,15865	0,31049
245	5	5,19850	4,56138	0,63712	2,52023
246	6	5,85220	6,15337	-0,30117	-0,54217
247	7	6,40357	6,59543	-0,19186	-0,34919

Tabela 7.5: Estimativa de coeficientes para intervalos de confiança de 95%

	Estimativa	Erro Standard	Limite inferior	Limite superior
LOG(DOMA)	0,91600	0,17315	0,47075	1,36124
LOG(RENA)	0,01124	0,63536	-1,62252	1,64501

Tabela 7.6: Análises da Variância para a regressão: LOG(VIAGA)

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F-Ratio	valor-P
Modelo	250,198	2	125,099	400,580	0,0000
Erro	1,56147	5	0,312294		
Total	251,759	7			

7.7: Sumário dos resíduos

Número de observações = 7 (0 valores excluídos)
média residual = -0,016493
variância residual = 0,312294
Erro standard residual = 0,558833
Coef. de skewness = 0,29493 valor standarizado = 0,318561
Coef. de kurtosis = -1,30416 valor standarizado = -0,704324
Estatística Durbin-Watson = 1,54478

- **Caso B:** Para renda ≥ 5 SM:

$$\text{LOG(VIAGB)} = \phi \text{ LOG(DOMB)} + \gamma \text{ LOG(RENB)} \quad (6.2)$$

onde,

$$\phi = 0,644956$$

$$\gamma = 1,490006$$

Tabela 7.8: Resultados para o modelo: LOG(VIAGB)

Variáveis independentes	coeficientes	erro std.	valor-t	nível sig.
LOG(DOMB)	0,644956	0,132667	4,8615	0,0166
LOG(RENB)	1,490006	0,693035	2,1500	0,1207

R-SQ. (ADJ.) = 0,9961

Tabela 7.9: Resultados da regressão para LOG(VIAGB)

Zona de Tráfego	Número de observações	Valores observados	Valores ajustados	Resíduos	Resíduos standart
237	1	7,42595	7,00441	0,42155	0,91637
238	2	6,36303	6,60363	-0,24060	-0,52302
243	3	6,83195	6,98595	-0,15399	-0,33475
244	4	6,36647	5,94341	0,42306	0,91966
249	5	5,87774	6,32109	-0,44335	-0,96378

Tabela 7.10: Estimativa de coeficientes para intervalos de confiança de 95%

	Estimativa	Erro standart	Limite inferior	Limite superior
LOG(DOMB)	0,64496	0,13267	0,22275	1,06716
LOG(RENB)	1,49001	0,69303	-0,71554	3,69555

Tabela 7.11: Análises da Variância para a regressão: LOG(VIAGB)

Fonte de variação	Suma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F-Ratio	P-value
Modelo	216,753	2	108,377	512,139	0,0002
Erro	0,634847	3	0,211616		
Total	217,388	5			

R-squared = 0,99708

Tabela 7.12: Sumário dos resíduos

Número de observações = 5 (0 valores excluídos)
média residual = 1,33185E-3
variância residual = 0,211616
Erro standart residual = 0,460017
Coef. de skewness = 0,285775 valor standarizado = 0,260876
Coef. de kurtosis = -2,74346 valor standarizado = -1,25221
Estatística Durbin-Watson = 2,40941

O seguinte passo consistiu na comprovação dos valores, para as ambas equações dos níveis de renda, aplicando o teste de hipóteses sobre os valores das viagens previstos e os observados, conforme pode-se verificar na Tabela 7.4 (Renda < 5 SM), e na Tabela 7.9 (Renda ≥ 5 SM).

Para Renda < 5 SM, ao nível de significancia de 77,48%, aceita-se a hipótese que não existe diferença significativa entre as médias ($H_0: \mu_0 = \mu_1$). O mesmo acontece ao nível de significancia de 84,9% para Renda ≥ 5 SM.

Assim, são obtidos os valores das viagens para cada setor censitário, mostrados na Tabela 7.13 e 7.14.

**Tabela 7.13: Agregação dos dados Censitários em Zonas de Tráfego:
viagens por transporte coletivo-origem (renda ≥ 5 SM)**

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
236	1A	5	22	0	0	4,38	0	0	2
236	10A	9	38	0	0	4,37	0	0	4
236	19A	0	0	0	0	4,21	0	0	0
236	20A	66	284	0	0	0	0	7,05	22
Sub-Total		80	344	0	0	12,95	0	7,05	28

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
240	20C	312	1338	0	0	0	0	7,05	122
240	32	259	1163	0	0	0	5,98	0	110
240	33B	321	1429	0	0	4,68	0	0	125
240	60	240	1109	0	0	0	5,62	0	96
Sub-Total		1132	5039	0	0	4,68	11,61	7,05	453

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
241	21	364	1485	0	0	0	5,5	0	366
241	22	325	1357	0	0	0	5,04	0	330
241	30	140	595	0	0	0	5,75	0	153
241	31	322	1174	0	0	0	0	7,52	329
241	34	160	704	0	0	0	0	6,72	173
241	35A	150	541	0	0	0	0	6,99	163
Sub-Total		1461	5856	0	0	0	16,29	21,24	1514

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
242	23	183	787	0	0	0	0	7,92	121
242	24	211	895	0	0	4,4	0	0	137
242	25	220	907	0	3,67	0	0	0	142
242	26	219	880	0	0	4,12	0	0	141
242	27	237	963	0	0	4,36	0	0	152
242	28	296	1346	0	0	0	5,33	0	186
242	29	143	576	0	0	0	0	6,15	96
Sub-Total		1509	6354	0	3,67	12,89	5,33	14,07	974

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
245	35B	142	516	0	0	0	0	0	181
Sub-Total		142	516	0	0	0	0	0	

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
246	57	236	988	0	0	0	5	0	103
246	58	308	1265	0	0	0	5,45	0	131
246	59	265	1198	0	0	0	0	7,41	114
Sub-Total		809	3451	0	0	0	10,45	7,41	348

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
247	52	228	990	0	0	0	5,19	0	106
247	53	216	851	0	0	0	5,96	0	101
247	54	191	761	0	0	0	0	6,81	91
247	55A	316	1347	0	0	4,63	0	0	143
247	56	360	1305	0	0	0	0	6,86	162
Sub-Total		1311	5254	0	0	4,63	11,15	13,67	604

**Tabela 7.14: Agregação dos dados Censitários em Zonas de Tráfego:
viagens por transporte coletivo-origem (renda < 5 SM)**

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
237	1B	303	1275	0	0	4,38	0	0	240
237	2	233	972	2,58	0	0	0	0	122
237	3	288	1227	0	3,16	0	0	0	170
237	8	269	1047	2,77	0	0	0	0	143
237	9	197	752	0	3,26	0	0	0	137
237	10B	266	1128	0	0	4,38	0	0	221
237	11	199	788	0	3,23	0	0	0	137
237	12	193	854	0	0	4,27	0	0	175
237	17	228	936	0	3,96	0	0	0	181
237	18	237	1019	0	3,22	0	0	0	153
237	19B	322	1451	0	0	4,21	0	0	240
Sub-Total		2735	11449	5,35	16,83	17,23	0	0	1679

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
238	4	224	877	2,74	0	0	0	0	61
238	5	207	856	2,65	0	0	0	0	56
238	6	213	808	0	3,34	0	0	0	71
238	7	222	924	0	3,69	0	0	0	81
238	13	200	833	0	3,48	0	0	0	71
238	14	219	912	0	3,76	0	0	0	82
238	15	207	782	0	3,47	0	0	0	73
238	16	269	1040	0	3,41	0	0	0	85
Sub-Total		1761	7032	5,39	21,14	0	0	0	580

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
243	37	225	947	0	3,36	0	0	0	73
243	38	185	758	0	3,2	0	0	0	61
243	39	296	1213	0	0	4,24	0	0	109
243	40	222	952	0	0	4,47	0	0	95
243	42	224	911	0	3,72	0	0	0	80
243	43	232	936	0	0	4,56	0	0	100
243	44	215	867	2,96	0	0	0	0	63
243	45	151	614	0	3,67	0	0	0	61
243	46	143	671	2,68	0	0	0	0	44
243	47	204	863	0	3,14	0	0	0	64
243	48	300	1211	0	3,13	0	0	0	82
243	49	313	1408	0	3,56	0	0	0	95
Sub-Total		2710	11351	5,63	23,79	13,27	0	0	927

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
244	36	152	599	0	0	4,08	0	0	258
244	41	169	669	0	0	4,82	0	0	324
Sub-Total		321	1268	0	0	8,9	0	0	582

ZT	C5	C8	C202	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E	Vproy
249	50	303	1355	1,88	0	0	0	0	90
249	51	205	1122	0	0	0	0	7,52	267
Sub-Total		508	2477	1,88	0	0	0	7,52	357

7.4 - CÁLCULO DO FATOR DAS VIAGENS GERADAS POR CLASSE FOTO-INTERPRETADA

No item 6.4 foram determinadas 16 classes foto-interpretadas, e as áreas respectivas, por classe da região em estudo. No item anterior obteve-se as viagens geradas agregadas a nível de Setor Censitário. Com estes valores, de acordo com os fundamentos do modelo proposto, foi montada a matriz de correlação $M_{m \times n}$ de 64 setores censitários (sc_id) por 16 colunas das áreas das classes foto-interpretadas (A_i) como se observa na Tabela 7.15.

Utilizando as variáveis envolvidas, busca-se estabelecer a equação de correlação das classes foto-interpretadas, e determinar o valor de cada um dos fatores das viagens geradas para cada classe. Estatisticamente, a resolução desta correlação foi resolvida através do método de Regressão Linear Múltipla. Consequentemente para cada um dos fatores se obteve o valor médio e o seu desvio padrão.

A fim de chegar a um resultado satisfatório, foram realizadas várias simulações, apresentando-se a seguir duas soluções mais próximas ao valor da máxima correlação:

7.4.1 - Primeira Simulação

Foi testada a seguinte equação de regressão, para a obtenção dos fatores das classes foto-interpretadas f :

$$V^{SC} = \sum_{k=1}^{16} f_k A_k \quad (7.3)$$

$$V^{SC} = f_1 A_1 + f_2 A_2 + f_3 A_3 + f_4 A_4 + \dots + f_{14} A_{14} + f_{15} A_{15} + f_{16} A_{16} \quad (7.4)$$

Pode-se observar nas Tabelas 7.16 e 7.17 alguns resultados de testes estatísticos que permitem analisar a sua validade.

Tabela 7.15: Matriz de correlação das áreas das classes foto-interpretadas e das viagens geradas, por setor censitário

sc_id	f1xA1	f2xA2	f3xA3	f4xA4	f5xA5	f6xA6	f7xA7	f8xA8	f9xA9	f10xA10	f11xA11	f12xA12	f13xA13	f14xA14	f15xA15	f16xA16	Vproy
1A																23047,0	2
1B	36628,4									1716,6							240
2			24381,9	8618,2													122
3			32509,2	17236,4						2268,2							170
4			29226,8	8618,2						6198,7							61
5			16254,6	21590,4						1068,8							56
6			24381,9	12927,3						3902,5							71
7			24381,9	12927,3													81
8			24381,9	12927,3						6542,3							143
9			16254,6	21688,2													137
10A															14398,1	4	
10B	36636,5									2023,9							221
11			16254,6	21688,2						4895,8							137
12			24381,9	12927,3						9181,7							175
13			24381,9	12927,3						9216,8							71
14			24381,9	12927,3													82
15			29324,6	8618,2						6352,9							73
16		10073,8	16254,6	21688,2						5187,2							85
17		10073,8	16254,6	21688,2						4939,7							181
18		10073,8	16254,6	21688,2						3114,6							153
19B	36628,4	10073,8								1682,7							240
20A										7883,8						55488,0	22
20C					20110,1			27050,4	6327,8								122
21		10073,8		62815,6						7212,7							366
22		10073,8	24381,9	52137,2						11272,3							330
23			16254,6	21688,2						28961,0							121
24		10380,5	15994,3	20809,7						5826,0							137
25			24798,6	25719,2													142
26			24347,9	26096,1													141
27		10663,0	16338,8	21947,0													152
28			40636,5	34615,4						9864,2							186
29			24381,9	12927,3						12078,0							96
30			16254,6	21688,2						2771,0							153

Tabela 7.15: Matriz de correlação das áreas das classes foto-interpretadas e das viagens geradas, por setor censitário
(Continuação)

sc_id	f1xA1	f2xA2	f3xA3	f4xA4	f5xA5	f6xA6	f7xA7	f8xA8	f9xA9	f10xA10	f11xA11	f12xA12	f13xA13	f14xA14	f15xA15	f16xA16	Vproy
31				13070,0					5486,7								329
32					71250,0				2999,0								110
33B					45902,9	9821,0											125
34			16254,6	21688,2						7542,7							173
35A									3371,0								163
35B										17031,1							181
36				16254,6	21688,2					100057,0							258
37		10663,0	16289,4	22082,2													73
38			16289,4	22032,3													61
39			4202,1	22859,1						3928,5							109
40			46988,7							2615,7							95
41			16254,6	21688,2						8530,8							324
42			34473,7							7345,2							80
43			33283,6														100
44			35951,1														63
45			23650,5							4149,6							61
46			23664,0														44
47			35919,2														64
48																	82
49										1635,8							95
50															20790,7		90
51										40335,6					5988,6		267
52										2019,6				45293,3			106
53									2572,1					10686,1	801,7		101
54									2655,9	7026,2				10686,1			91
55A														73343,6			143
56									3517,3					37762,6			162
57							41604,2										103
58							41156,5		1042,1								131
59						13239,8	26004,2										114
60						13448,9	26004,2										96
109893,3	92149,0	882126,6	696237,8	137263,0	137263,0	36509,7	134769,1	27050,4	27971,8	308160,0	40335,6	78351,3	87386,2	119438,6	26779,3	37445,1	8467,0

Tabela 7.16 :Resultados ajustados para o modelo: V^{SC}

Classe foto-interpretada	Coefficiente x 10^{-6} viagens/m ²	erro std.	valor-t	nível sig.
f_1	6235,0	0,000797	7,82	0
f_2	742,0	0,002101	0,353	0,7256
f_3	1553,0	0,000417	3,7227	0,0005
f_4	4769,0	0,000589	8,0922	0
f_5	224,0	0,000648	0,3448	0,7317
f_6	5686,0	0,002756	2,063	0,0445
f_7	1947,0	0,000822	2,3682	0,0219
f_8	-5953,0	0,002386	-2,495	0,0161
f_9	44018,0	0,007113	6,1885	0
f_{10}	1536,0	0,000489	3,1425	0,0029
f_{11}	5977,0	0,001264	4,7269	0
f_{12}	6547,0	0,004691	1,3957	0,1692
f_{13}	-155,0	0,001452	-0,1064	0,9157
f_{14}	2037,0	0,000569	3,5834	0,0008
f_{15}	4329,0	0,002357	1,8364	0,0725
f_{16}	171,0	0,000795	0,2149	0,8307

R-SQ. (ADJ.) = 0,8988

Tabela 7.17: Resultados da regressão para V^{SC}

Setor Censitário	Número de Observação	Valores Observados	Valores Ajustados	Residuais	Residuais Standarizados
1A	1	2	3,93862	-1,93862	-0,03956
1B	2	240	231,019	8,98095	0,18325
2	3	122	78,9581	43,0419	0,87826
3	4	170	136,165	33,835	0,6904
4	5	61	96,0029	-35,0029	-0,71422
5	6	56	129,853	-73,8528	-1,50695
6	7	71	105,506	-34,5056	-0,70408
7	8	81	99,5103	-18,5103	-0,3777
8	9	143	109,561	33,439	0,68231
9	10	137	128,677	8,32266	0,16982
10A	11	4	2,46056	1,53944	0,03141
10B	12	221	231,542	-10,5417	-0,2151
11	13	137	136,199	0,8014	0,01635
12	14	175	113,616	61,3842	1,25253
13	15	71	113,67	-42,6698	-0,87067
14	16	82	99,5103	-17,5103	-0,35729
15	17	73	96,3916	-23,3916	-0,4773
16	18	85	144,116	-59,1163	-1,20625
17	19	181	143,736	37,264	0,76036
18	20	153	140,932	12,0678	0,24624
19B	21	240	238,437	1,56303	0,03189

20A	22	22	21,5942	0,40575	0,00828
20C	23	122	122	0	0
21	24	366	318,149	47,8514	0,9764
22	25	330	311,309	18,6915	0,38139
23	26	121	173,169	-52,1692	-1,0645
24	27	137	140,731	-3,73094	-0,07613
25	28	142	161,168	-19,168	-0,39112
26	29	141	162,266	-21,2659	-0,43392
27	30	152	137,949	14,0507	0,2867
28	31	186	243,341	-57,3412	-1,17003
29	32	96	118,065	-22,0653	-0,45024
30	33	153	132,934	20,0657	0,40943
31	34	329	303,85	25,1503	0,51319
32	35	110	147,941	-37,9407	-0,77417
33B	36	125	66,1089	58,8911	1,20166
34	37	173	140,265	32,7351	0,66795
35A	38	163	148,384	14,616	0,29823
35B	39 *	181	26,1643	154,836	3,15938
36	40	258	282,392	-24,3916	-0,49771
37	41	73	138,517	-65,5174	-1,33687
38	42	61	130,373	-69,3725	-1,41553
39	43	109	121,585	-12,5852	-0,2568
40	44	95	76,97	18,03	0,3679
41	45 *	324	141,783	182,217	3,71809
42	46	80	64,8058	15,1942	0,31003
43	47	100	51,674	48,326	0,98608
44	48	63	55,8153	7,18465	0,1466
45	49	61	43,0931	17,9069	0,36538
46	50	44	36,7392	7,26081	0,14815
47	51	64	55,7658	8,23418	0,16802
48	52	82	74,9483	7,05166	0,14389
49	53	95	100,42	-5,41958	-0,11059
50	54	90	90	0	0
51	55	267	267	0	0
52	56	106	95,38	10,62	0,2167
53	57	101	113,2	-12,2005	-0,24895
54	58	91	126,05	-35,05	-0,71518
55	59	143	149,425	-6,42502	-0,1311
56	60	162	148,989	13,0107	0,26548
57	61	103	80,9831	22,0169	0,44925
58	62	131	125,983	5,01735	0,10238
59	63	114	126,074	-12,0737	-0,24636
60	64	96	127,092	-31,0921	-0,63443

* 2 resíduos encontrados.

7.4.2 - Segunda Simulação

Nesta segunda alternativa, buscou-se apurar ainda mais os resultados da primeira simulação, e dessa forma atingir um nível de sofisticação maior. Esta simulação teve então a seguinte forma:

$$\text{LOG}(V^{SC}) = \sum_{k=1}^{16} f_k A_k \quad (7.5)$$

$$\sum_{k=1}^{16} f_k A_k = f_1 A_1 + f_2 A_2 + f_3 A_3 + \dots + f_{14} A_{14} + f_{15} A_{15} + f_{16} A_{16} \quad (7.6)$$

seja,

$$\varphi = \sum_{k=1}^{16} f_k A_k \quad (7.7)$$

a equação resultante será:

$$\text{LOG}(V^{SC}) = \varphi \quad (7.8)$$

$$V^{SC} = e^{\varphi} \quad (7.9)$$

a correlação desta equação resultou nas Tabelas 7.18 e 7.19.

Tabela 7.18: Resultados ajustados para o modelo: LOG(V^{SC})

Classe foto-interpretada	fatores 10^{-6} viagens/m ²	erro std.	valor-t	nível sig.
f_1	143,0	0,00002	7,2063	0
f_2	45,0	0,000052	0,858	0,3951
f_3	122,0	0,00001	11,7293	0
f_4	85,0	0,000015	5,7792	0
f_5	34,0	0,000016	2,0723	0,0436
f_6	201,0	0,000069	2,9167	0,0054
f_7	94,0	0,000021	4,599	0
f_8	-94,0	0,00006	-1,5755	0,1217
f_9	1054,0	0,000178	5,9353	0
f_{10}	27,0	0,000012	2,2154	0,0315
f_{11}	106,0	0,000032	3,371	0,0015
f_{12}	162,0	0,000117	1,3825	0,1732
f_{13}	54,0	0,000036	1,4872	0,1435
f_{14}	77,0	0,000014	5,4413	0
f_{15}	216,0	0,000059	3,6787	0,0006
f_{16}	51,0	0,00002	2,582	0,0129

R-SQ. (ADJ.) = 0,9344

Tabela 7.19: Resultados da regressão para $\text{LOG}(V^{SC})$

Setor Censitário	Número de Observação	Valores Observados	Valores Ajustados	Residuais	Residuais Standarizados
1A	1	0,69315	1,18107	-0,48792	-0,39889
1B	2	5,48064	5,29924	0,1814	0,1483
2	3	4,80402	3,70949	1,09453	0,8948
3	4	5,1358	5,49576	-0,35996	-0,29428
4	5	4,11087	4,46857	-0,3577	-0,29242
5	6	4,02535	3,84896	0,17639	0,1442
6	7	4,26268	4,18133	0,08135	0,06651
7	8	4,39445	4,07584	0,31861	0,26047
8	9	4,96284	4,25268	0,71016	0,58058
9	10	4,91998	3,82839	1,09159	0,89241
10A	11	1,38629	0,73784	0,64845	0,53012
10B	12	5,39816	5,30871	0,08945	0,07313
11	13	4,91998	3,96073	0,95925	0,78421
12	14	5,16479	4,32403	0,84076	0,68734
13	15	4,26268	4,32498	-0,0623	-0,05093
14	16	4,40672	4,07584	0,33088	0,27051
15	17	4,29046	4,48468	-0,19422	-0,15878
16	18	4,44265	4,42179	0,02086	0,01705
17	19	5,1985	4,4151	0,78339	0,64045
18	20	5,03044	4,36577	0,66467	0,54339
19B	21	5,48064	5,75151	-0,27087	-0,22145
20A	22	3,09104	3,05665	0,0344	0,02812
20C	23	4,80402	4,80402	0	0
21	24	5,90263	5,98851	-0,08587	-0,0702
22	25	5,79909	8,16721	-2,36812	-1,936
23	26	4,79579	4,61124	0,18455	0,15087
24	27	4,91998	4,34639	0,57359	0,46892
25	28	4,95583	5,21423	-0,25841	-0,21125
26	29	4,94876	5,19125	-0,24249	-0,19824
27	30	5,02388	4,34036	0,68352	0,55879
28	31	5,22575	8,17086	-2,94511	-2,4077
29	32	4,56435	4,40232	0,16203	0,13246
30	33	5,03044	3,90329	1,12715	0,92147
31	34	5,79606	6,89247	-1,09641	-0,89634
32	35	4,70048	5,54968	-0,8492	-0,69424
33B	36	4,82831	3,5102	1,31812	1,07759
34	37	5,15329	4,03228	1,12102	0,91646
35A	38	5,09375	3,552	1,54175	1,26042
35B	39 *	5,1985	0,46037	4,73812	3,87354
36	40	5,55296	6,53305	-0,98009	-0,80125
37	41	4,29046	4,34583	-0,05537	-0,04526
38	42	4,11087	3,86189	0,24898	0,20355
39	43	4,69135	2,56263	2,12872	1,74028
40	44	4,55388	5,80759	-1,25372	-1,02494
41	45	5,78074	4,05899	1,72176	1,40758
42	46	4,38203	4,40747	-0,02544	-0,0208
43	47	4,60517	4,06362	0,54155	0,44273
44	48	4,14313	4,3893	-0,24616	-0,20124
45	49	4,11087	2,99968	1,1112	0,90843
46	50	3,78419	2,88916	0,89503	0,73171
47	51	4,15888	4,3854	-0,22652	-0,18519
48	52	4,40672	3,88062	0,5261	0,4301
49	53	4,55388	4,95822	-0,40434	-0,33056
50	54	4,49981	4,49981	0	0

51	55	5,58725	5,58725	0	0
52	56	4,66344	3,55187	1,11157	0,90874
53	57	4,61512	3,34791	1,26721	1,03597
54	58	4,51086	3,56424	0,94662	0,77389
55	59	4,96284	5,66315	-0,7003	-0,57252
56	60	5,0876	5,74094	-0,65335	-0,53413
57	61	4,63473	3,92523	0,7095	0,58003
58	62	4,8752	4,98104	-0,10585	-0,08653
59	63	4,7362	5,11611	-0,37991	-0,31059
60	64	4,56435	5,15205	-0,5877	-0,48046

(*) 1 resíduo encontrado

7.4.3 - Análise dos Resultados Estatísticos

De acordo com a simulação dos dois modelos, pode-se verificar pelo coeficiente de correlação (R-SQ) das Tabelas 7.16 e 7.18 que o último apresenta um melhor resultado. O uso do modelo LOG reduz a variabilidade do mesmo, tornando-o mais estável e homogêneo.

Verificou-se na Tabela 7.18, ao contrario da Tabela 7.16, que o nível de significancia da relação entre os fatores das classes foto-interpretadas apresentam resultados aceitáveis, uma vez que, esses valores estão bastante distanciados da unidade, apresentando assim a característica de não dependência o que é a condição básica dos modelos de regressão linear múltipla. Por outro lado, pode-se observar que valores do teste “t” para as classes f_2 , f_5 , f_8 , f_{12} e f_{13} se encontram fora da curva de probabilidade considerando-se 95% de representatividade. Isso significa que essas classes possuem algumas características em comum e que com isso pudessem ser reagrupados. Porém, de acordo com os valores dos níveis de significancia pode-se considerar aceitável o modelo.

8 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

8.1 - INTRODUÇÃO

No presente Capítulo analisar-se-ão os resultados obtidos no Capítulo 7. Assim, inicia-se com o item 8.2, onde as 16 classes determinadas da foto-interpretação serão avaliadas de acordo com a sua localização dentro dos Setores Censitários e das Zonas de Tráfego. Esta análise conduzirá à determinação dos Setores Agregados Homogêneos (SAH), que se apresentam na área urbana de Sobradinho (item 8.3). Cada um destes SAH associados a fatores de viagens geradas podem constituir-se em um critério de referência a ser considerado na definição das Zonas de Tráfego.

Por outro lado no item 8.4, serão avaliados qualitativa e quantitativamente os fatores das Classes Foto-interpretadas (CFI), obtidos da modelagem da geração de viagens. Esta avaliação será efetivada considerando o valor dos fatores determinados, das viagens geradas, o seu relacionamento com o tipo de CFI (tipo do padrão de uso do solo a que pertence) e das características sócio-econômicas dos setores onde se localizam estas CFI. Esta avaliação qualitativa e quantitativa, é de suma importância, pois permitirá ratificar a validade dos fatores das viagens geradas, bem como explicar o respectivo nível de relação com cada CFI.

8.2 - ANÁLISE ESPACIAL DAS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS POR ZONAS DE TRÁFEGO E SETORES CENSITÁRIOS

O processo consistirá em analisar espacialmente a configuração dos mapas das Zonas de Tráfego (ZT), Setores Censitários (SC), e das Classes Foto-interpretadas (CFI) mostrados nas Figuras 6.7 e 6.8 do Capítulo 6. Esta Análise Espacial permitirá estabelecer os critérios de abordagem para identificar os Setores Agregados Homogêneos (agrupamento das

Classes Foto-interpretadas). A Análise será realizada, com base na delimitação das Zonas de Tráfego da CODEPLAN para a área urbana de Sobradinho.

Através deste recurso da Análise Espacial, oferecido pelo SIG, conseguiu-se visualizar, integrar e estabelecer o relacionamento entre as variáveis envolvidas (ZT, CFI, SC), permitindo a composição de um novo cenário (Figura 8.1). Este cenário integrado das ZT, SC e das CFI permite determinar claramente a distribuição espacial, e o número das CFI dentro dos SC e das ZT. Uma forma de apresentar este relacionamento é mostrado na Tabela 8.1 e Tabela 8.2. Na Tabela 8.1 é verificada a relação do número das CFI contidas em uma ZT “versus” o número de vezes que a mesma CFI se repete na ZT. A Tabela 8.2 identifica e quantifica as CFI contidas em um SC. Isto possibilitou determinar que a ZT 243 contém o maior número de CFI, seguida da ZT 237, 240 e 241 (Tabela 8.1). Identificou-se também que a classe f_{10} é a que está mais presente nas ZT, seguida das classes f_3 , f_4 , f_2 e f_9 . Pode-se observar na Tabela 8.2, que a nível do setor censitário, é a classe f_3 que apresenta maior frequência, seguida das classes f_{10} , f_4 , f_2 e f_9 .

Uma vez estabelecida a quantidade de CFI presentes em cada SC e ZT, proceder-se-á a seguinte análise das ZT, para posteriormente definir o agrupamento das CFI em Setores Agregados Homogêneos (SAH).

8.2.1 - Análise das Zonas de Tráfego: 237, 238, 241, 242, 244 e 243

A Tabela 8.1 facilita identificar através dos padrões das classes foto-interpretadas que as zonas de tráfego 237, 238, 241, 242, 244 e 243 apresentam a presença das classes f_2 , f_3 , f_4 e f_{10} . Em um número menor temos a classe f_{12} e f_{13} na ZT 243 (SC: 48 e 49) e f_9 na ZT 241 (SC: 31 e 35B). A classe f_1 (SC: 1B, 10B e 19B) concentra-se numa área significativa de quase um terço da área total ocupada pela ZT 237.

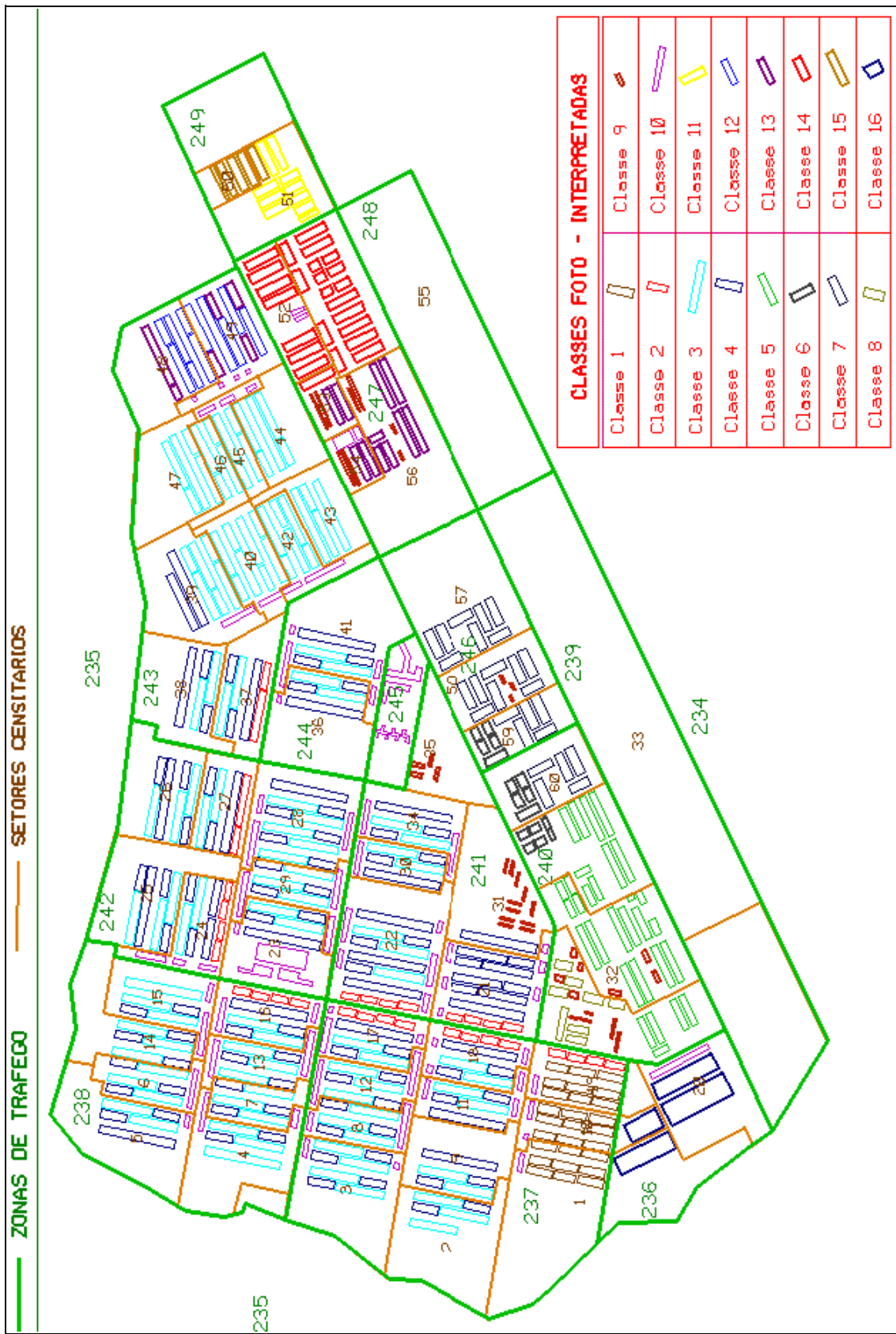


Figura 8.1: Análise Espacial das zonas de tráfego (ZT), setores censitários(SC) e classes foto-interpretadas (CFI)

Tabela 8.2: Relação das classes foto-interpretadas (CFI) contidas nos setores censitários (SC)
(continuação)

sc_id	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11	f12	f13	f14	f15	f16	Nro.Cls
22	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
23	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
24	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
25	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
26	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
27	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
28	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
29	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
30	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
31	-			-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	2
32	-			-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	2
33B	-			-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	2
34	-			-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	2
35A	-			-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	1
35B	-			-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	1
36	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
37	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
38	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
39	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
40	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
41	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
42	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
43	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
44	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
45	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
46	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
47	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
48	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
49	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
50	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
51	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
52	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
53	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
54	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
55A	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
56	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
57	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
58	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
59	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
60	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Veres	3	9	38	24	3	3	4	1	8	34	1	2	5	3	2	3	2

8.2.2 - Zonas de Tráfego: 240 e 246

As ZT 240 e 246 apresentam características semelhantes das classes que a compõe. As classes f_6 , f_7 .e f_9 distribuem-se uniformemente no SC 60 da ZT 246 e no SC 33 da ZT 240. A classe f_5 ocupa os SC 32, 33B e 20C da ZT 240 e a classe f_8 ocupa somente uma área do SC 20C dessa mesma zona.

8.2.3 - Zonas de Tráfego: 236, e 247 e 249

Nota-se certa característica isolada das classes f_{11} , f_{14} , f_{15} e f_{16} , em referência a sua ocupação no SC mostrando-se presentes uma única vez na área de estudo.

8.3 - DEFINIÇÃO DOS SETORES AGREGADOS HOMOGÊNEOS (SAH)

Através da análise descritiva realizada no item anterior é possível estabelecer uma inter-relação das CFI. Esta inter-relação é apresentada em forma gráfica na Figura 8.2. Assim, pode-se observar através da distribuição das CFI que existem alguns eixos que norteiam o surgimento das mesmas. Identificando a existência de cinco principais tipos de distribuição das CFI, claramente diferenciados de acordo com a sua disposição espacial e da forma como se combinam. Como pode-se notar nesta Figura 8.2, existem algumas CFI que se relacionam entre si, e outras onde ocorre um isolamento. Essa existência ou não da relação entre as CFI será discutida a seguir com a descrição dos tipos de distribuição, e da forma como estas classes, em função de suas semelhanças ou diferenças constituirão os SAH.

8.3.1 - Tipo 1: Classes Centralizadas e Espacialmente Espalhadas

Como foi observado na Figura 8.2, existem alguns eixos que norteiam a distribuição das CFI. Neste item será analisado o que na Figura 8.2 é denominado de Centro, no qual se agrupam as classes centralizadas e espacialmente espalhadas que aqui é definido como o Tipo 1. Neste tipo de distribuição existe a concentração das classes f_2 , f_3 , f_4 , f_9 e f_{10} (Figura 8.3).

Este agrupamento dentro desta área constituirá o SAH-3, com a exclusão da classe f_9 , por esta estar presente em várias zonas (Figura 8.3) e se relacionando com várias classes (Figura 8.2). É observado também, que a sua presença denota duas características que possibilitam diferenciá-la das outras. Na primeira se apresenta agrupada ocupando os SC 31 e 35, porém resultando na conformação dos SAH-7 e 9 em função da hierarquia viária que separa estes setores. Na segunda se apresenta junto à classe f_8 no SC 20B de forma mista, conformando o SAH-5. Percebe-se nos SC 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, a presença exclusiva da classe f_3 , sendo assim agrupado como o SAH-11. O mesmo fenômeno que originou a criação do SAH-11 é verificado no SC 21 e 35B, onde existe a presença exclusiva da classe f_4 e f_{10} respectivamente (Figura 8.3), com isso se formou o SAH-4 e SAH-10.

8.3.2 - Tipo 2: Classes com Independência Total / Classes Isoladas

Esse tipo de distribuição como pode ser verificado na Figura 8.2 é constituído pelas classes f_{11} e f_{15} (SC 50 e 51), localizadas na parte extrema da área urbana de Sobradinho (Figura 8.4). Apresenta como característica fundamental a presença de CFI que não se repetem em nenhuma outra área. Assim, essas classes formam o SAH-15 (Figura 8.6), com padrão de uso do solo tipicamente residencial.

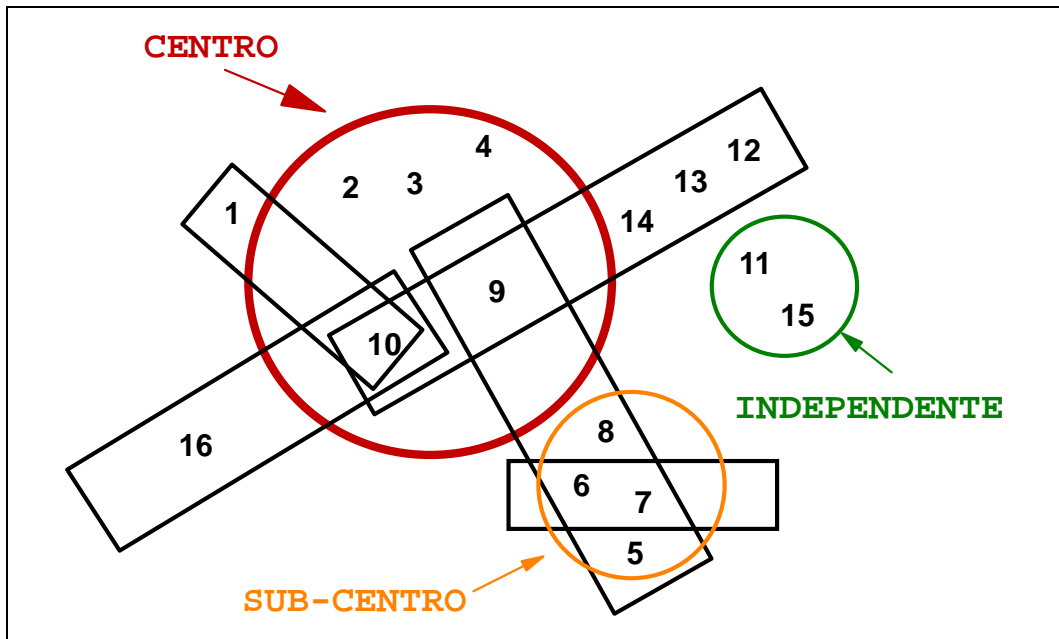


Figura 8.2: Diagrama descritivo de inter-relação das classes foto-interpretadas

8.3.3 - Tipo 3: Classes com Independência Vinculada

O tipo 3 é classificado como classe de independência vinculada, que é denominada de sub-centro na Figura 8.2, devido a sua forma distribuição das CFIs bastante uniforme, como pode ser observado nas classes f_5 , f_6 e f_7 da Figura 8.5. Porém é evidente a presença da f_9 interagindo com f_5 , f_6 e f_7 , como elemento vinculador, e apresentando essa característica exclusiva na área de estudo. Em função dessa característica, agrupamos a classe f_5 do SC 20, 32 e 33, e f_9 do SC 32 como SAH-6. Como podemos verificar essa característica de vinculação da f_9 nos CS 57, 58, 59, 60 da Figura 8.5 considerou-se como um agrupamento denominado de SAH-8 (Figura 8.6).

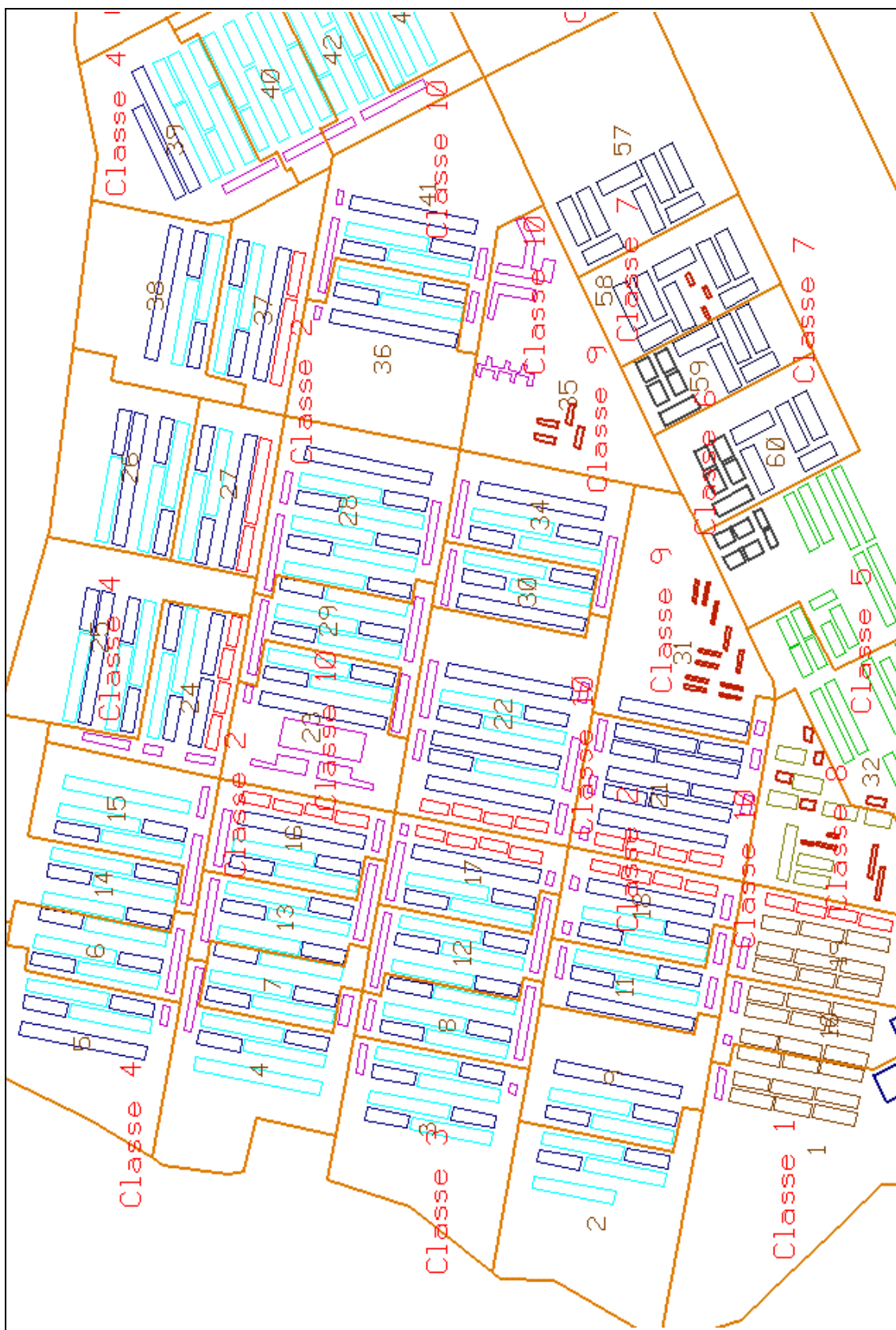


Figura 8.3: Classes foto-interpretadas centralizadas e espalhadas espacialmente

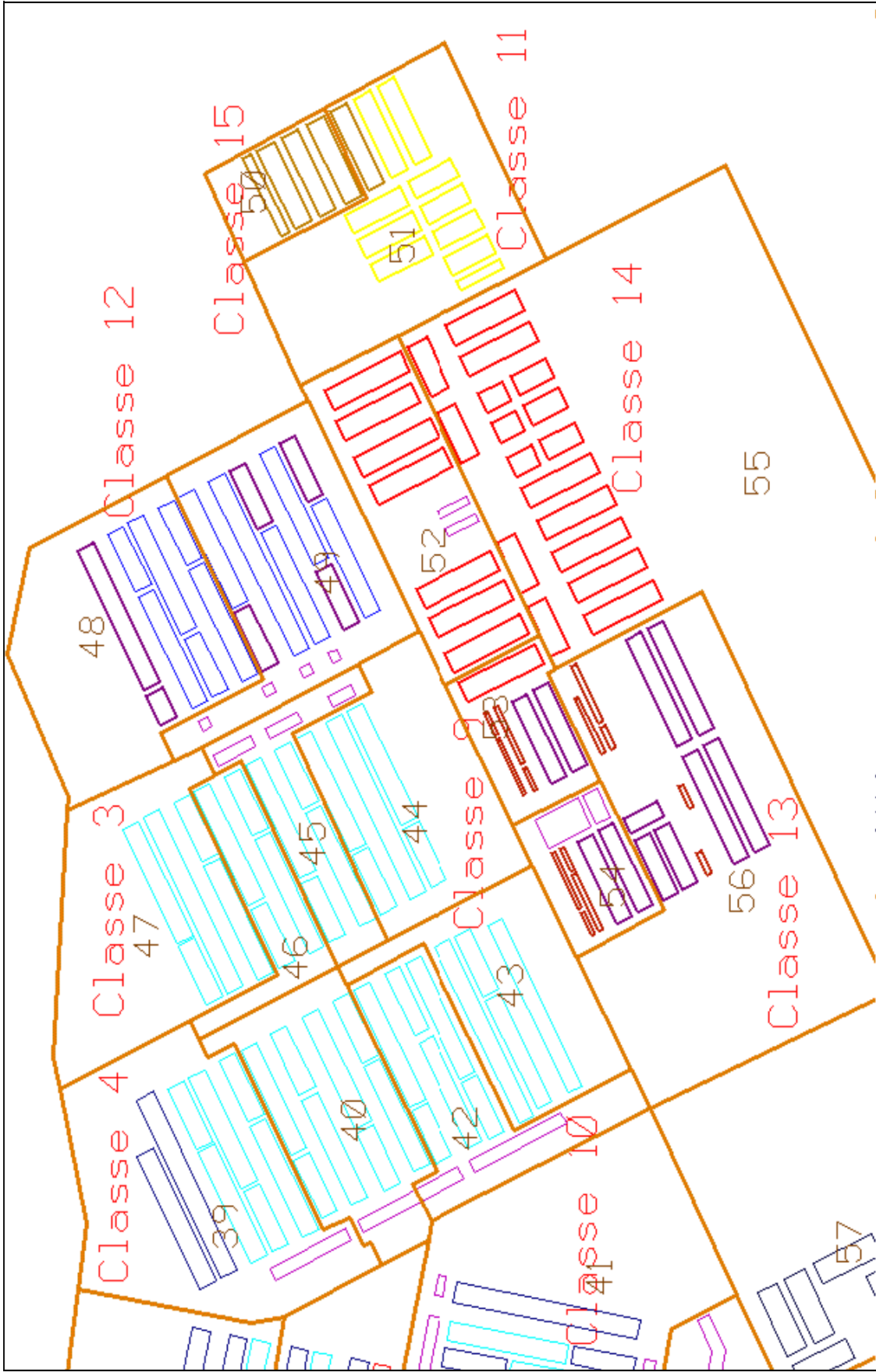


Figura 8.4: Classes relacionadas agrupadamente e com independencia total

8.3.4 - Tipo 4: Classes Relacionados Individualmente

As classes relacionadas individualmente são chamadas de Tipo 4 por se apresentar classes f_1 e f_{16} , de forma isolada somente nesses SCs (1, 10, 19 e 22), como se observa na Figura 8.5. Uma característica em comum pode ser observado na Figura 8.2, onde somente uma classe f_{10} se apresenta interagindo com as f_1 e f_{16} . Assim sendo, em função desse fator comum, foi criado o SAH-1 constituído pela classe f_{16} e f_{10} . Da mesma forma para as classes f_1 e f_{10} foi criado o SAH-2 como pode ser verificado na Figura 8.6.

8.3.5 - Tipo 5: Classes Relacionadas Agrupadamente

As classes relacionadas agrupadamente, chamado de Tipo 5, apresentam as características exclusivas onde algumas classes (f_{12} , f_{13} e f_{14}) são identificadas somente no setor leste da área de estudo. Porém essas classes se interagem com mais de duas, diferenciando-se do Tipo 4, onde apresentam somente uma (f_{10}), como pode ser observado na Figura 8.2. Assim sendo foram agregados os SC 53, 54, 56 com as classes f_9 , f_{13} e f_{10} para compor o SAH-12. Da mesma forma, o SAH-13 foi composto pelo SC 48 e 49 e pelas classes f_{12} , f_{13} e f_{10} . Já o SAH-14, é formado pelas classes f_{14} e f_{10} dos SC 52, 53 e 55 em função das características do Tipo 5 e podem ser identificados na Figura 8.6.

É evidente que a conformação dos Setores Agregados Homogêneos (SAH), como resultado da Análise da inter-relação Espacial entre as Classes Foto-interpretadas, mostrados na Figura 8.6, ainda não está definida totalmente, necessitando da confirmação quantitativa desta setorização, em função das viagens geradas para cada um destes setores, que será tratada no seguinte item.

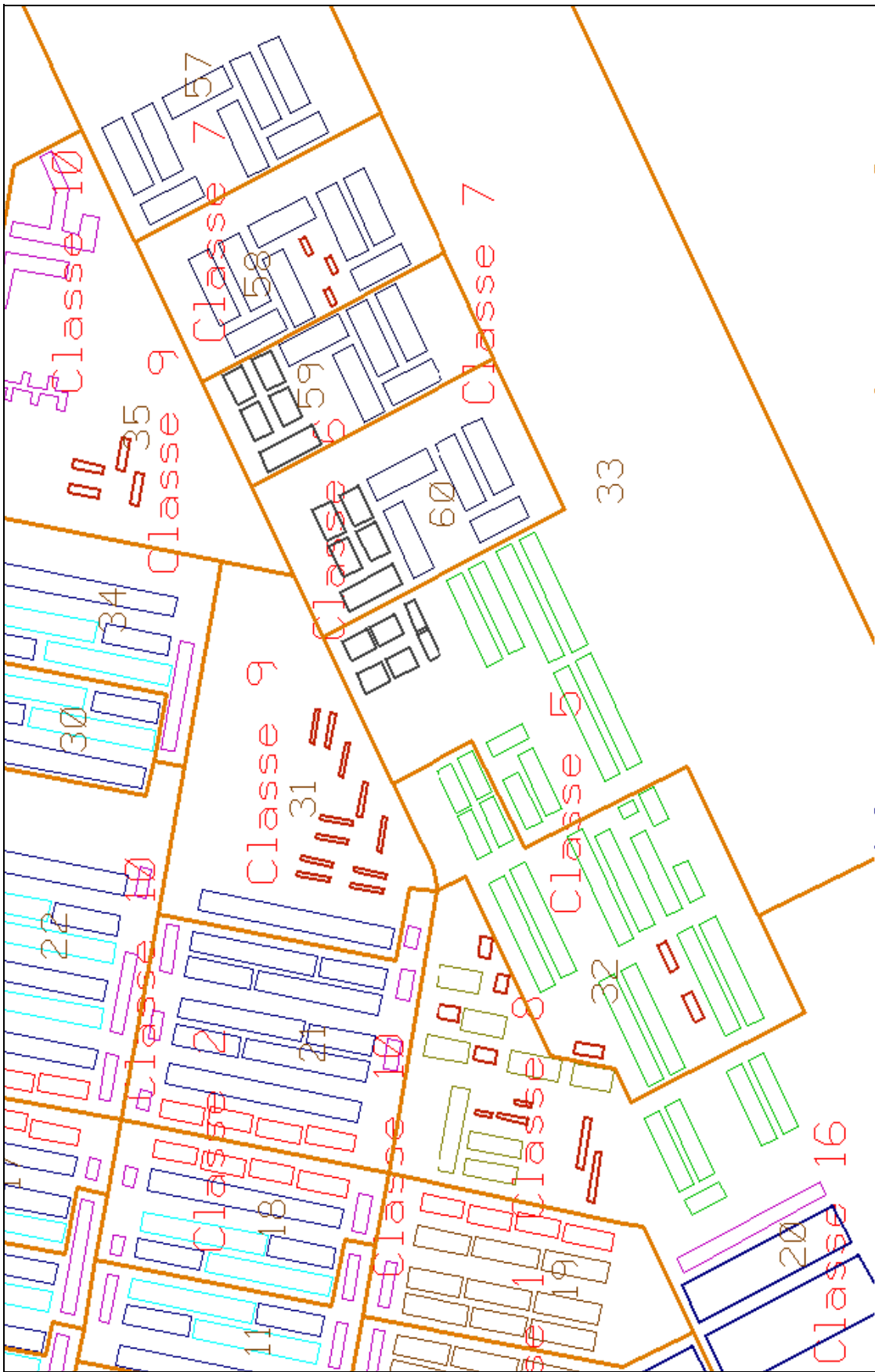


Figura 8.5: Classes relacionadas individualmente e com independencia vinculada



Figura 8.6: Setores Agregados Homogêneos (SAH) na área urbana de Sobradinho

8.4 - ANÁLISE DOS FATORES DAS VIAGENS GERADAS PELAS CLASSES FOTO-INTERPRETADAS

Os valores dos fatores foto-interpretados obtido no Capítulo 7 na Equação 7.9 são aqui analisados através da Tabela 8.3. Para uma melhor compreensão dos valores propriamente ditos dos fatores, serão aqui analisados de forma quantitativa, enquanto que as características particulares de cada tipo de classe em relação ao uso do solo serão considerados para a avaliação qualitativa.

Tabela 8.3: Fatores foto-interpretados em ordem decrescente

Classes foto-interpretadas	Fatores x 10^{-6} viagens/m ²	Ordem
f_9	1054,0	1
f_{15}	216,0	2
f_6	201,0	3
f_{12}	162,0	4
f_1	143,0	5
f_3	122,0	6
f_{11}	106,0	7
f_7	94,0	8
f_4	85,0	9
f_{14}	77,0	10
f_{13}	54,0	11
f_{16}	51,0	12
f_2	45,0	13
f_5	34,0	14
f_{10}	27,0	15
f_8	-94,0	16

Nesta Tabela podemos observar na primeira coluna a identificação da classe foto-interpretada ordenada em forma decrescente, de acordo com o seu respectivo valor encontrado na segunda coluna.

Diante das considerações acima, estabelecem-se a seguir, as variáveis a serem consideradas no processo da análise quantitativa e qualitativa dos fatores das classes foto-interpretadas:

- fatores das classes foto-interpretados, da Tabela 8.3;
- número das viagens geradas por fator a nível de setor censitário;
- dados sócio-econômicos, do IBGE por setor censitário expressos em função da renda familiar em Salários Mínimos;
- padrões de ocupação do uso do solo, seja residencial, comercial e de usos mistos (comércio + residencial, residencial + oficinas); e
- padrões geométrico e fotográficos, resultado da foto-interpretação, apresentados na Tabela 6.2 (Capítulo 6).

8.4.1 - Análise Qualitativa

Esta forma de análise permitirá estabelecer as características específicas de cada fator ou grupo de fatores que pertençam a um padrão comum de uso do solo. Serão considerados os padrões de uso do solo residencial, comercial e de uso misto.

8.4.1.1 - Classificação dos fatores segundo o tipo de padrão de ocupação do uso do solo

- **Residencial:**

Para o uso do solo residencial, os fatores podem ser relacionados por dois tipos de residências: múltiplas, constituída por prédios, e singulares formadas por casas. Os prédios estão relacionados ao fator f_9 , enquanto que as casas estão associadas aos fatores $f_1, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14}$, e f_{15} .

Para este tipo de uso do solo, em função das várias classes envolvidas, as características que diferenciarão uma das outras dentro deste tipo de padrão de uso do solo, serão analisadas posteriormente, utilizando como parâmetro de comparação os padrões

geométricos e fotográficos determinados no item 6.4.2.1 (Tabela 6.2). Cabe aqui lembrar, que esses padrões foram obtidos da foto-interpretação, e que expressam o adensamento da área construída, específica para cada uma das CFI.

- **Comercial:**

A área comercial é caracterizada pelo fator f_{10} , que está presente nas áreas centrais, ao longo das vias e ocupando os locais mais próximas do centro urbano. É de se esperar que o valor do fator da classe f_{10} seja a menor pela própria característica do padrão de uso do solo, que é de atrair viagens. O reduzido valor do fator f_{10} é justificado pelo pequeno número de pessoas morando no setor comercial, comparado com áreas exclusivamente residenciais.

- **Uso misto:**

Os fatores f_2 e f_{16} têm uma característica particular, o resultado da mistura dos usos para fins comerciais, residenciais e diversos (residencial e de oficinas). O fator f_2 caracteriza-se por ser de uso residencial e comercial. Por outro lado, está localizada próxima as vias principais de acesso a área urbana de Sobradinho, propiciando assim, bom nível de acessibilidade. Outra característica, é também por assumir o papel de uso comercial, o que determina a diminuição no potencial de geração de viagens. Os usos diversos (residencial + oficinas) relacionados ao fator f_{16} , permitem prever um número de viagens menor que os de fins residenciais.

Esta análise definiu as características particulares em relação ao padrão de uso do solo para cada tipo de classe foto-interpretada que está apresentado na Tabela 8.4. Nesta Tabela pode-se notar que as classes f_3 e f_4 , correspondem a um uso do solo tipicamente residencial, enquanto que a f_2 caracteriza-se por ser de uso misto, significando residencial e comercial, localizadas próximas as vias principais. Na classe f_{10} as características são exclusivamente comerciais, geralmente próximas de vias principais e distribuídas em

forma proporcional ao longo da mesma. Pelas próprias características do padrão de uso do solo poder-se-ia esperar que as classes f_3 e f_4 gerassem maior número de viagens comparadas com a f_2 . O mesmo comportamento poderá ser observado nas classes f_2 , f_3 e f_4 em relação a f_{10} , por se tratar de uma área tipicamente comercial.

Tabela 8.4: Fatores foto-interpretados de acordo com o padrão do uso do solo

Padrão do uso do solo	Classes foto-interpretadas
Residencial: Casas	$f_1, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14}$ e f_{15} .
Residencial: Prédios	f_9
Comercial	f_{10}
Uso Misto	f_2, f_{16}

8.4.2 - Análise Quantitativa

Do resultado observado na Tabela 8.4 da análise qualitativa, pode-se identificar a existência de três grupos distintos de fatores que pertencem ao padrão de uso do solo residencial, comercial e misto. Isto possibilitou para o agrupamento dos fatores de geração de viagens em três grupos de análise. O primeiro grupo (Grupo I) pertence ao padrão de uso do solo tipicamente residencial. O segundo grupo (Grupo II), serão aqueles pertencentes ao grupo de uso do solo comercial e misto. Finalmente, no terceiro grupo (Grupo III), serão analisados a inter-relação entre os dois grupos definidos anteriormente.

Assim, no presente item a análise será realizada em função dos grupos definidos acima. Para o grupo residencial que agrupa a maior quantidade de classes, são utilizados alguns critérios para facilitar a sua compreensão, tais como: distribuição dos valores dos fatores das CFIs em intervalos, número de casas por metro quadrado, assim como alguns indicadores sócio-econômicos por setor censitário.

Para esta análise foi necessária a elaboração da Tabela 8.5, com base na Tabela 8.3, buscando um novo agrupamento das classes, pelos valores dos fatores apresentando em ordem decrescente. Esses valores agrupados são identificados em intervalos por classe, que permitirão estabelecer a variação dos mesmos, facilitando assim a análise dos fatores.

Tabela 8.5: Fatores foto-interpretados da classe residencial

Classes foto-interpretadas	Fatores x 10⁻⁶	Ordem	Intervalos
f_9	1054,0	1	1000 -
f_{15}	216,0	2	200 - 220
f_6	201,0	3	200 - 220
f_{12}	162,0	4	100 - 170
f_1	143,0	5	100 - 170
f_3	122,0	6	100 - 170
f_{11}	106,0	7	100 - 170
f_7	94,0	8	70 - 100
f_4	85,0	9	70 - 100
f_{14}	77,0	10	70 - 100
f_{13}	54,0	11	30 - 60
f_5	34,0	12	30 - 60

Entretanto, para a análise da área ocupada foi necessário elaborar a Tabela 8.6, que corresponde ao número aproximado de casas ou domicílios por metro quadrado (quarta coluna), localizadas no setor censitário (primeira coluna) onde concentra-se a classe foto-interpretada. Nesta Tabela as CFI ocupam um ordem decrescente em função do número de casas/m². Esta classificação servirá como um critério a mais para avaliar o porquê das diferenças entre os valores dos fatores das classes residenciais.

Tabela 8.6: Número de casas/m² por classes

C5	classes	Area	(casas/m ²)x10 ⁻⁴
31	f_9	5486,7	518 (D)
50	f_{15}	20790,7	139
59	f_6	13239,8	88
48	f_{12}	35139,6	72
57	f_7	41604,2	57
19B	f_1	4307,7	56
47	f_3	35919,2	53
51	f_{11}	40335,6	51
33B	f_5	45902,9	49
55A	f_{14}	73343,6	43
19B	f_2	10073,8	33
56	f_{13}	37762,6	33
31	f_4	13070	29
20C	f_8	4817,6	25

(D) Domicílios

E para se avaliar a variação dos dados sócio-econômicos para cada classe, em função do Rendimento Familiar em Salários Mínimos, monta-se a Tabela 8.7, utilizando os mesmos códigos do IBGE para a identificação das variáveis sócio-econômicas, apresentadas na Tabela B3 (Anexo B).

Lembremos que:

C5 = Identificador do setor censitário	C85 = Mais de 3 até 5 salários mínimos
C8 = Número de casas (und.)	C86 = Mais de 5 até 10 salários mínimos
C202 = População (hab.)	C87 = Mais de 10 até 15 salários mínimos
C10 = Número de domicílios (und.)	C889 = Mais de 15 salários mínimos
C812 = Rendimento até 1 salário mínimo	C90 = Sem rendimento
C83 = Mais de 1 até 2 salários mínimos	C91 = Sem declaração
C84 = Mais de 2 até 3 salários mínimos	

Rendimento em salários mínimos por família.

Tabela 8.7: Rendimento familiar em salários mínimos por classes

C5	C8	C202	C10	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C90	C91
31	322	1174	38	6	18	26	52	106	62	42	10	0
50	303	1355	288	102	97	38	31	18	8	1	6	0
59	265	1198	265	11	23	28	56	63	39	38	5	2
48	300	1211	293	55	70	48	56	39	12	10	10	0
47	204	863	189	32	50	30	31	31	8	5	10	1
19B	322	1451	315	37	45	48	77	71	23	10	10	0
33B	321	1429	313	38	41	29	72	84	22	19	7	1
51	205	1122	205	4	6	6	22	108	36	21	2	0
55A	316	1347	315	34	33	54	69	88	19	18	1	0
56	360	1305	124	9	22	29	59	84	38	37	10	0
20C	312	1338	227	22	25	30	47	97	41	31	9	0
57	236	988	236	15	37	32	46	66	17	17	6	0

8.4.2.1 - Análise Quantitativa dos fatores de geração de viagens do Grupo I: Residenciais

Segundo a Tabela 8.4, nesse grupo pertencem os fatores das classes $f_1, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14}, f_{15}$ e f_9 que foram identificadas como padrão residencial de uso do solo. Pela Tabela 8.3 podemos observar que o fator da classe f_9 ($1054,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²) apresenta o máximo valor, seguido pelo fator da classe f_{15} ($216,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²). O menor valor é apresentado pelo fator da classe f_8 ($-94,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²), que será tratado como um caso especial por ser negativo.

Pela existência de um fator negativo (classe f_8) no agrupamento de fatores residenciais, será necessária a análise específica desta classe nos setores censitários onde se apresenta, procurando estabelecer sua relação com os outros fatores presentes. Assim da Análise Espacial do item 8.2 (Figura 8.1) verificou-se que a classe f_8 encontra-se localizada exclusivamente no setor censitário 20C. Observa-se que as classes f_9 e f_5 estão presentes neste setor censitário como em outros, assim relacionam-se com outras classes além da classe f_8 . Este fato mostra que a classe f_9 exerce influência sobre a classe f_8 , devido ao caráter predial da primeira classe, caracterizada com uma alta taxa de domicílios por metro quadrado (518×10^{-4} domicílios/m²) comparados com as 25×10^{-4} casas/m² da classe f_8 (Tabela 8.6). Portanto, no momento de estabelecer-se a modelagem (correlação), o fato de

existir um único setor censitário onde essa classe se apresenta poderá ter gerado o resultado negativo do valor final do fator.

- **Análise por Intervalos**

Foram definidos 5 intervalos como observado na Tabela 8.5, que serão analisados a seguir:

Intervalo 200 - 220: Neste intervalo o fator de geração da classe f_{15} ($216,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²) é sensivelmente maior que o fator da classe f_6 ($201,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²), sendo que os padrões geométricos, resultado da foto-interpretação, da primeira são semelhantes aos da segunda, como é observado na Tabela 6.2 (Capítulo 6).

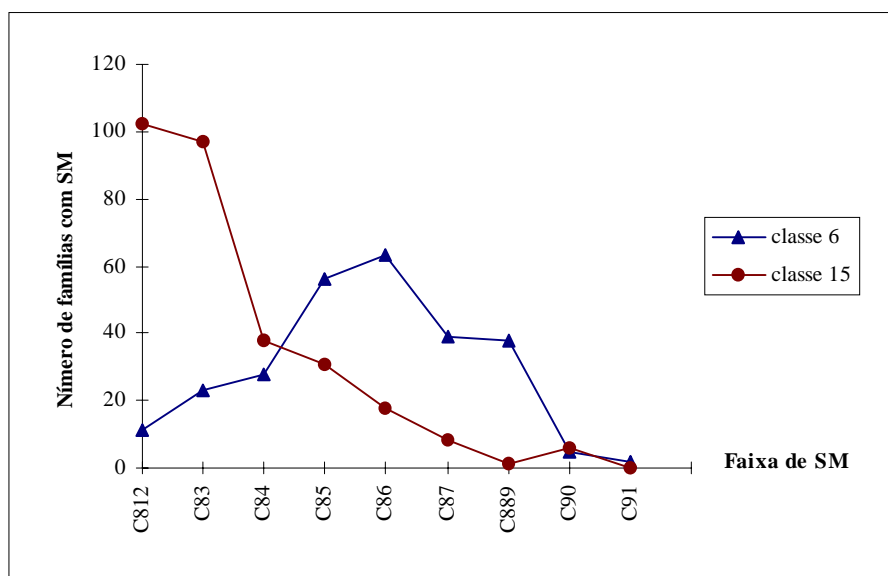


Figura 8.7: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_6 e f_{15}

Da mesma forma na Tabela 8.6 observa-se um maior número de casas/m² para a classe f_{15} em relação a classe f_6 . Através do comportamento da variável sócio-econômica renda familiar por número de famílias, pode-se verificar na Figura 8.7 que sua variação para a classe f_{15} e f_6 é totalmente diferente. Observa-se que a classe f_{15} é composta por um maior número de famílias de renda de até 3 salários mínimos e poucas acima desses valores. Enquanto, que para a classe f_6 , esse comportamento é oposto. Percebe-se um

número pequeno de famílias com renda até 3 salários mínimos, aumentando esse valor para a faixa salarial de 3 a 10. Portanto, pode-se verificar que a classe f_6 é composta por um maior número de famílias de melhor renda do que a f_{15} , levando assim, a classe f_{15} gerar mais viagens em função do maior número de casas formado por famílias de baixa renda.

Intervalo 100 - 170: Os valores dos fatores de geração de viagens que pertencem a este intervalo para as CFIs segundo a Tabela 8.5 são:

$$f_{12} = 162,0 \times 10^{-6} \text{ viagens/m}^2;$$

$$f_1 = 143,0 \times 10^{-6} \text{ viagens/m}^2;$$

$$f_3 = 122,0 \times 10^{-6} \text{ viagens/m}^2;$$

$$f_{11} = 106,0 \times 10^{-6} \text{ viagens/m}^2$$

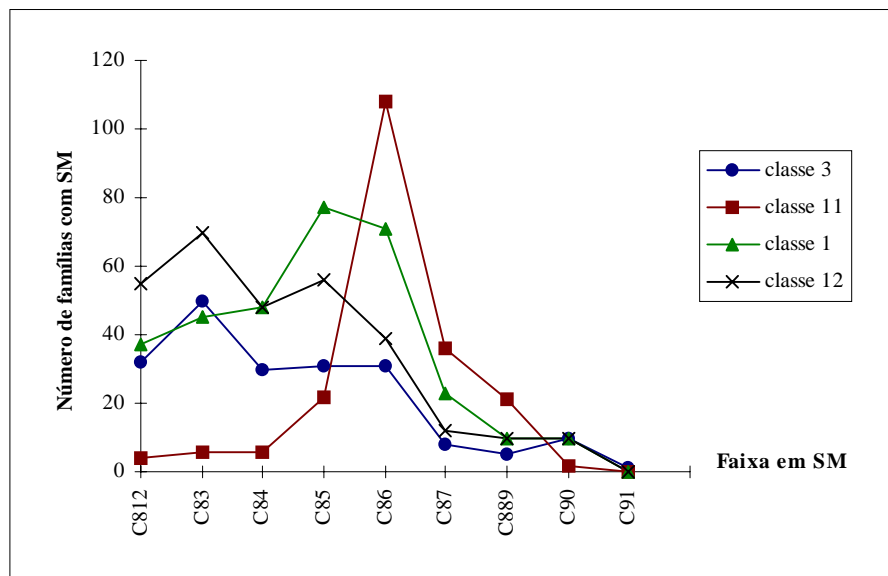


Figura 8.8: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_{12} , f_1 , f_3 e f_{11}

De acordo com a Figura 8.8 pode-se verificar um comportamento semelhante das classe f_1 , f_3 e f_{11} . Os valores dos fatores de geração vistos acima se diferenciam em função da composição da renda e do número de domicílios. Assim sendo, da mesma formado intervalo anterior, rendas pequenas em um grande número de domicílios gera um volume maior de viagens e conseqüentemente num valor de fator de viagem também elevado. Isso

pode ser observado com os valores dos fatores de geração de viagens de $f_{12} > f_1 > f_3$. A classe f_{11} apresenta uma característica diferente das demais. Existe uma concentração de domicílios com uma determinada renda (C85, C87) com uma densidade de casas menor e isso resultou em um fator de geração de viagens mais baixo que as demais classes.

- **Intervalo 70 - 100:** Para a análise dos fatores de geração de viagens deste intervalo, faz-se uso dos padrões geométricos e fotográficos das classes f_7 , f_4 e f_{14} (Tabela 6.2), podendo afirmar que a classe f_4 ($85,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²) apesar de ocupar uma maior área por lote, apresenta menor número de casas por metro quadrado (como pode-se confirmar na Tabela 8.5). Entretanto a classe f_7 ($94,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²) ocupa uma menor área mas com maior número de casas por metro quadrado, e a classe f_{14} ($77,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²) apresentando-se como um valor médio entre ambas as classes. Certamente a classe f_{14} deveria gerar maior número de viagens que a classe f_4 , mas isso não ocorre pelo fato de ter esta última classe uma RSM (à direita da faixa C86 = mais de 5 até 10 SM) superior as outras classes, como pode ser observado na seguinte Figura 8.9.

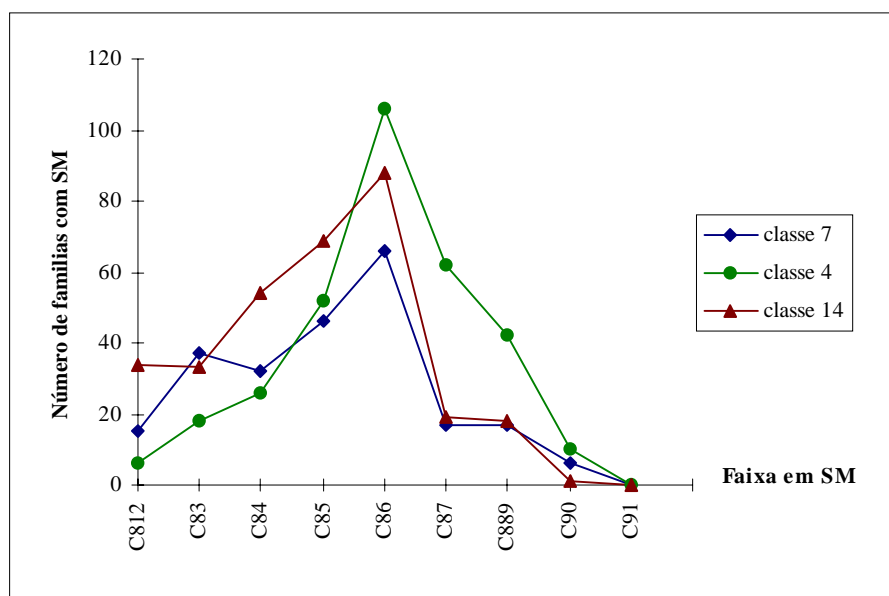


Figura 8.9: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_7 , f_4 e f_{14} .

- **Intervalo 30 - 60:** Um comportamento semelhante para algumas faixas de renda é observado na Figura 8.10, para este intervalo de valor dos fatores de geração de viagem, como também para padrões geométricos verificados na foto-interpretação. A classe f_{13} ($54,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²) é composta por pequeno número de casas de construção antiga com renda familiar maior do que a f_5 ($34,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²). Isso permite identificar que apesar de menor número de casas possui melhor renda gerando assim, maior número de atividades e conseqüentemente elevado fator de viagens.

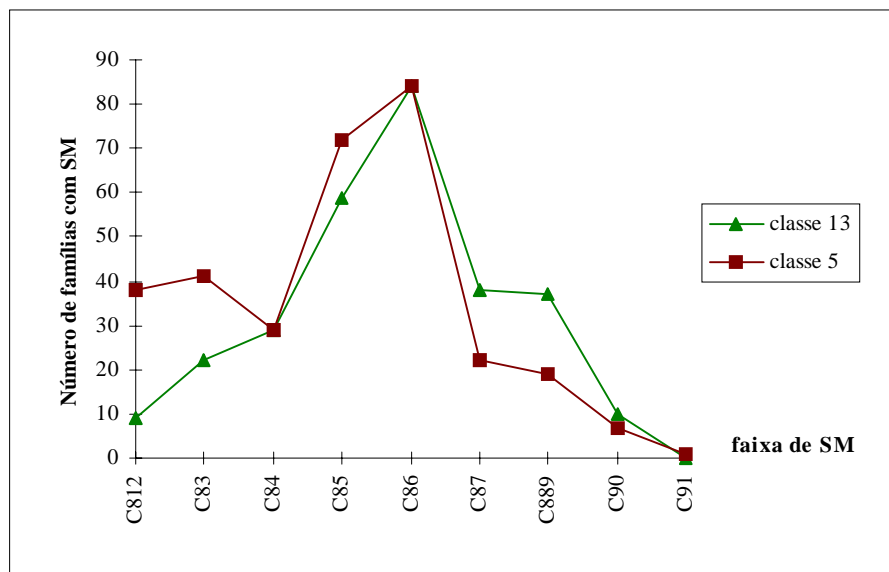


Figura 8.10: Rendimento familiar em salários mínimos (RSM) para as classes f_{13} e f_5

8.4.2.2 - Análise quantitativa dos fatores de padrão de uso do solo do grupo II (misto e comercial)

A análise quantitativa dos fatores de geração de viagens para padrões de uso do solo misto e comercial diferirá em função de somente f_2 , f_{16} e f_{10} pertencerem a esse grupo.

Os fatores de geração de viagens das classes f_2 , f_{16} e f_{10} , como pode-se verificar pela Tabela 8.3, apresentam valores pequenos em função do próprio padrão de uso do solo. Pólos geradores de viagens, são características de áreas residenciais. Assim, o valor da f_{10}

deverá ser o menor, seguido da f_2 e f_{16} , que apresentam características comerciais ou de prestação de serviços (oficinas) juntamente com residências.

8.4.2.3 - Análise quantitativa dos fatores de geração de viagens do grupo III

Diante das análises anteriores, e esse grupo III engloba todos os fatores das CFI. Assim, de acordo com os valores dos fatores, apresentados em ordem decrescente, na Tabela 8.3 encontra-se que dois fatores, de uso residencial (f_8 e f_5), com valores inferiores as classes de uso misto e comercial f_2 , f_{16} e f_{10} . No caso da classe f_8 , foi demonstrado (no item 8.4.2.1) a razão do valor negativo deste fator. Assim sendo, não considerar-se-a este valor dentro deste grupo de análise. Restando assim analisar a inter-relação do fator f_5 com os demais da classe de uso do solo misto e comercial (f_2 , f_{16} e f_{10}).

- **Interrelação dos fatores das classes f_2 , f_{16} , f_{10} e f_5 :**

As três primeiras classes foram analisadas no item 8.4.2.2, restando portanto ampliar a análise anterior incluindo a classe f_5 . ($34,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²). Ao se comparar o valor deste fator com o f_2 ($45,0 \times 10^{-6}$ viagens/m²) verificou-se a sua superioridade. Entretanto os padrões geométricos das classes apresentadas na análise da foto- interpretação (Tabela 6.11) são semelhantes, estabelecendo-se diferenças em função da antigüidade e da localização das classes. No que se refere à antigüidade podemos verificar que existe uma maior consolidação dessa área em função de uma renda familiar mas elevada, levando a exercerem mais atividades e conseqüentemente um número de viagens também superior. A f_5 apresenta características de construção mais recente, localizando-se em áreas mais afastadas de vias principais, enquanto que f_2 ocupa locais próximas as mesmas. Estas duas características justificam a diferença dos fatores das viagens geradas entre estas classes.

9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

9.1 - INTRODUÇÃO

Cumprindo com todas as etapas desta pesquisa, este capítulo abordará cada um dos aspectos tratados nos capítulos anteriores, estabelecendo-se a importância e contribuição da pesquisa em relação aos resultados obtidos, os quais permitem prever um panorama farto de aplicações, não somente na área de transportes, quanto em outras áreas do conhecimento, como planejamento urbano, arquitetura, geografia, etc.

Assim, estabeleceu-se uma metodologia sistemática, até o momento não conhecida na área, que se constitui em uma nova proposta metodológica para modelagem da geração de viagens, através de processos de análise das características das estruturas urbanas. Estes processos se iniciam com a utilização de ferramentas computacionais e tecnológicas (Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica) ligadas por uma nova concepção e enfoque. Essa nova concepção parte do entendimento do que é um SIG, é como pode ser utilizado na resolução de problemas na área dos transportes. Através deste é possível avaliar qualitativamente e quantitativamente as variáveis que intervêm na geração de viagens. Nesse sentido num primeiro momento a estrutura urbana é analisada através das fotografias aéreas, determinando-se padrões geométricos e fotográficos caracterizados pela ocupação do uso do solo. Essa análise constitui-se na base metodológica fundamental para a determinação das classes foto-interpretadas homogêneas. Num segundo momento estes padrões são associados a variáveis sócio-econômicas, populacionais e dos transportes, permitindo através de um processo de correlação das variáveis físicas (áreas dos padrões) com as variáveis quantitativas (viagens por setor censitário), determinar as viagens geradas por classes foto-interpretadas homogêneas.

Assim, no item 9.2, analisa-se a importância da metodologia desenvolvida, para no item 9.3, concluir-se a validade quantitativa dos resultados obtidos. As recomendações para posteriores pesquisas são assinaladas no item 9.4.

9.2 - VALIDADE CONCEITUAL DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA

Considerando que o objetivo principal desta dissertação foi desenvolver uma metodologia para a geração de viagens com aplicação do SIG e SR, e em função da hipótese formulada, neste item serão expostos conceitualmente na forma de conclusões os fundamentos básicos desta metodologia:

- foi constatado que os principais métodos de geração de viagens analisados apresentam algumas restrições quanto a sua aplicação. Sendo a maior dificuldade de não apresentar recursos que possibilitem captar com rapidez as mudanças urbanas, conseqüentemente esse limitante de permitir análises tipicamente estáticas, motiva a procurar definir metodologias que superem esta deficiência;
- foi determinada também outra limitante relacionada com a quantidade de dados necessários para realizar a modelagem. Este fato torna dificultosa a modelagem e evidentemente o tratamento dos problemas na área dos transportes; e
- surge, assim, a necessidade de se contar com ferramentas que possibilitem o tratamento de grande quantidade de dados, de forma rápida, precisa, e que também, permitam fundamentalmente intervir no processo da modelagem de forma iterativa e dinâmica.

Nos últimos anos uma nova tecnologia tem se desenvolvido para auxiliar no tratamento e solução dos problemas dos transportes. Esta tecnologia aliada a concepção de um sistema de informação, como o SIG, surge justamente focalizando sua atenção naquelas dificuldades de análises tipicamente estáticas e tratamento de grande quantidade de dados.

No entanto as aplicações do SIG na área dos transportes (SIG-T) têm se voltado principalmente para a exibição e análise dos atributos dos sistemas de transporte. Ainda há persistência do uso do SIG como meramente uma ferramenta para se fazer mapas, o qual pode ser fatal na total realização do potencial do SIG-T. Desta forma, é preciso o entendimento conceitual deste tipo de sistema para potencializar a sua aplicação. Assim da

análise dos conceitos e aplicações do SIG-T pode se extrair importantes ensinamentos do que se fazer para o futuro, entre elas destaca-se as seguintes:

- Constata-se o caráter evolutivo dos conceitos do SIG, desde uma fase inicial até o estágio atual, em que se busca o melhor aproveitamento do SIG, não só como gerenciador de Banco de Dados e uma tecnologia dotada de recursos gráficos mas também como um instrumento capaz de gerar novas informações a partir da utilização da Análise Espacial, e
- As aplicações do SIG-T, pecam por não utilizar o seu potencial de Análise Espacial e não desenvolverem abordagens sistêmicas, ainda é confundido como um software trabalhando isoladamente o que não permite a sua contextualização necessária. A capacidade do SIG de gerar novas informações através do processamento de dados gráficos (*fotos aéreas, imagens de satélite*) não foi considerada em sua totalidade, mantendo-se o modelo tradicional de coleta de dados estatísticos que muitas vezes geram resultados onerosos e imprecisos.

Constata-se, assim, a necessidade de um progresso no uso das características funcionais do SIG como a Análise Espacial, ligados a outras tecnologias que permitam desenvolver metodologias apropriadas e aplicáveis aos transportes.

Foi dentro desta perspectiva de aprimorar as aplicações do SIG-T, que foram desenvolvidos os fundamentos básicos da metodologia para determinar o número das viagens geradas por setores agregados homogêneas através da foto-interpretação. Assim os dados gráficos, obtidos das fotografias aéreas, assumem um papel fundamental no processo da Análise Espacial, já que a quantidade de dados estatísticos e conseqüentemente pesquisas de campo requeridas diminui significativamente, sem que os resultados sejam prejudicados.

Embora alguns softwares de SIG permitam apresentar uma imagem digital, foi constatado que o uso e exploração das potencialidades da mesma é conservadora, pois a maioria dos SIGs tradicionais não possuem ferramentas para análise e interpretação e classificação dos dados das imagens, que permitam a atualização da base de dados. Com isso surge a

necessidade do uso de sistemas de classificação como o desenvolvido pelo USGS baseado na foto-interpretação para a identificação das características da área de estudo e seu tratamento antes de ser utilizadas as fotografias aéreas dentro dos SIG.

Assim poder-se-á obter dados espaciais de maneira a relaciona-os no ambiente interno do SIG. Estes dados em intervalos regulares de tempo, poderão ser gerados apresentando precisão adequada, e permitindo observar as características do desenvolvimento e a extensão das mudanças da área de estudo, bem como sua respectiva análise. Caracterizando o SIG numa ferramenta dinâmica capaz de responder as mudanças das estrutura urbana.

Assim conclui-se que a partir dos fundamentos dos Sistemas de Informação Geográfica e do Sensoriamento Remoto é possível se desenvolver uma metodologia sistemática de setorização dos dados contidos nas fotografias aéreas. Assim, esta metodologia deverá ser de fácil compreensão, procurando refletir ao máximo as características das áreas analisadas (tecido urbano).

9.3 - VALIDADE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste item, para uma melhor exposição das conclusões, seguir-se-a uma seqüência relacionada com a abordagem dos capítulos 6 em diante. Porquanto as conclusões do item 9,2 abordaram o relacionado com a validade conceitual do modelo que envolve especificamente até o capítulo 5. Assim nota-se nesta distribuição dos capítulos, que o capítulo 6 tratou da definição das classes foto-interpretadas, o capítulo 7 dos fatores das viagens geradas para as CFIs e o capítulo 8 da análise quantitativa e qualitativa dos resultados.

De acordo com esta seqüência do tratamento da variáveis que constituíram o modelo de geração das viagens, é possível estabelecer as seguintes conclusões:

- É de fundamental importância para o processo da modelagem contar com dados agregados por nível de setor censitário, isto facilitará o tratamento dos dados e conseqüentemente redundará na exatidão dos resultados.

- Se houver dados somente por zona de tráfego deve-se procurar agrega-os a nível do setor censitário. De não ser possível esta desagregação, o tratamento do sistema de equações geradas, das áreas das classes foto-interpretadas relacionadas com as viagens ou outras variáveis, devem ser cuidadosamente estudadas. Pois um inadequado relacionamento pode conduzir a trabalhar com equações matematicamente indeterminadas.
- O modelo de geração das viagens desenvolvido pode ser aplicado ao nível dos dados por setor censitário, ou por zona de tráfego. Sendo em ambos os casos imprescindível a agregação dos dados das variáveis censitárias população, domicílios e renda.

Através dos resultados das análises quantitativas e qualitativas, tanto das classes foto-interpretadas como dos fatores foto-interpretados, é possível estabelecer as seguintes conclusões:

- A existência de área ocupada em maior ou menor quantidade não necessariamente indica gerar maior ou menor número de viagens.
- Observa-se para este caso especial de estudo que a variação dos valores dos fatores de geração de viagens se diferenciam em função da composição da renda e do número de domicílios.
- Com referência aos fatores em relação ao padrão de uso do solo, comprova-se, para este estudo de caso, uma correspondência.
- Notou-se que outra característica que permite estabelecer a relação entre os valores dos fatores foi a antigüidade de cada classe, obtida na etapa da foto-interpretação.
- O fato de dividir os fatores por intervalos possibilitou uma análise mais precisa, assim como facilitou a mesma.

9.4 - RECOMENDAÇÕES

Sendo uma metodologia de análise da estrutura urbana resta recomendar alguns aspectos que podem ser estudados em futuras pesquisas. Estas recomendações serão divididas de acordo a aspectos considerados relevantes para o fortalecimento desta metodologia:

- Com relação aos sistemas de classificação o USGS e Multiespectral. Foi observado que ainda que se tenha uma prática depurada para a foto-interpretação, a visão humana está limitada a um número de 30 tons de cinza, enquanto a variação das cores na fotografia aérea variam de 0 até 255 tons de cinza por pixel. Porém, algumas características não detectadas pelo observador na fotografia, devem ser testadas fazendo-se uso da reflectância multiespectral emitida pelo objeto de análise, procurando aprimorar os resultados.
- Quanto a possibilidade de se desenvolver um algoritmo capaz de identificar e classificar na textura da imagem, ao nível urbano construído, as áreas residenciais (prédios, casas), das áreas comerciais e áreas de uso misto, que permita agrupamento de objetos em classes tão igual como no processo determinado na foto-interpretação. E que atue com um SIG, auxiliando a interface usuário-software. Alguns avanços nesse sentido foram observados em estudos realizados por Ryherd et al. (1996), que através do método de segmentação de imagens consegue-se definir objetos discretos ou classes de objetos nas imagens.
- A partir da identificação na estrutura urbana das classes agregadas homogêneas, seja por foto-interpretação ou por outro método, poder-se-a através da criação de cenários, usando-se os fatores das viagens por CFI, avaliar o comportamento do sistema de transporte, os impactos econômicos e urbanos nas áreas onde se aloque estas CFI, as necessidades de infra-estrutura viária na área de estudo e áreas vizinhas, etc.
- Analogias desta metodologia poderão ser desenvolvidas para as outras etapas do modelo seqüencial de planejamento.

- Outros tipos de indicadores podem ser desenvolvidos em outras áreas de transportes, como logística, partindo de analogias com o modelo desenvolvido.
- Deve-se buscar uma forma de atribuir pesos a os prédios ou ocupações multifamiliares, para evitar maiores influências nos setores residenciais simples, como foi observado no caso da classe f_8 . Talvez uma forma seja estabelecer a proporção entre os números de domicílios dos prédios e o número de casas, buscando um fator de equivalência que permita equiparar uma relação entre as áreas:

$$A_p = rA_c$$

Onde

A_p = área do prédio

A_c = área da casa

r = fator de equivalência

- Recomenda-se estudar profundamente o porque do valor negativo do fator da classe f_8 . Para isso deverá retirar-se as classes, que de acordo com a análise de resíduos não tiveram contribuição significativa na modelagem.
- Para fins de simulação (previsão de viagens), é conveniente um estudo minucioso na etapa de definição das classes foto-interpretadas. Desta forma evita-se a presença de classes linearmente relacionadas as quais podem dificultar o processo da modelagem.
- O tratamento matemático da interrelação entre as áreas das classes foto-interpretadas com os dados sócio-econômicos e populacionais, poder-se-a fazer através da Estatística Espacial.

BIBLIOGRAFIA

- ALENCAR, V. C., AQUINO, M. S. (1995). *Planejamento de Sistemas de Transporte Coletivo*. In FATOR GIS N° 09 Abril/ Maio/Junho, Brasil.
- ANDRADE, R. C. R., MENDES, A. P. D. (1995). *Plano Multimodal de Transportes para o Estado de Minas Gerais: uma abordagem ao sistema informatizado de Planejamento de Transportes*. Anais do X Congresso Nacional de Transportes Públicos, pp. 361-368, junho, São Paulo, Brasil.
- AVERY T. E., BERLIN G. L. (1990). *Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation*. Maxwell Macmillan International, New York.
- BARTOLI, S. P., FORTES, J. A. A., ANDRADE, N. P. (1996). *Sistema de Informação Geográfica como instrumento para avaliação da Acessibilidade Locacional de Parada de ônibus*. Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, pp. 245-256, novembro, Brasília, Brasil.
- BANISTER, D. (1994). *Transport Planning in the UK, and Europe*. E & FN SPON. London, UK.
- BENNION, M. W., O'NEIL, W. A. (1994). *Building Transportation Analysis Zones Using Geographic Information Systems*. Transportation Research Record 1429, pp. 49-56, Reino Unido.
- BRUTON, M. J. (1979). *Introdução ao Planejamento dos Transportes*. Interciência Ltda., Rio de Janeiro, Brasil.
- CÂMARA G., MEDEIROS J. S. (1996). *Geoprocessamento para Projetos Ambientais*. Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP.
- CHOI, K. (1993). *The Implementation of an Intergrated Transportation Planning Model with GIS and Expert Systems for Interactive Transportation Planning*. Illinois, Estados Unidos (Tese de Doutorado).
- CODEPLAN - COMPANHIA DO DESENVOLVIMENTO DO PLANALTO CENTRAL (1991). *Pesquisa Domiciliar: Transporte 1990*. Brasília D.F.
- CODEPLAN - IDHAB/DF, COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO PLANALTO CENTRAL, INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL DO DF. (1996). *População do Distrito Federal por Região Administrativa 1991-1996*. Brasília DF.
- CORRÊA A. C. (1994). *A Aplicação da Geo-Informática e Sensoriamento Remoto na Amazônia*. GIS Brasil '94. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba, Paraná, Brasil.
- COSTA NETO, P. L. (1977). *Estatística*. Edgard Blucher, São Paulo, Brasil.
- CRÓSTA A. P. (1993). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. IGI/UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- DAVIS F. W., SIMONETT D. S. (1992). GIS and Remote Sensing. In MAGUIRE D. J, GOODCHILD M. F., RHIND D. W. (eds.), *Geographical Information Systems*. Longman Scientific and Technical, Great Britain.

- DANTAS A. S., GONZALES T. P. W., YAMASHITA Y. (1996). *Sistemas de Informação Geográfica em Transportes o Estado da Arte*. Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, pp. 211-222, Novembro, Brasília, Brasil
- DICKEY, J. W. et al. (1975). *Metropolitan Transportation Planning*. Scripta Book Company, Washington, Estados Unidos da América.
- DING, C., CHOI, K., KIM, T. J. (1993). *GIS-Based Traffic Analysis Zone Design*. Third International Conference in Computers in Urban Planning and Urban Management, Atlanta, Georgia, Estados Unidos da América.
- FERREIRA, F. E., SÁ, L. A. C. M., LOCH, C., MAYERLE, S. F. (1994). *Metodologia para o planejamento da Rede Transportes coletivos urbanos por ônibus*. Anais do VIII Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 529-539, Recife, Brasil.
- GALLIMORE, W. P., HARTGEN, D. T., LI, Y. (1992). *Applications of GIS-Transportation Analysis Packages in Super-Regional Transportation Modeling*. Annual Meeting of the Transportation Research Board, Janeiro, Washington, Estados Unidos da América.
- GAN, CHENG-TIN (1994). *A GIS-Aided Procedure for Converting Census Data for Transportation Planning*. ITE Journal, v. 64, Nº 11, Novembro. Estados Unidos.
- GRAÇA L. M. A. (1994). *A Ortofoto Digital como Interface do GIS*. GIS Brasil '94. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba, Paraná, Brasil.
- GONZALES T, P. W., YAMASHITA, Y. (1996). *Definição de Setores Agregados Homogêneos (SAH) Usando Sensoriamento Remoto Para a Análise de Zonas de Tráfego*. Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, pp. 223-234, Novembro, Brasília, Brasil
- HANI S., MAHMASSANI M., BAAJ H., TONG CH. CH. (1988). Characterization and Evolution of Spatial Density Patterns in Urban Areas. *Transportation 15*, pp. 233-256.
- HUTCHINSON, B. G. (1979). *Princípios de Planejamento dos Sistemas de Transporte Urbano*. Guanabara Dois S. A., Rio de Janeiro, Brasil.
- IRASC (1993). *Getting Started*. Intergraph Corporation, Huntsville, Alabama, United States.
- JOHNSON, B. H., DEMETSKY, M. J. (1994). *Geographic Information System Environment for Transportation Management Systems*. Transportation Research Record 1429, pp. 67-73, Reino Unido.
- KAGAN, H., ROSSETO, C. F., CUSTÓDIO, P. S., MARTINS, W.C. (1992). *Uso de Sistema de Informações Geográficas no Planejamento de Transportes*. Anais do VI Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 892-909, Rio de Janeiro, Brasil.
- KIM, T.J., KU K, DONG S., (1995). *GIS-Based Traffic Analysis Zone Design*. Seventh World Conference on Transport Research, July, Sidney, Australia.
- LEWIS, S. (1994). *Use of Geographical Information Systems in Transportation Modeling*. ITE JOURNAL, Março, pp. 34-38, Estados Unidos.

- LIMA NETO, O. C. C. (1982). Um modelo alternativo de geração de viagens urbanas. In *Modelos Urbanos, Regionais e de Transportes*. Agrupamento de Sistemas Urbanos e Regionais - ASUR. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. v. II, pp. 391-401, São Paulo, Brasil.
- MAGUIRE, D. J. (1991). *An Overview and Definition of GIS*. MAGUIRE D. J., GOODCHILD M. F., RHIND, D. W. (eds), Geographical Information Systems, Inglaterra, Reino Unido.
- MARTINS, W. C. IVERSSON, G. (1993). *Criação de uma Base de dados Georeferenciada para estudos de planejamento regional de Transportes no Brasil*. Anais do VII Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 617-625, São Paulo, Brasil.
- MELLO, J. C. (1975). *Planejamento dos Transportes*. McGraw-Hill, São Paulo, Brasil.
- MGE (1994). *Mapping/Modular GIS Environment. Getting Started for the Windows NT Operating System*. Intergraph Corporation, Huntsville, Alabama, United States
- MGAD (1994). *MGE Basic Administrator. Getting Started for the Windows NT Operating System*. Intergraph Corporation, Huntsville, Alabama, United States
- NASSI, C. D., SANTOS, M. P. S, BODMER, M., FILHO, R. D. O., GAVA, R. M. (1994) *Adaptação gráfica de uma base cartográfica de um município voltada para os problemas de Transporte Público*. Anais do VIII Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 541-550, Recife, Brasil.
- NOVAES, A. G. (1986). *Sistemas de Transportes. Análise da Demanda*. v. I, E. Blücher Ltda., São Paulo, Brasil.
- NOVAES, A. G. ROSSETO, C. F. (1993). *Localização de Depósitos numa rede logística com o auxílio do SIG*. Anais do VII Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 605-616, São Paulo, Brasil.
- NOVAES, A. G. (1995). *Aproximações em Redes Logísticas com o Auxílio de SIG*. Anais do IX Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 1162-1172, São Carlos, Brasil.
- NYERGES, T. L. (1994). *Locational Referencing and Highway Segmentation in a Geographic Information System*. ITE JOURNAL, Março, pp. 27-31, Estados Unidos.
- O'NEIL, W. A. (1991). *Developing Optimal Transportation Analysis Zones Using GIS*. ITE JOURNAL, pp. 33-36, Dezembro, Estados Unidos.
- ÖRMECI C., GOKSEL Ç., TUKOGLU, H. D. (1996). *Using Remote Sensing Techniques in Land Use Changes: The Case of Istanbul*. Firts Conference on Geographic Information Systems in Urban Regional and Environmental Planning, Samos, Greece.
- ORTUZAR J. D. & WILLUMSEM L. G. (1990). *Modelling Transport*. John Wiley & Sons Ltd., Great Britain.
- PAPACOSTAS, C. S. (1995). *GIS Application to the Monitoring of Bus Operations*. Compendium of Technical Papers, Institute of Transportation Engineers, Estados Unidos.

- PAREDES, E. A. (1994). *Sistemas de Informação Geográfica - Princípios e Aplicações (Geoprocessamento)*. Editora Érica, São Paulo, Brasil.
- PEREIRA F. D. (1994). *Alternativas (de Baixo Custo) de Mapeamento Digital para SIG*. GIS Brasil '94. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba, Paraná, Brasil.
- PIMENTEL, F. L., SALGADO, A. C. (1994). *Uma Visão sobre SIG*. Anais do VIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, pp. 517-528, Recife, Brasil.
- RHIND, D. W., COPPOCK, J. T. (1991). *The History of GIS*. MAGUIRE D. J., GOODCHILD M. F., RHIND, D. W. (eds), Geographical Information Systems, Inglaterra, Reino Unido.
- ROSSETO, C. F., CUNHA, C. B. (1994). *A Aplicação do Geoprocessamento na roteirização de veículos*. Anais do GIS BRASIL '94 - Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, pp. 35-44, Outubro, Curitiba, Brasil.
- RYHERD, S., WOODCOCK, C. (1996). *Combining Spectral and Texture Data in the Segmentation of Remotely Sensed Images*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v. 62, N° 2, February, pp. 181-194, Boston, Estados Unidos.
- SHAW, S. L. (1993). *GIS for Urban Travel Demand Analysis: Requirements and Alternatives*. Comput. Environ. and Urban Systems, v. 17, pp. 15-29, Estados Unidos.
- SILVA, A. N. R., MOTTA, S. H. S. (1995). *Avaliação do Desempenho de um Sistema de Transporte Público Urbano com o Auxílio de um Software para SIG*. Anais do IX Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 1154-1160, São Carlos, Brasil.
- SILVA, A. N. R., LIMA, R. S., JUNIOR, A. A. R. (1995). *Utilizando um Sistema de Informação Geográfica para Estimar viagens em uma Cidade de Porte médio*. Anais do IX Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 1173-1183, São Carlos, Brasil.
- SIQUEIRA, C. A. B., CASSUNDÉ, M. I. V. (1994). *O Geoprocessamento como instrumento de Gestão de Transporte coletivo na EMTU/ RECIFE*. Anais do VIII Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 551-556, Recife, Brasil.
- SOARES, N. B. (1985). *Determinação de Itinerários de um Sistema de Transporte Coletivo Através de Ônibus: Um Processo Aplicável em Cidades de Porte Médio*. EBTU, Brasília DF., Brasil.
- SOUZA, N. M. (1994). *Contribuição à Cartografia Geotécnica com o Uso de Geoprocessamento: Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica*. Tese Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.
- STRAMBI, O., BILT, K. (1995). *Utilização do CHAID - Método de Detecção Automática de Interações - para a Análise de Taxas de Produção de Viagens*. Anais do IX Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 492-506, São Carlos, Brasil.
- STOKES, R. W., MARUCCI, G. (1995). *GIS for Transportation Current Practices, Problems and Prospects*. ITE JOURNAL, pp. 28-37, Março.

- TEIXEIRA, A., MATIAS, L., NOAL, R., MORETTI, E. (1995). *A História dos SIGs*. In FATOR GIS, Nº 10 Jul/Ago/Set, Brasil.
- TEIXEIRA, A., MATIAS, L., NOAL, R., MORETTI, E. (1995). *Qual a Melhor definição de SIG*. In FATOR GIS, Nº 11 Out/Nov/Dez, Brasil.
- TSOU, I (1990). *Water Demand Estimation for Water Resources Planning: A Geographically Approach*. Utah, Estados Unidos (Tese de Doutorado).
- VIVIANE, E., SÓRIA, M. H. A. (1995). *Aplicação de um SIG no desenvolvimento de sistema de gerência de vias não-pavimentadas*. Anais do IX Congresso da Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, pp. 1148-1153, São Carlos, Brasil.
- WAERDEN, P., TIMMERMANS, H. (1994). *Parking Simulation using a Geographical Information System*. Second Design & Decision Support Systems in Architecture & Urban Planning Conference, pp. 1-12, Agosto, Valls, Países Baixos.
- YOUNG, W., TAYLOR, M. (1991). *A parking Model hierachy*. Transportation 18, pp. 37-58, Holanda (Países Baixos).

ANEXO A

Tabela A1: Viagens Realizadas por Todos os Modos e Motivos , no Período de 24 Horas - Pesquisa Domiciliar - 1990.

I/J	1a91	92	93	94	95	96	97a100	101a116	117a121	121a125	126a157	158	159a187	188a191	192a204	211a221	222	223	224a233	234	235
234	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	65	0	60	0	0	0	0	0	14
235	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	171	0	0	0	0	0	0	13	968
236	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
237	3511	0	0	0	0	0	0	429	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	36	66	155
238	1577	0	0	40	0	0	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	160
239	30	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	1803	0	93	0	0	0	93	46	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	7	0
241	1742	0	0	32	0	33	65	0	64	0	0	0	205	0	0	0	0	0	33	41	96
242	1957	0	33	0	0	33	66	154	43	0	59	0	0	0	0	0	0	0	71	33	144
243	1929	0	0	0	0	0	0	85	43	0	127	0	43	0	0	0	0	0	0	42	43
244	435	0	0	0	0	0	0	162	143	0	47	0	63	0	0	0	0	0	0	6	0
245	370	0	0	0	26	0	26	0	0	0	52	0	88	0	0	0	0	0	0	47	0
246	1077	0	43	0	0	0	43	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
247	1335	0	0	0	0	0	0	132	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	40	0
248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0	0	0	0	0	0	0
249	717	0	0	0	60	0	60	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0
250	1496	0	29	0	0	0	29	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	28
251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	18186	0	198	72	86	66	422	1270	293	0	419	0	791	0	60	81	52	0	175	386	1608

Fonte: Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central - CODEPLAN

Matriz de Origem e Destino das Viagens, das Zonas de Tráfego de Área Urbana de Sobradinho 236 até 249

Tabela A2: Viagens Realizadas por Todos os Modos e Motivos , no Período de 24 Horas - Pesquisa Domiciliar - 1990.

I/J	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254a255	256	257a259	260a267
234	13	59	21	0	25	54	33	69	7	13	0	40	0	0	57	0	0	0	0	0	0	297
235	0	156	160	0	0	97	144	43	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0
236	29	259	0	0	185	22	7	49	0	26	0	0	0	0	142	0	0	0	0	0	0	0
237	260	7416	748	52	284	2827	741	339	349	285	129	156	0	0	1388	0	0	0	0	0	0	151
238	0	748	1205	0	47	674	1274	250	160	81	128	318	0	120	449	40	0	0	0	0	0	128
239	0	52	0	0	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	6	0	182
240	185	284	46	36	1252	1423	265	216	96	72	1119	232	0	0	113	0	0	47	0	0	0	232
241	22	2791	675	12	1427	3360	1321	1003	225	467	601	653	0	179	624	0	0	32	0	0	0	140
242	7	614	1274	0	307	1387	3111	928	579	429	305	396	0	0	520	0	33	0	0	0	0	95
243	49	509	249	0	216	765	876	6145	1485	439	86	1656	0	760	283	0	42	0	0	0	0	0
244	0	349	161	0	92	369	641	1252	194	134	215	329	0	0	623	0	0	0	0	0	0	193
245	26	286	80	0	73	539	428	413	203	0	300	158	0	60	85	0	0	0	0	0	0	51
246	0	85	129	0	1076	601	348	85	172	343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
247	0	155	285	0	232	695	397	1571	329	158	0	1941	0	239	199	0	33	0	0	0	0	127
248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
249	0	0	119	0	0	180	0	760	0	119	0	240	0	75	29	0	0	0	0	0	0	0
250	142	1388	449	34	114	623	491	283	680	85	0	199	0	28	113	0	0	0	0	0	0	142
251	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
252	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	733	15151	5641	134	5366	13628	10110	13406	4479	2651	2883	6351	0	1461	4688	40	108	79	0	6	0	1781

Fonte: Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central - CODEPLAN

Matriz de Origem e Destino das Viagens, das Zonas de Tráfego de Área Urbana de Sobradinho 236 até 249.

Tabela A3: Viagens por Transporte Coletivo, Todos os Modos no Período De 24 Horas - Pesquisa Domiciliar 1990

I/J	1a91	92	93	94	95	96	97a100	101a116	117a121	122a125	126a157	158	159a187	188a191	192a204	205a210	211a221	222	223	224a233	22a233
234	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0
235	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0
236	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
237	2769	0	0	0	0	0	0	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	36	36
238	1311	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
239	30	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	1205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
241	1080	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	205	0	0	0	0	0	0	33	33
242	1360	0	33	0	0	33	0	33	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	71	71
243	1590	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0
244	352	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
245	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0
246	691	0	43	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
247	974	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	0
248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0	0	0	0	0	0	0
249	538	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35
250	1174	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
251	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	13640	105	177	72	33	66	575	585	43	125	125	514	514	60	60	81	133	52	175	5157	175

Fonte: Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central - CODEPLAN

Matriz de Origem e Destino das Viagens, das Zonas de Tráfego de Área Urbana de Sobradinho 236 até 249.

Transporte Coletivo: Somatória dos modos ônibus, Transporte de Vizinhança, Transporte Fretado - Funcional e Lotação.

Tabela A4: Viagens por Transporte Coletivo, Todos os Modos no Período De 24 Horas - Pesquisa Domiciliar 1990

I/J	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254a255	256	257a259	260a267	
234	0	0	0	52	0	0	0	6	33	43	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	
235	0	222	0	156	80	0	0	65	144	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	49	
236	0	0	0	0	0	0	0	21	0	7	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	
237	52	156	0	415	104	0	0	259	222	169	260	52	43	155	0	0	765	0	0	0	0	0	0	151	
238	0	80	0	104	40	0	0	81	0	0	40	0	129	186	0	0	364	40	0	0	0	0	0	88	
239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	6	0	87	
240	0	0	0	0	0	0	96	217	93	0	0	0	0	47	0	0	28	0	0	46	0	0	0	140	
241	7	64	7	104	40	0	264	187	132	244	32	187	0	197	0	120	453	0	0	32	0	0	0	94	
242	33	145	0	221	0	0	93	132	57	169	33	26	177	66	0	0	255	0	33	0	0	0	0	95	
243	42	0	7	297	40	0	0	244	127	43	42	0	0	85	0	42	255	0	42	0	0	0	0	0	
244	0	0	0	259	80	0	0	33	61	127	22	0	0	0	0	0	453	0	0	0	0	0	0	142	
245	0	0	0	0	0	0	0	155	26	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	52	
246	0	0	0	43	129	0	0	0	176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
247	0	0	0	155	121	0	46	132	0	85	0	0	0	65	0	0	199	0	0	33	0	0	0	93	
248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	
249	0	0	0	0	0	0	0	179	0	43	0	0	0	59	0	76	28	0	0	0	0	0	0	0	
250	56	29	85	736	307	35	28	397	226	255	539	56	0	199	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	
251	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	
252	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	886	795	2641	3523	1016	562	2635	3438	2515	2153	1289	670	1408	1059	266	3326	3100	115	186	111	0	6	0	1232	

Fonte: Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central - CODEPLAN

Matriz de Origem e Destino das Viagens, das Zonas de Trafego da Area Urbana de Sobradinho 236 até 249.

Transporte Coletivo: Somatoria dos modos ônibus, Transporte de Vizinhanza, Transporte Fretado - Funcional e Lotação.

ANEXO B

**Tabela B1: Viagens internas por transporte coletivo, todos os motivos. período de 24 hrs.
- pesquisa domiciliar - Sobradinho - 1990**

I/J	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	Total
236	0	0	0	0	0	21	0	7	0	0	0	0	0	0	28
237	0	415	104	0	0	259	222	169	260	52	43	155	0	0	1679
238	0	104	40	0	0	81	0	0	40	0	129	186	0	0	580
239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	0	0	0	0	96	217	93	0	0	0	0	47	0	0	453
241	7	104	40	0	264	187	132	244	32	187	0	197	0	120	1514
242	0	221	0	0	93	132	57	169	33	26	177	66	0	0	974
243	7	297	40	0	0	244	127	43	42	0	0	85	0	42	927
244	0	259	80	0	0	33	61	127	22	0	0	0	0	0	582
245	0	0	0	0	0	155	26	0	0	0	0	0	0	0	181
246	0	43	129	0	0	0	176	0	0	0	0	0	0	0	348
247	0	155	121	0	46	132	0	85	0	0	0	65	0	0	604
248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
249	0	0	0	0	0	179	0	43	0	0	0	59	0	76	357
Total	14	1598	554	0	499	1640	894	887	429	265	349	860	0	238	8227

Fonte: CODEPLAN/DF - Pesquisa Domiciliar - 1990

* Motivos predominantes: Trabalho, Estudo, Negócios, Saúde, Lazer e Outros.

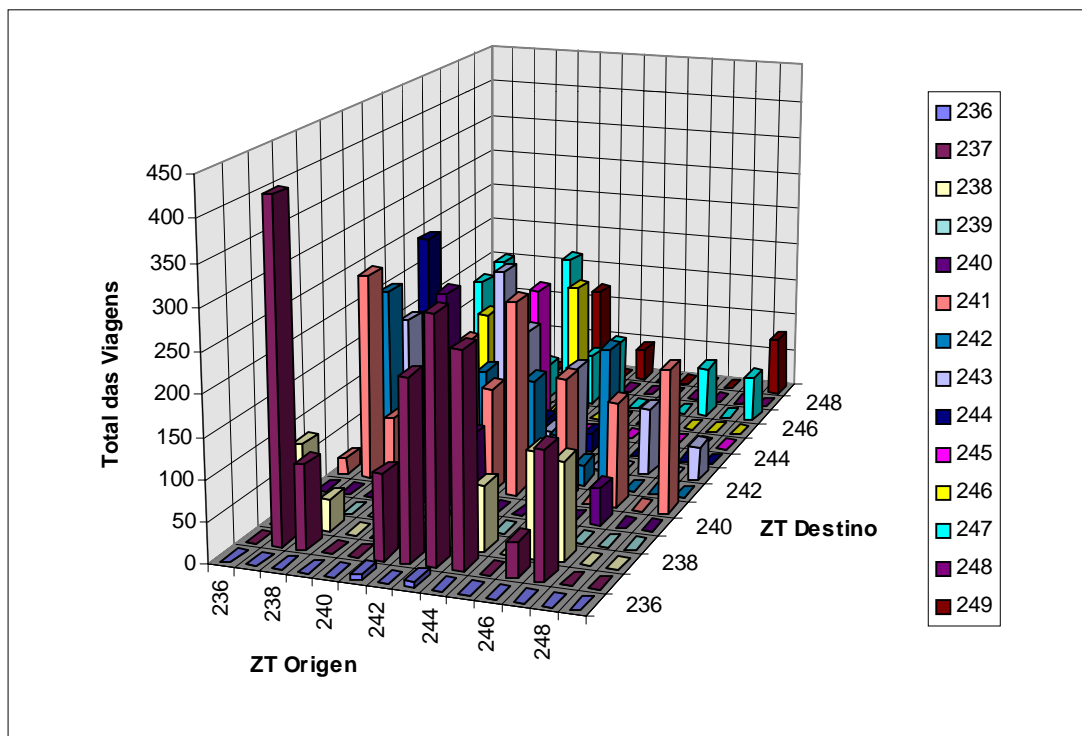


Figura 1: Viagens internas transporte coletivo, todos os motivos - Sobradinho - 1990

Tabela B2: Viagens internas todos os modos e motivos, período de 24 hrs. pesquisa domiciliar - Sobradinho - 1990.

I/J	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	Total
236	29	259	0	0	185	22	7	49	0	26	0	0	0	0	577
237	260	7416	748	52	284	2827	741	339	349	285	129	156	0	0	13586
238	0	748	1205	0	47	674	1274	250	160	81	128	318	0	120	5005
239	0	52	0	0	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	100
240	185	284	46	36	1252	1423	265	216	96	72	1119	232	0	0	5226
241	22	2791	675	12	1427	3360	1321	1003	225	467	601	653	0	179	12736
242	7	614	1274	0	307	1387	3111	928	579	429	305	396	0	0	9337
243	49	509	249	0	216	765	876	6145	1485	439	86	1656	0	760	13235
244	0	349	161	0	92	369	641	1252	194	134	215	329	0	0	3736
245	26	286	80	0	73	539	428	413	203	0	300	158	0	60	2566
246	0	85	129	0	1076	601	348	85	172	343	0	0	0	0	2839
247	0	155	285	0	232	695	397	1571	329	158	0	1941	0	239	6002
248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
249	0	0	119	0	0	180	0	760	0	119	0	240	0	75	1493
Total	578	13548	4971	100	5227	12854	9409	13011	3792	2553	2883	6079	0	1433	76438

Fonte: CODEPLAN/DF - Pesquisa Domiciliar - 1990

* Modos de Transporte: Através de ônibus, automóvel, táxi, lotação, a “pé”, outros modos.

* Motivos predominantes: Trabalho, Estudo, Negócios, Saúde, Lazer e Outros.

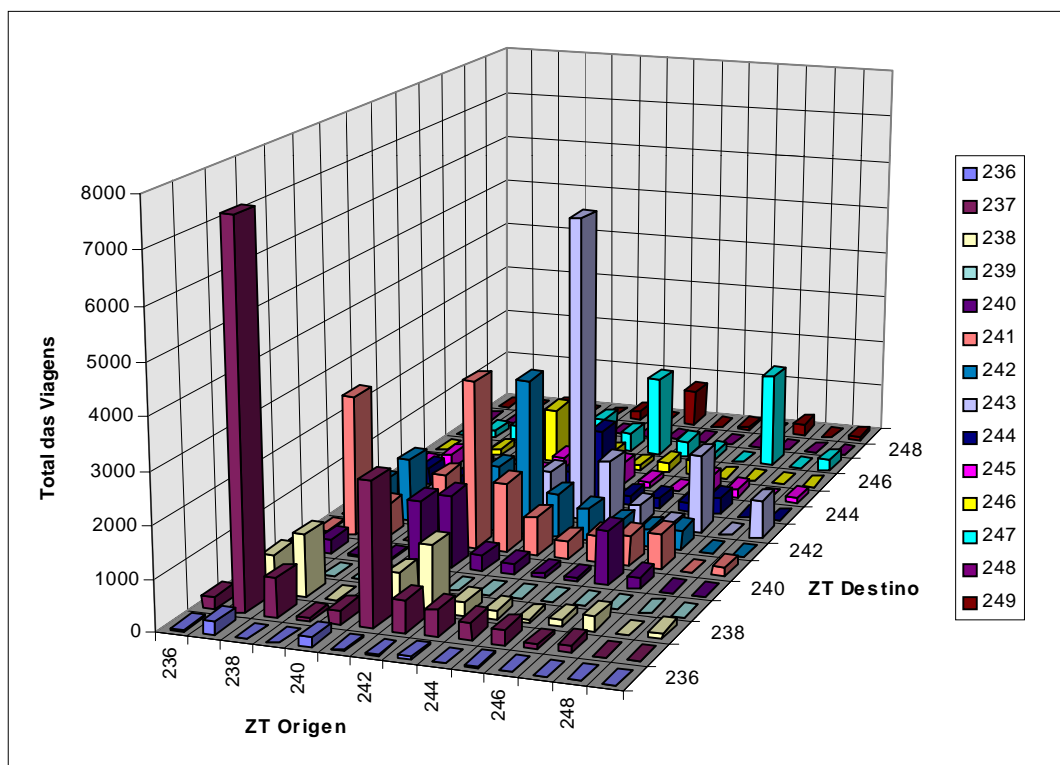


Figura 2: Viagens internas, todos os modos e motivos - Sobradinho - 1990

Tabela B3 : Censo demográfico - 1991, cidade de Sobradinho

VARIÁVEIS: NOME		VARIÁVEIS : NOME	
C5	: Código do Setor Censitário do Município	C86	: Mais de 5 a 10 salários mínimos
C8	: Total de Domicílios	C87	: Mais de 10 a 15 salários mínimos
C202	: População no Domicílio Total	C889	: Mais de 15 salários mínimos
C10	: Total de casas	C901	: Sem rendimento/Sem declaração
C66	: Número médio de pessoas por domicílio	C92A	: RMN até 3 salários mínimos
C812	: Rendimento até 1 salário mínimo	C92B	: RMN mais de 3 a 4 salários mínimos
C83	: Mais de 1 a 2 salários mínimos	C92C	: RMN mais de 4 a 5 salários mínimos
C84	: Mais de 2 a 3 salários mínimos	C92D	: RMN mais de 5 a 6 salários mínimos
C85	: Mais de 3 a 5 salários mínimos	C92E	: RMN mais de 6 salários mínimos

RMN = Renda Média Nominal dos Chefes de Família.

C5	C8	C202	C10	C66	C812	C83	C84	C85	C86	C87	C889	C901	C92A	C92B	C92C	C92D	C92E
1	308	1297	297	4	27	41	52	58	73	23	15	11	0	0	4,38	0	0
2	233	972	203	4	52	65	44	35	25	4	4	3	2,58	0	0	0	0
3	288	1227	263	4	51	74	48	55	36	13	8	1	0	3,16	0	0	0
4	224	877	179	4	54	65	29	31	24	9	5	7	2,74	0	0	0	0
5	207	856	137	4	52	43	30	36	33	2	3	8	2,65	0	0	0	0
6	213	808	190	4	39	59	32	35	29	9	7	2	0	3,34	0	0	0
7	222	924	145	4	41	53	33	35	40	9	11	0	0	3,69	0	0	0
8	269	1047	262	4	68	82	30	36	20	10	10	12	2,77	0	0	0	0
9	197	752	185	4	17	53	32	39	28	10	4	4	0	3,26	0	0	0
10	275	1166	271	4	36	43	30	46	91	17	9	1	0	0	4,37	0	0
11	199	788	188	4	46	53	19	27	32	11	6	4	0	3,23	0	0	0
12	193	854	174	4	41	42	23	24	30	15	10	8	0	0	4,27	0	0
13	200	833	185	4	26	50	27	36	28	14	5	13	0	3,48	0	0	0
14	219	912	120	4	43	61	30	37	22	9	10	6	0	3,76	0	0	0
15	207	782	158	4	26	43	52	38	22	14	7	5	0	3,47	0	0	0
16	269	1040	218	4	53	72	34	49	34	17	7	2	0	3,41	0	0	0
17	228	936	165	4	25	49	28	37	46	14	9	13	0	3,96	0	0	0
18	237	1019	236	4	50	38	37	43	43	11	6	9	0	3,22	0	0	0
19	322	1451	315	5	37	45	48	77	71	23	10	10	0	0	4,21	0	0
20	378	1622	275	4	27	30	36	57	117	50	38	11	0	0	0	0	7,05
21	364	1485	346	4	38	64	56	67	73	22	33	10	0	0	0	5,50	0
22	325	1357	310	4	36	49	51	53	67	28	29	12	0	0	0	5,04	0
23	183	787	126	4	3	8	18	40	52	27	21	14	0	0	0	0	7,92
24	211	895	188	4	22	41	26	53	35	20	9	5	0	0	4,40	0	0
25	220	907	169	4	40	43	28	36	39	13	9	12	0	3,67	0	0	0
26	219	880	194	4	43	36	37	35	29	16	13	4	0	0	4,12	0	0
27	237	963	206	4	31	35	38	45	48	17	11	10	0	0	4,36	0	0
28	296	1346	257	5	27	63	39	49	52	26	28	12	0	0	0	5,33	0
29	143	576	117	4	17	6	24	22	32	22	14	6	0	0	0	0	6,15
30	140	595	114	4	20	23	19	27	23	12	14	2	0	0	0	5,75	0
31	322	1174	38	4	6	18	26	52	106	62	42	10	0	0	0	0	7,52
32	259	1163	258	4	12	27	31	67	57	27	29	9	0	0	0	5,98	0
33	321	1429	313	4	38	41	29	72	84	22	19	8	0	0	4,68	0	0
34	160	704	147	4	6	25	25	19	31	25	24	5	0	0	0	0	6,72

35	292	1057	19	4	7	15	20	44	101	51	33	14	0	0	0	0	6,99
36	152	599	124	4	8	45	15	23	28	9	6	16	0	0	4,08	0	0
37	225	947	223	4	40	43	31	42	43	13	5	8	0	3,36	0	0	0
38	185	758	148	4	28	40	17	38	30	5	6	12	0	3,20	0	0	0
39	296	1213	250	4	22	61	49	49	71	18	17	9	0	0	4,24	0	0
40	222	952	181	4	32	47	27	44	40	13	15	3	0	0	4,47	0	0
41	169	669	113	4	19	27	19	25	34	13	11	9	0	0	4,82	0	0
42	224	911	175	4	36	49	40	38	29	15	10	7	0	3,72	0	0	0
43	232	936	210	4	22	48	28	49	38	19	16	10	0	0	4,56	0	0
44	215	867	180	4	49	49	40	27	30	7	5	2	2,96	0	0	0	0
45	151	614	131	4	21	29	29	26	34	6	6	0	0	3,67	0	0	0
46	143	671	108	5	37	33	27	18	20	1	5	2	2,68	0	0	0	0
47	204	863	189	4	32	50	30	31	31	8	5	11	0	3,14	0	0	0
48	300	1211	293	4	55	70	48	56	39	12	10	10	0	3,13	0	0	0
49	313	1408	301	5	44	62	52	62	56	17	10	10	0	3,56	0	0	0
50	303	1355	288	4	102	97	38	31	18	8	1	6	1,88	0	0	0	0
51	205	1122	205	5	4	6	6	22	108	36	21	2	0	0	0	0	7,52
52	228	990	215	4	25	30	29	41	55	21	18	9	0	0	0	5,19	0
53	216	851	65	4	12	20	21	41	69	31	21	1	0	0	0	5,96	0
54	191	761	41	4	7	8	14	45	68	22	21	6	0	0	0	0	6,81
55	316	1347	315	4	34	33	54	69	88	19	18	1	0	0	4,63	0	0
56	360	1305	124	4	9	22	29	59	84	38	37	10	0	0	0	0	6,86
57	236	988	236	4	15	37	32	46	66	17	17	6	0	0	0	5,00	0
58	308	1265	243	4	20	29	33	52	96	32	26	20	0	0	0	5,45	0
59	265	1198	265	5	11	23	28	56	63	39	38	7	0	0	0	0	7,41
60	240	1109	238	5	10	21	29	49	73	33	16	9	0	0	0	5,62	0
Total	14479	60391	11829														

Fonte: Modificado - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE - 1991.