



Numeração 127/2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL**

Iris de Marcelhas e Souza

**METODOLOGIA DE ANÁLISE DA DIFERENCIAÇÃO SOCIOESPACIAL COM USO
DE IMAGENS ORBITAIS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL EM SÃO JOSÉ DOS
CAMPOS-SP**

Tese de Doutorado apresentada ao
Curso de Pós-graduação em
Geociências da Universidade Estadual
de Campinas como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Doutor em
Geografia.

Orientadora: Prof. Dra Arlete Moysés Rodrigues

Campinas, SP
Agosto /2010

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

So89m Souza, Iris de Marcelhas e Souza.
Metodologia de análise da diferenciação socioespacial com uso de
imagens orbitais de alta resolução espacial em São José dos Campos-SP /
Iris de Marcelhas e Souza-- Campinas,SP.: [s.n.], 2010.

Orientador: Arlete Moysés Rodrigues.
Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. Percepção espacial. 2. Sensoriamento remoto. 3. Análise
espacial. 4. Geografia urbana – São José dos Campos (SP). I.
Rodrigues, Arlete Moysés. II. Universidade Estadual de Campinas,
Instituto de Geociências. III. Título.

Título em inglês: Methodology to analyse socio-spatial differentiation using orbital high-resolution
images in São José dos Campos,SP.

Keywords: - Spatial perception;
- Remote sensing;
- Spatial analysis;
- Urban Geography – São José dos Campos (SP)

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Doutor em Ciências.

Banca examinadora: - Arlete Moysés Rodrigues;
- Adriana Maria Bernardes da Silva;
- Hermann Johann Heinrich Kux;
- Paulo de Martino Januzzi;
- Regina Célia Bega dos Santos.

Data da defesa: 27/08/2010

Programa de Pós-graduação em Geografia.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

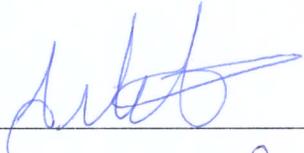
AUTORA: Iris de Marcelhas e Souza

“Metodologia de análise da diferenciação socioespacial com uso de imagens orbitais de alta resolução espacial em São José dos Campos, SP

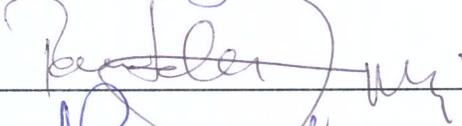
ORIENTADORA: Profa. Dra. Arlete Moyses Rodrigues

Aprovada em: 27/08/2010

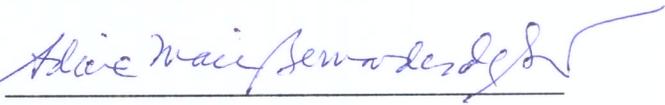
EXAMINADORES:

Profa. Dra. Arlete Moyses Rodrigues  - Presidente

Profa. Dra. Regina Célia Bega dos Santos 

Prof. Dr. Paulo de Martino Jannuzzi 

Prof. Dr. Hermann Johann Kux 

Profa. Dra. Adriana Maria Bernardes da Silva 

Campinas, 27 de agosto de 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço, assim como também dedico este trabalho a todos aqueles que de certa forma contribuíram na elaboração e me acompanharam nessa caminhada, nem sempre prazerosa, mas instigante. Agradeço especialmente:

À minha orientadora Dra. Arlete Moysés Rodrigues pelos sábios conselhos e por me mostrar os caminhos para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao INPE, por me dar oportunidade e suporte para que eu possa, cada dia mais, vir a ser um pouco melhor naquilo que faço.

À Divisão de Sensoriamento Remoto, na figura do Dr. João Roberto dos Santos e Dr. Milton Kampel, pelo apoio.

À UNICAMP, pela oportunidade de estudos.

À professora Dra. Regina Celia Bega dos Santos e ao Dr. Paulo de Martino Januzzi, pelas sugestões no exame de qualificação.

À Teresa Florenzano, pela colaboração na leitura e revisão do capítulo 6 ao 8.

À Biblioteca do INPE, pelo suporte das meninas Silvia, Eunice e Yolanda.

Aos meus colegas dos encontros realizados às segundas-feiras e à Arlete, por sua disposição em realizá-los.

À Valdirene, “Val”, sempre atenciosa, disposta a ajudar e eficiente em resolver nossos problemas.

Às secretárias da DSR, Cris e Tamara pelo carinho, alegria e indispensável apoio.

À minha mãe, aos queridos Geri, Bárbara, Brisa, Zana e Will, que pela alegria, carinho e compreensão me ajudam a enfrentar as dificuldades da vida.

A empresa INTERSAT por ceder as imagens utilizadas neste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xi
SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1 - INTRODUÇÃO 1	
1.1 - Objetivo geral e específico	21
1.2 - Organização deste trabalho	22
PARTE I	25
FERRAMENTA DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O ESTUDO DO TERRITÓRIO	
.....	25
Capítulo 1	25
1 – Uso da tecnologia em estudos do território	25
1.2 - Sensoriamento remoto em áreas urbanas	41
Capítulo 2	47
2.1 - A paisagem e a diferenciação do espaço residencial.....	47
2.2 - A moradia e a terra urbana enquanto mercadorias	49
Capítulo 3	61
3.1 - A diferenciação espacial.....	61
3.2- Elementos da Diferenciação espacial.....	64
Capítulo 4	77
4.1 - Indicadores de condições de vida	77
4.2 - Medidas sociais e territoriais intraurbanas	87
Capítulo 5	97
5.1 – São José dos Campos – diversidade espacial e indicadores sociais	97
5.2 - A diversidade do espaço residencial na cidade.....	101
5.3 - São José dos Campos: os indicadores sociais	110
PARTE II	115
SENSORIAMENTO REMOTO – CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS	115
Capítulo 6	115
6.1 - Tecnologia de sensoriamento remoto	115
6.1.1 - A fonte de energia.....	116
6.2 - Interação da energia com a matéria.....	125
Capítulo 7	135
7.1 – Análise do comportamento espectral da vegetação	135
7.2 – Análise do comportamento espectral do solo	137
7.3 – Análise do comportamento espectral da água.....	141
7.4 – Análise do comportamento espectral das áreas urbanas.....	146
Capítulo 8	151

8.1- Interpretação das imagens orbitais	151
8.1.2 - Entendendo as cores nas imagens orbitais.....	151
8.2 - Processamento digital de imagens orbitais	158
PARTE III	167
MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A ANÁLISE	167
Capítulo 9	167
9.1 – Materiais	167
9.2 – Procedimentos metodológicos.....	169
9.2.1 - Pré-processamento.....	169
9.2.2 – Definição das áreas amostrais.....	171
9.2.3 – Obtenção dos elementos da cobertura	173
9.2.4 - Mapeamento das classes do Grupo-1	176
9.2.5 – Obtenção dos elementos da diferenciação do grupo-2.....	179
PARTE IV	183
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	183
Capítulo 10	183
10.1 - Pré-processamento das imagens.....	183
Ortorretificação	183
Fusão de imagens	186
10.2- Definição das amostras.....	188
10.3 - Elementos da diferenciação do Grupo-1	190
10.3.1 - Classificação.....	192
10.3.1.1 - Atributos utilizados para classificação	193
10.3.1.2 - Avaliação da Classificação	195
10.3.1.3 - A classificação híbrida	197
10.4 - Elementos da diferenciação do Grupo-2	201
10.4.1 - Tamanho médio dos terrenos dos setores socioeconômicos	201
10.4.2 - Densidade de ocupação das quadras residenciais.....	203
10.4.3 - Organização das quadras e lotes	203
10.5 - Distribuição de elementos da diferenciação nas áreas residenciais	204
10.5.2– Distribuição da vegetação arbórea e rasteira.....	209
10.5.3 - Tamanho dos terrenos nos setores amostrais.....	212
10.5.4 - Densidade de ocupação	213
10.5.5- Piscinas	214
10.5.6 - Distribuição de sombra nos setores socioeconômicos	215
CONCLUSÕES	219
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	225
ANEXOS	239

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.2 - Diferentes fenômenos ambientais	31
Figura 3.1 – Imagem Ikonos com diferentes texturas do espaço residencial da cidade de São José dos Campos.....	64
Figura 3.2 – Diferentes tamanhos dos lotes intraquadras	66
Figura 3.3 - Organização das quadras e lotes intraquadras	67
Figura 3.4 - Áreas residenciais com diferentes presenças de arborização.....	68
Figura 3.5 Diferentes materiais utilizados para cobertura dos telhados das casas	68
Figura 3.6 – Diferentes densidades de ocupação das áreas residências.....	72
Figura 3.7 – Presença de piscina nas quadras residências.....	73
Figura 3.8 – Presença de solo exposto em áreas residenciais.....	73
Figura 3.9 - Presença de sombra em área residencial multifamiliar	74
Figura 5.1 - Imagem TM- Landsat 5 (218/76 05/2009 - Composição colorida –RGB-543) área urbana em magenta. Cidade e Município de São José dos Campos.....	99
Figura 5.2 - Distribuição espacial dos loteamentos aprovados no período de 1990 a 2008 por tipologia e região.	107
Figura 6.1 . Onda eletromagnética. Campo elétrico (E), campo magnético (M), velocidade de propagação(C) – (a). Relação entre comprimento de onda, frequência e amplitude da REM (b,c,d)	119
Figura 6.2 - Espectro eletromagnético ordenado com os diferentes comprimentos de ondas e frequências, destacando a região do espectro visível.	119
Figura 6.3 – Imagem da Amazônia mostrando a influência das nuvens em imagens orbitais adquiridas na mesma data. A esquerda obtida na porção refletida do espectro e a direita na região das micro-ondas (a). Imagens do espectro visível (banda 2) adquiridas em dias com diferentes condições atmosféricas (b), cobrindo a cidade do Rio de Janeiro.....	130
Figura 6.4 – Diferentes ângulos de <i>reflexão</i> (a) e mudanças na geometria de aquisição de dados de sensoriamento remoto que alteram a <i>radiância</i> das coberturas (b)...	132
Figura 7.1 – Comportamento espectral da vegetação	136
Figura 7.2 – Curva espectral de amostra de Latossolos (Latossolo-vermelho-escuro). Espectro padrão com áreas de absorção de água existente nas argilas (1), alterações provocadas pelo aumento do teor umidade no solo (2) e material orgânico (3).....	140
Figura 7.3 - Incidência da energia sobre a água pura (a). Curva de comportamento da água turva (b) e curva do comportamento dos estados físicos da água (c) no espectro óptico.....	142
Figura 7.4 – Encontro entre as águas dos rios Negro e Solimões nas proximidades de Manaus - AM. Imagens do satélite Landsat -7 obtidas em 27/08/2001. A) Banda 3. B) composição colorida 5(R)4(G)3(B).	144
Figura 7.5 – Curva de comportamento espectral da água, solo e vegetação	145

Figura 7.6- Imagem do Satélite Tm-Landsat-5, adquirida em 20/09/1995, na composição colorida das bandas (RGB-543) mostrando usos diferenciados e comportamento espectral semelhante entre as áreas urbanas (Ribeirão Preto) e áreas de cultivo de cana-de-açúcar (período seco).....	148
Figura 8.1 – Processo de formação das cores: Aditivo (a) e subtrativo (b)	152
Figura 8.2 – Bandas monocromáticas da porção visível do espectro eletromagnético e composição cor verdadeira (Imagem ETM + Satélite Landsat 7 – adquirida em 27/09/2003, cobrindo a Baía de Guanabara na cidade do Rio de Janeiro).	154
Figura 8.3 – Bandas monocromáticas da porção visível (banda 3), infravermelho próximo (banda 4) e infravermelho médio (banda 5) do espectro eletromagnético e composição colorida (sensor ETM + Satélite Landsat 7, adquirida em 27/09/2003, cobrindo a Baía de Guanabara na cidade do Rio de Janeiro).	156
Figura 8.4 – Composição falsa-cor 3(B)4(R)5(G). Imagem ETM + Satélite Landsat 7, adquirida em 27/09/2003, cobrindo a Baía de Guanabara na cidade do Rio de Janeiro.	158
Figura 8.5 - Representação matricial de uma imagem digital com resolução radiométrica de 8 bits.	159
Figura 9.1 - Características das classes do Grupo-1 no contexto da imagem e na área de estudo.....	176
Figura 9.2 – Obtenção do tamanho médio dos terrenos nas quadras residenciais	179
Figura 10.1 – Resultados dos procedimentos de ortorretificação das imagens.....	185
Figura 10.2 – Imagem multiespectral QuickBird composição das bandas do espectro visível RGB (321) com, 2.4 metros de resolução espacial (A). Banda pancromática com 0.6m de resolução espacial (B). Imagem contendo a informação espectral de A, espacial de B, resultante do processo de Fusão por Principais Componentes (C).	187
Figura 10.3 – Setores socioeconômicos da Região Geográfica Sul onde, em vermelho é mostrado o total de quadras e no colorido, as quadras amostrais (a) e a imagem recortada pelas quadras no setor socioeconômico do Bosque dos Eucaliptos (b).	190
Figura 10.4 – Hierarquia de objetos em dois níveis de segmentação e hierarquia das classes de cobertura intraurbana das quadras residenciais unifamiliares para os setores amostrais.	191
Figura 10.5 - Histograma da distribuição dos valores encontradas para 10, 20 e 30 amostras da classe cerâmica	193
Figura 10.6 – Atributo de brilho e função que descreve o comportamento da classe <i>sombra</i> e <i>telhados escuros</i> do setor socioeconômico Bosque dos Eucaliptos.....	195
Figura 10.7 - Limites de quadras residenciais amostrais (A). Quadras segmentadas no nível 2- (B) e quadras classificadas (C).....	198
Figura 10.8 - Interpretação visual do número de casas por quadra. Exemplos de quadras dos setores socioeconômicos Esplanada-Apolo, com 33 casas e Putim, com 76 casas.	202

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1- Evolução populacional e taxa de urbanização de São José dos Campos	102
Tabela 5.2 – Características dos loteamentos aprovados e liberado para venda no período de 1990 a 2008	105
Tabela 6.1 - Resolução espacial e escala de trabalho	124
Tabela 9.1 - Atributos espectrais utilizadas para a descrição das classes	178
Tabela 10.1 – Comparação estatística entre as imagens originais e fusionadas/sintéticas	187
Tabela 10.2 – Definição das áreas amostrais por setor socioeconômico.....	188
Tabela 10.3 – Avaliação da classificação por quadras amostrais dos setores socioeconômicos	199

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 – Variação no custo de telhado apoiado em laje para uma casa popular com 30m ²	69
Gráfico 10.1 – Distribuição das telhas de cerâmica nos setores socioeconômicos	204
Gráfico 10.2 – Distribuição das telhas escuras nos setores socioeconômicos.....	205
Gráfico 10.3– Distribuição das telhas claras nos setores socioeconômicos.....	207
Gráfico 10.4– Simulação da distribuição das telhas de concreto esmaltado e concreto amianto nos setores socioeconômicos	208
Gráfico 10.5 - Distribuição da vegetação arbórea nos setores socioeconômicos...	209
Gráfico 10.6 - Distribuição da vegetação rasteira nos setores socioeconômicos ...	211
Gráfico 10.7 – Tamanho médio dos terrenos nos setores socioeconômicos	212
Gráfico 10.8 – Densidade de ocupação dos setores socioeconômicos.....	213
Gráfico 10.9 – Distribuição das piscinas nos setores socioeconômicos	214
Gráfico 10.10 – Distribuição das sombras nos setores socioeconômicos	216

SIGLAS E ABREVIATURAS

ASTER - ADVANCED SPACEBORNE THERMAL EMISSION AND REFLECTION RADIOMETER
CBERS - CHINA-BRAZIL EARTH RESEARCH SATELLITE
CCRS - CANADA CENTER FOR REMOTE SENSING
COPUS - COMITÉ DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O USO PACÍFICO DO ESPAÇO EXTERIOR
COHAB - COMPANHIA METROPOLITANA DE HABITAÇÃO
CTA - CENTRO TECNICO AEROESPACIAL
DETER - DETECÇÃO DE DESMATAMENTO EM TEMPO REAL
ERTS - EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE
ETM - ENHANCED THEMATIC MAPPER
EO-1 - EARTH OBSERVATION ONE
FGTS - FUNDO DE GARANTIA POR TEMPO DE SERVIÇO
FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO
GOES - GEOSTATIONARY SATELLITE SERVER
GPS - GLOBAL POSITIONING SYSTEM
IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA
IDH - ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO
IDH-M - ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL
IDS - ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL
ICV - ÍNDICE DE CONDIÇÃO DE VIDA
INPE - INSTITUTO NACIONAL PESQUISAS ESPACIAIS
IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA
IPRS - ÍNDICE PAULISTA DE RESPONSABILIDADE SOCIAL
ISMA - ÍNDICE SOCIAL MUNICIPAL AMPLIADO
IPVS - ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL
IQVU - ÍNDICE DE QUALIDADE DE VIDA URBANA
ISSQV - ÍNDICE SINTÉTICO DA SATISFAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA
IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA
ITA - INSTITUTO TECNOLÓGICO AEROESPACIAL
NAVSTAR - NAVIGATION SYSTEM TIMING AND RANGING, GLOBAL POSITIONING SYSTEM
NEPO - NÚCLEO DE ESTUDOS DE POPULAÇÃO
NEPSAS - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM SEGURIDADE E ASSISTÊNCIA SOCIAL
OBIA - OBJECT-BASED IMAGE ANALYSIS
OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
OIT - ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO
OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
PED - PESQUISA DE EMPREGO E DESEMPREGO
PMSJC - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
PMSJC-SPU - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO URBANO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

PMSJC-SH - SECRETARIA DA HABITACAO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
PRODES - PROJETO DE DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA
PUC - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
PNUD – PRGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO
PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO
PNB – PRODUTO NACIONAL BRUTO
REM – RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA
SBSR - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO
SFH – SISTEMA FINANCEIRO DA HABITAÇÃO
SCD – SATÉLITE D COLETA DE DADOS
SEADE –FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS
SIG – SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
TIROS-NOAA - TELEVISION INFRARED OBSERVATION SATELLITE E POSTERIORMENTE,
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION
UNICAMP – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
UNICEF – FUNDAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFANCIA



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL**

RESUMO

Tese de Doutorado
Iris de Marcelhas e Souza

A finalidade desta pesquisa é apresentar uma metodologia de análise urbana, utilizando imagens orbitais de alta resolução espacial, para apreensão da desigualdade socioespacial no espaço residencial de São José dos Campos. Utilizamos o espaço residencial como objeto de estudo para conectar as dimensões econômicas, sociais e políticas visando verificar a estratificação correspondente no espaço. No território, esta estratificação pode ser observada na configuração de áreas homogêneas, mostrando a divisão social do espaço e a desigualdade socioespacial. Este estudo tem como ponto de partida, para caracterizar a diferenciação socioespacial, o território por meio das imagens. Há vários estudos que realizam seus trabalhos tendo como base dados secundários e de pesquisa de campo. Os avanços tecnológicos na área de sensoriamento remoto apresentam-se como instrumentos que permitem a classificação e a mensuração dos elementos da diferenciação como tamanho de lotes, cobertura vegetal, entre outros. A aplicação desta proposta no espaço residencial da cidade de São José dos Campos mostrou que a metodologia utilizada traz novos elementos para a análise de uma dimensão da desigualdade: a diferenciação socioespacial.

Palavras-chave: Diferenciação Socioespacial, Sensoriamento Remoto, Indicadores de Desigualdade Socioespacial, Análise de Imagens Orientada a Objeto, Quadras Residenciais.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL**

ABSTRACT

Tese de Doutorado
Iris de Marcelhas e Souza

The purpose of this research is to present a methodology for urban analysis, using high spatial resolution satellite images, in order to understand the socio-spatial inequality in the residential zone of São José dos Campos. The residential zone is used as an object of study to connect economical, social and political dimensions, in order to verify the corresponding spatial stratification. In the territory, such stratification can be observed through the configuration of homogeneous areas showing the social division of space and also the socio-spatial inequality. To characterize the socio-spatial differentiation, this study has as its starting point the territory represented by the images. There are many studies that use as a background to their work, secondary and field survey data. The technological innovations in the remote sensing area are considered as instruments which allow the classification and measurement of differentiation elements such as plot sizes, vegetation cover, among others. The application of this proposal to the residential zone of São José dos Campos has shown the importance of the methodology used, which brings new elements for the analysis of inequality dimensions; the socio-spatial differentiation.

Key words: Socio-spatial differentiation, Remote sensing, socio-spatial inequality indicators, Object-based image analysis (OBIA), Residential blocks.

APRESENTAÇÃO

No Brasil, a dimensão e a heterogeneidade territorial é o ponto de partida para justificar os investimentos na área de sensoriamento remoto. Justifica-se, também, por ser esta tecnologia, uma ferramenta importante que permite a coleta de dados de forma sistemática, em grandes áreas, viabilizando ações de prevenção (enchentes, queimadas, desmatamento, etc) e de planejamento (agrícola, ambiental, urbano). O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, por disponibilizar gratuitamente, imagens do satélite Brasileiro CBERS-2B e ferramentas para exploração destas imagens, é responsável pela disseminação do uso das imagens orbitais pelo país em diversas aplicações.

Uma área que tem se beneficiado dos avanços desta tecnologia é a urbana, principalmente, os estudos intraurbanos. Até 1999, o uso de sensoriamento remoto orbital para estudos intraurbanos era limitado pela resolução espacial das imagens. As aplicações das imagens orbitais para o estudo desta temática se davam, basicamente, na identificação das áreas urbanas e no mapeamento da expansão urbana, estudos estes, que pela escala de análise tinham um enfoque mais regional na observação do fenômeno urbano. Outros estudos, baseados nos levantamentos do uso e cobertura do solo intraurbano eram realizados, porém como os resultados apresentavam baixa precisão, não havia estímulo ao uso de imagens orbitais, prevalecendo o uso de fotografias aéreas para os levantamentos.

A partir de 1999, o lançamento, por uma empresa americana, da primeira imagem de alta resolução espacial para uso civil, concretizada pelas imagens do satélite *IKonos*, seguido do *Quickbird-2*, inicia um novo período para os usuários de sensoriamento

remoto em geral e em especial para os analistas do espaço intraurbano, na medida em que estas imagens permitem maior precisão nos levantamentos, mapeamento e monitoramento deste espaço.

Ao mesmo tempo em que essa 3^a *geração de satélites*¹, apresenta-se como uma ferramenta útil para os estudos intraurbanos, novos desafios técnicos surgem para os profissionais da área. Os principais desafios dizem respeito a mudanças nas formas de classificar as imagens destes sistemas sensores. Nesse sentido, metodologias baseadas no conhecimento humano aparecem como solução para extração de informação, já que os métodos anteriores se mostram inadequados para extrair da imagem, todo o seu potencial informativo.

Uma linha de pesquisa que tem explorado o conteúdo informativo dessas imagens é aquela que tenta estabelecer correlações entre o uso do espaço para fins residenciais e as características socioeconômicas dos moradores. O ponto de partida desses estudos é a análise da homogeneidade da textura pelas imagens. O estudo aqui desenvolvido, busca avançar neste caminho. A análise da homogeneidade nas imagens permite identificar um conjunto de elementos (*tamanho dos lotes, organização interna das quadras e lotes, presença de vegetação, material de cobertura dos telhados, densidade de ocupação das quadras residenciais, presença de piscinas, solo exposto, sombra*) que no espaço respondem pela homogeneidade, mas também pela diferenciação nas áreas residenciais. O objetivo desta pesquisa é desenvolver uma metodologia que permita quantificar e observar como estes elementos da diferenciação estão distribuídos nos espaços residenciais, com vistas à análise das desigualdades socioespaciais.

¹ A partir do Ikonos, novos satélites com resoluções submétricas foram lançados.

Alguns desafios se apresentaram para a realização deste estudo. O primeiro desafio foi encontrar o vínculo teórico entre a imagem e o método geográfico. A imagem representa um instante da materialidade da sociedade no espaço e no tempo. Nesse sentido, ela é entendida como uma possibilidade de representação da paisagem, tornando-se *imagem-paisagem*. Para alcançar os conteúdos desta paisagem foi necessário entender a diferenciação do espaço residencial, como um processo resultante da produção do espaço e das formas de apropriação da moradia e da terra, enquanto mercadorias, que no espaço, resulta na diferenciação e na segregação, enquanto faces da desigualdade social.

A desigualdade socioespacial tem motivado estudos que buscam conhecer e mapear as diferentes realidades em que vivem os moradores das cidades com a utilização de indicadores sociais e econômicos. Para sua elaboração, esses indicadores dependem de dados, nem sempre disponíveis ou desagregados na escala necessária.

Um desafio importante desta proposta em utilizar a imagem enquanto ferramenta de análise é verificar se esta traz novos elementos para a análise da desigualdade socioespacial. A imagem é entendida como uma alternativa que pode captar a desigualdade, dentro de uma dimensão concreta, para além das questões de renda e escolaridade, mas que só pode ser explicada num arcabouço teórico que permita compreender as questões econômicas e sociais.

Como o objetivo desta tese foi fazer uma análise, que permitisse conhecer dentro da dimensão proposta, a realidade do espaço residencial de uma cidade, colocou-se também o desafio de definir com dados secundários a unidade territorial de análise. Optou-se então, pela análise dos setores socioeconômicos da cidade, e dentro destes,

as quadras ocupadas, exclusivamente, pelo uso residencial, cujo processo de ocupação já estivesse consolidado².

Os resultados do trabalho mostram que o caminho metodológico aqui proposto é viável para a exploração da diferenciação socioespacial, possibilitando a produção de informação sobre o espaço, na escala do intraurbano, tendo como ponto de partida uma imagem orbital de alta resolução espacial.

O levantamento censitário de 2000 apontava que 81% da população do país viviam nas cidades, o que implica que a cidade seja o local de trabalho, moradia, lazer, entre outras atividades que compõem o cotidiano da vida das pessoas, justificando o interesse em explorá-la e conhecê-la, enquanto modo de vida e enquanto forma. Compreendê-la pela diferenciação foi a motivação deste trabalho.

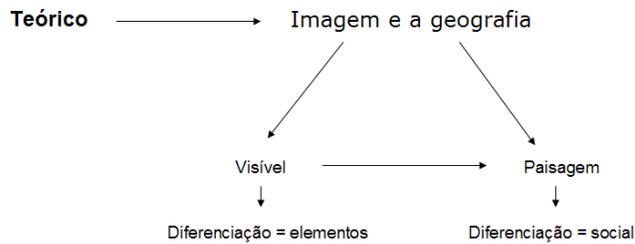
² Por questões metodológicas, explicadas no trabalho, foram excluídas da análise as áreas com construções verticais e as áreas ocupadas por favelas.

SÍNTESE DO TRABALHO³

1 – O espaço residencial e sua diferenciação no espaço pela ótica da imagem



2 – Problema teórico: a imagem enquanto matéria prima da análise geográfica

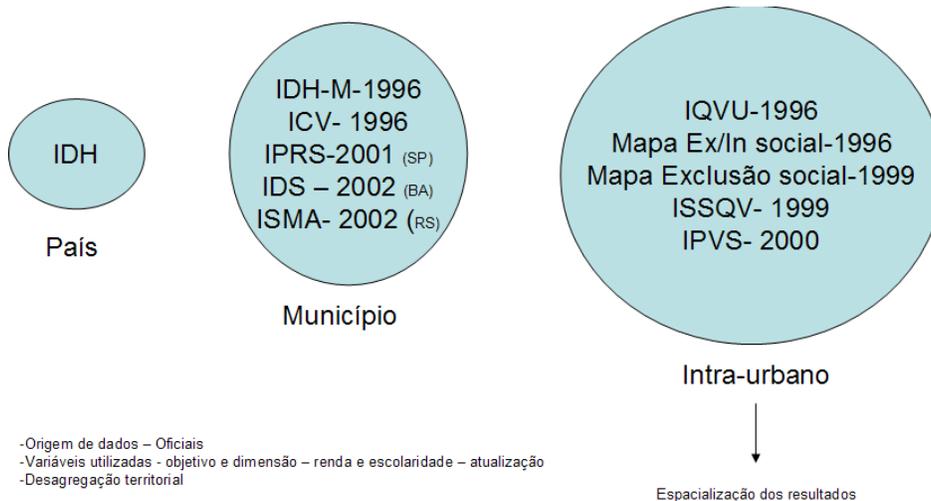


3 - Da imagem-paisagem para a desigualdade socioespacial



4 – Indicadores e desagregação territorial

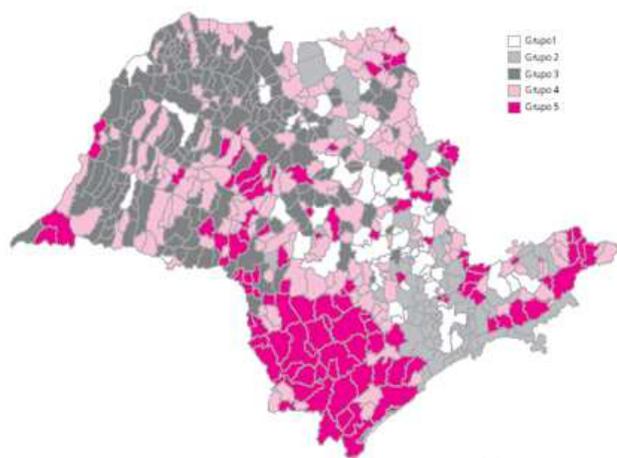
5 -
José



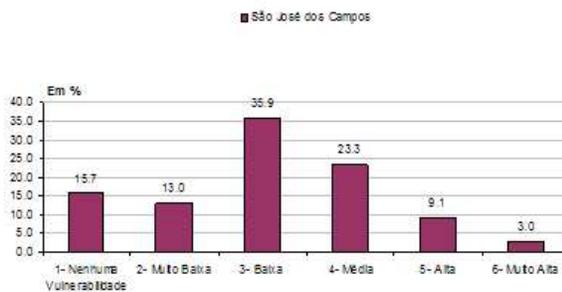
São
dos

Campos no contexto dos indicadores sociais

IPRS - 2002



IPVS - 2002



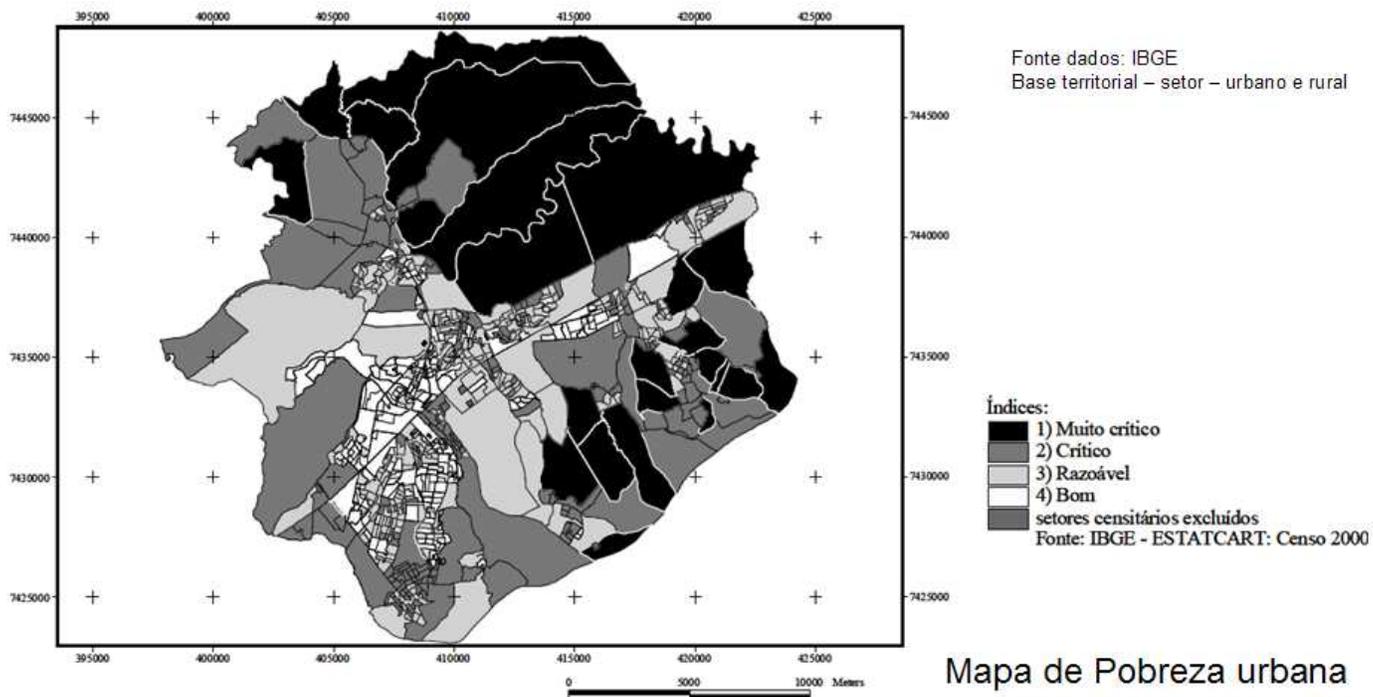
IPRS - Índice Paulista de Responsabilidade social (SEADE, 2009)

Desagregação territorial: Município

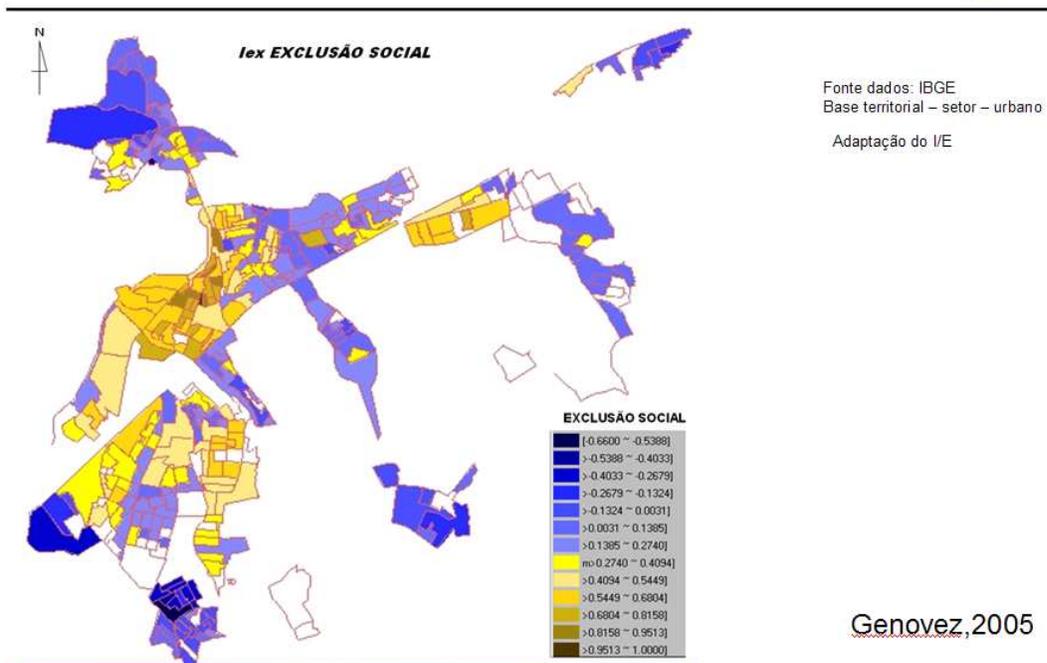
IPVS – Índice Paulista de Vulnerabilidade social (SEADE, 2009)

Desagregação territorial: intra-urbano

6 – São José dos Campos no contexto dos indicadores sociais

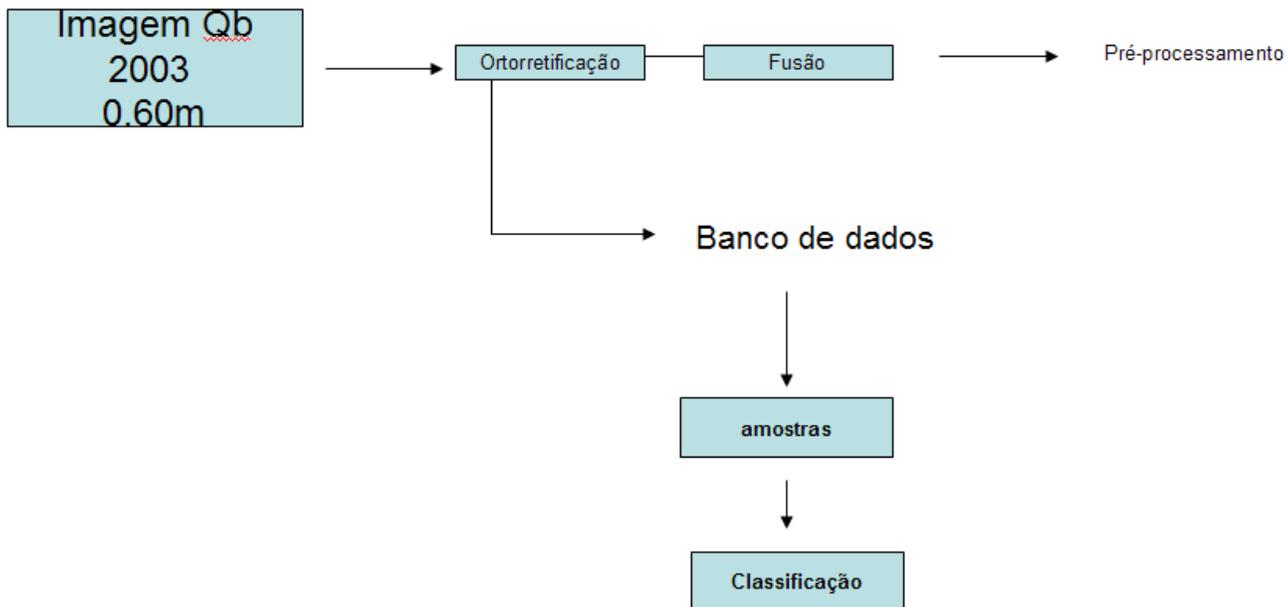
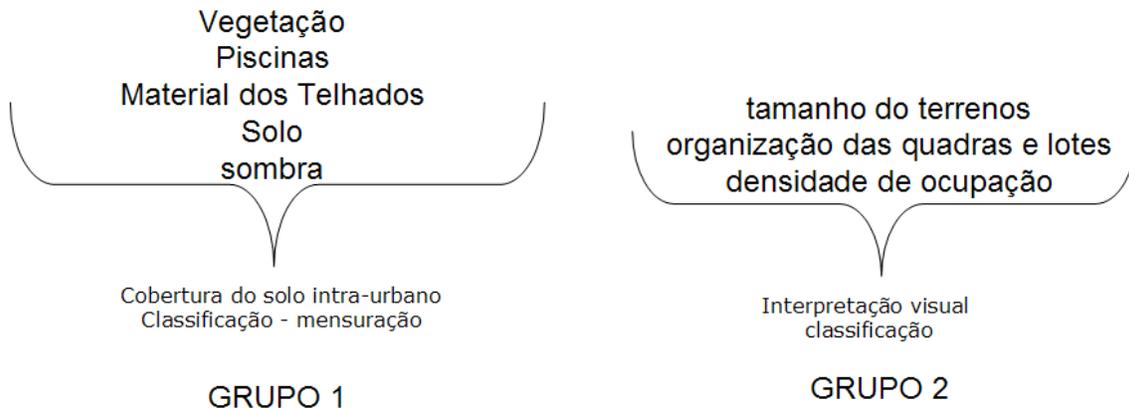


7 - São José dos Campos no contexto dos indicadores sociais

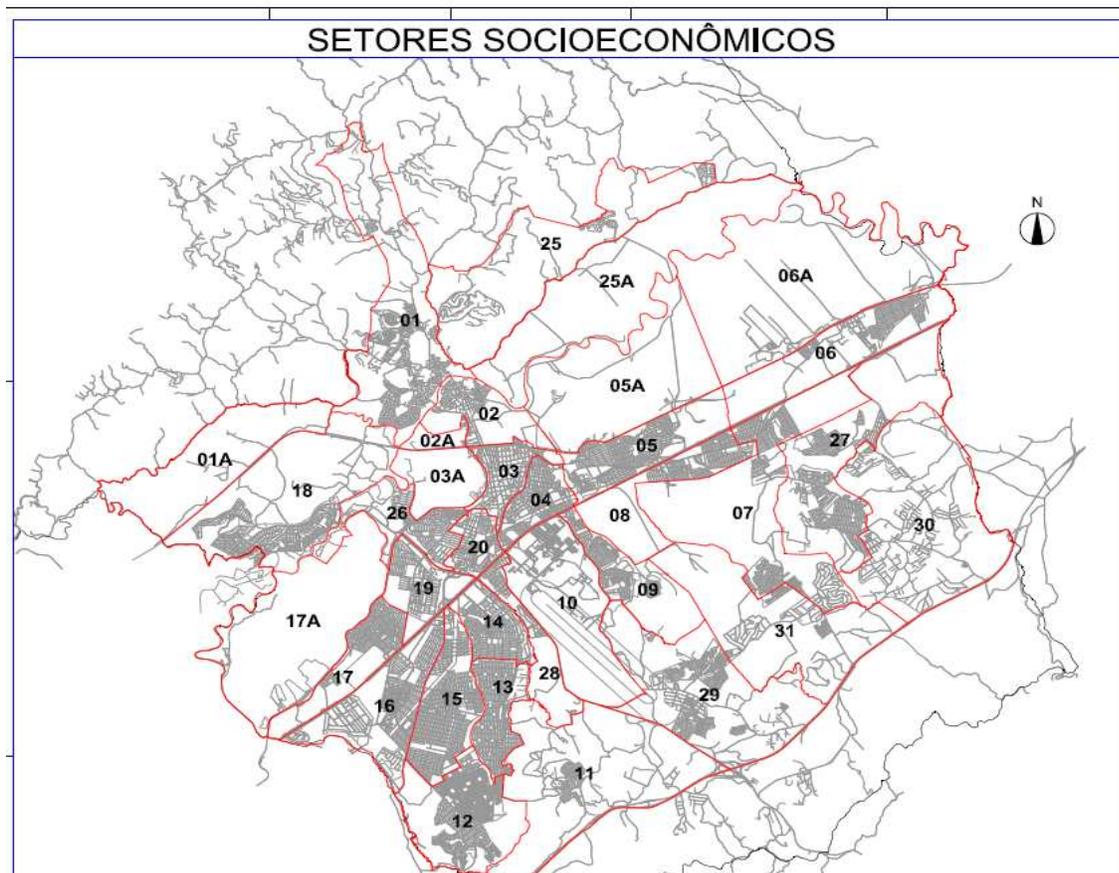


8 – Problema metodológico: extração e mensuração dos elementos da imagem

9 – Obtenção dos elementos da diferenciação do Grupo -1



10 – Definição das amostras

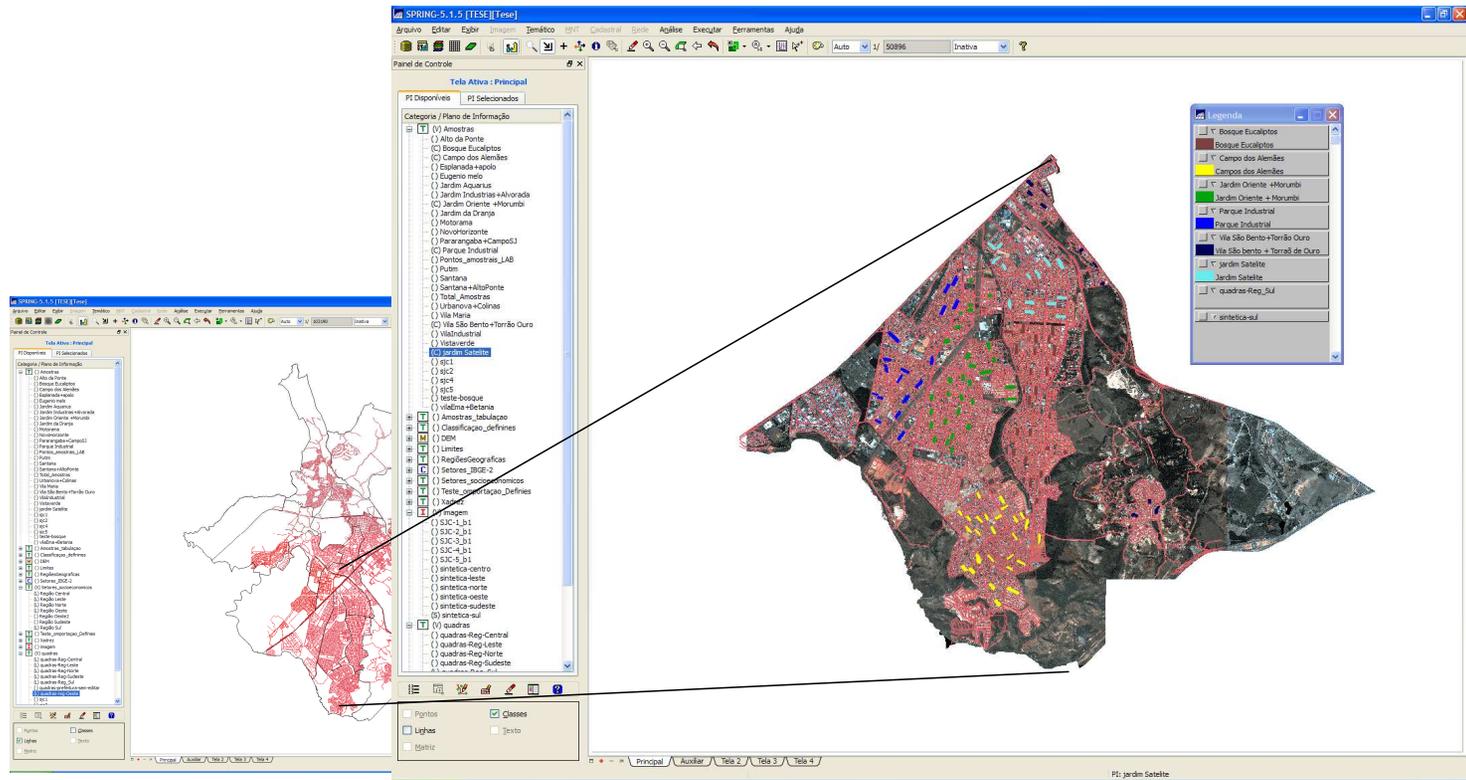


Definidos pela Lei 6378/03
Caracterizados por:
Demográficas
Educaçãois
Habitacionais
Econômicas

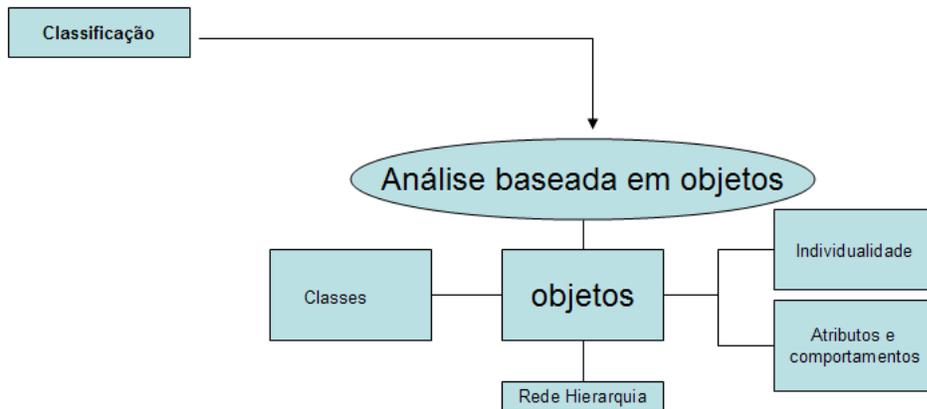
Setores excluídos:
Ocupação inicial
Verticais
Favelas
Institucional

Critério para seleção das quadras
residencial
variabilidade
consolidado

11 - Amostras

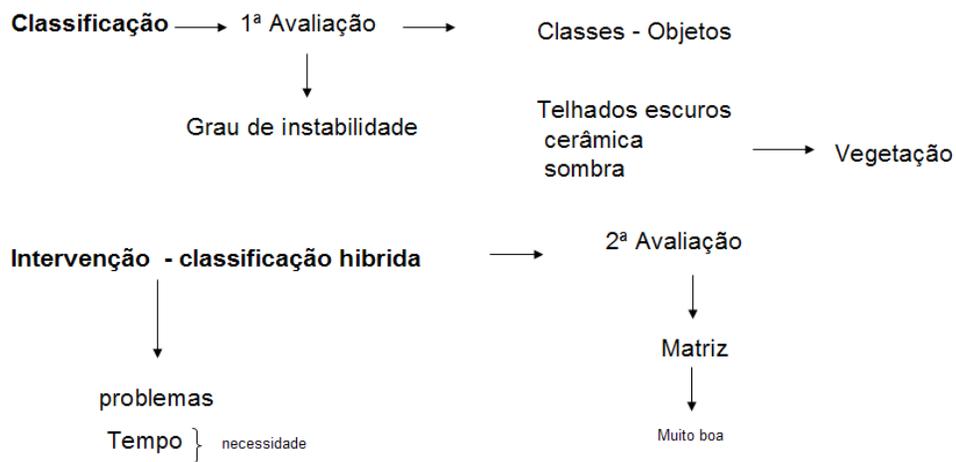


12 – Classificação dos elementos da diferenciação do Grupo-1



Setores socioeconômicos 19 projetos

13 - Classificação dos elementos do Grupo-1



14 - Classificação dos elementos do Grupo-1 - Exemplo

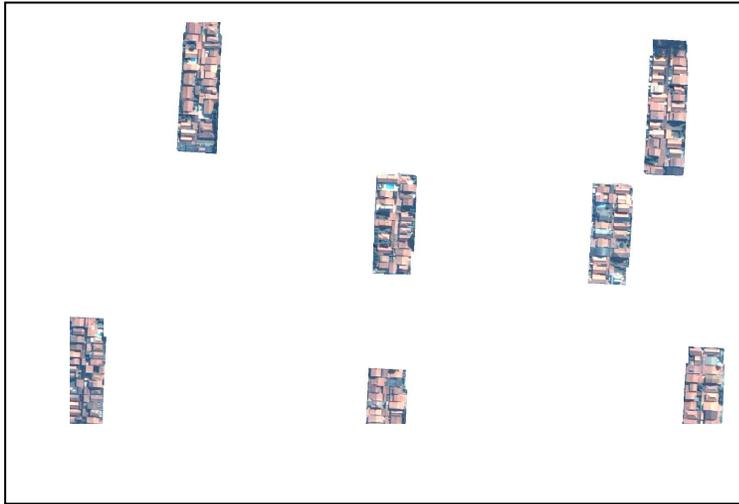
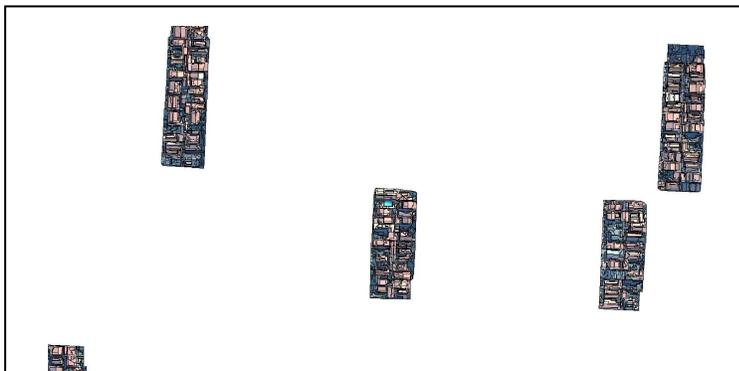
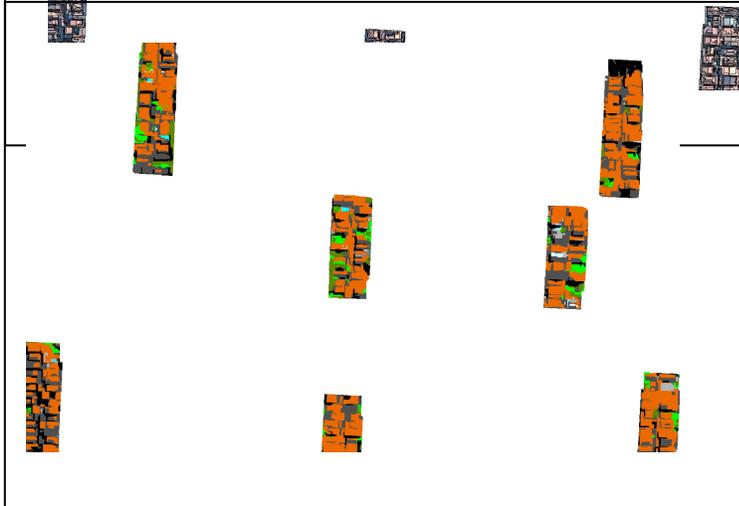


Imagem recortada pelas quadras amostrais



Quadras amostrais segmentadas

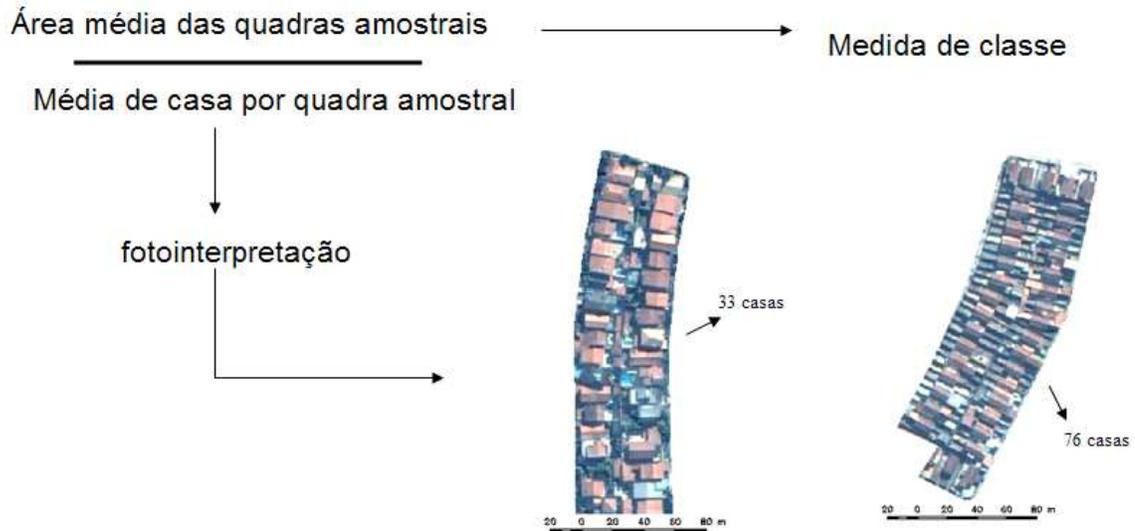


Quadras amostrais classificadas

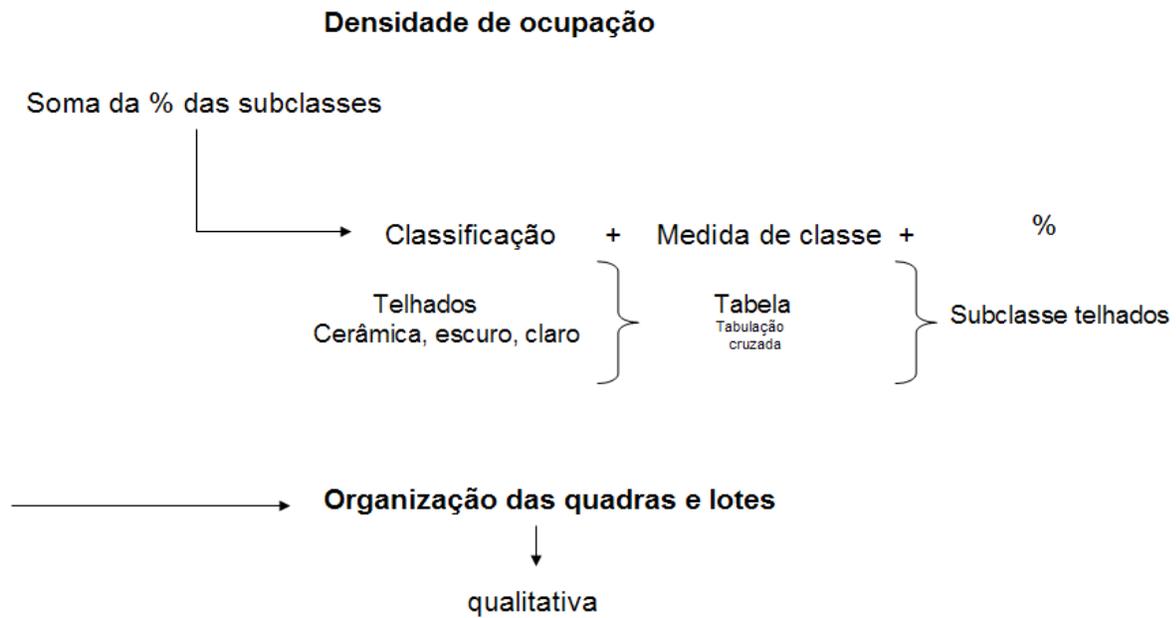
Legend	
Active class	
	ceramica
	piscinas
	sombra
	Telhados Claros
	telhados escuros
	Veg arbórea
	Veg. rasteira

15 – Obtenção dos elementos da diferenciação do Grupo -2

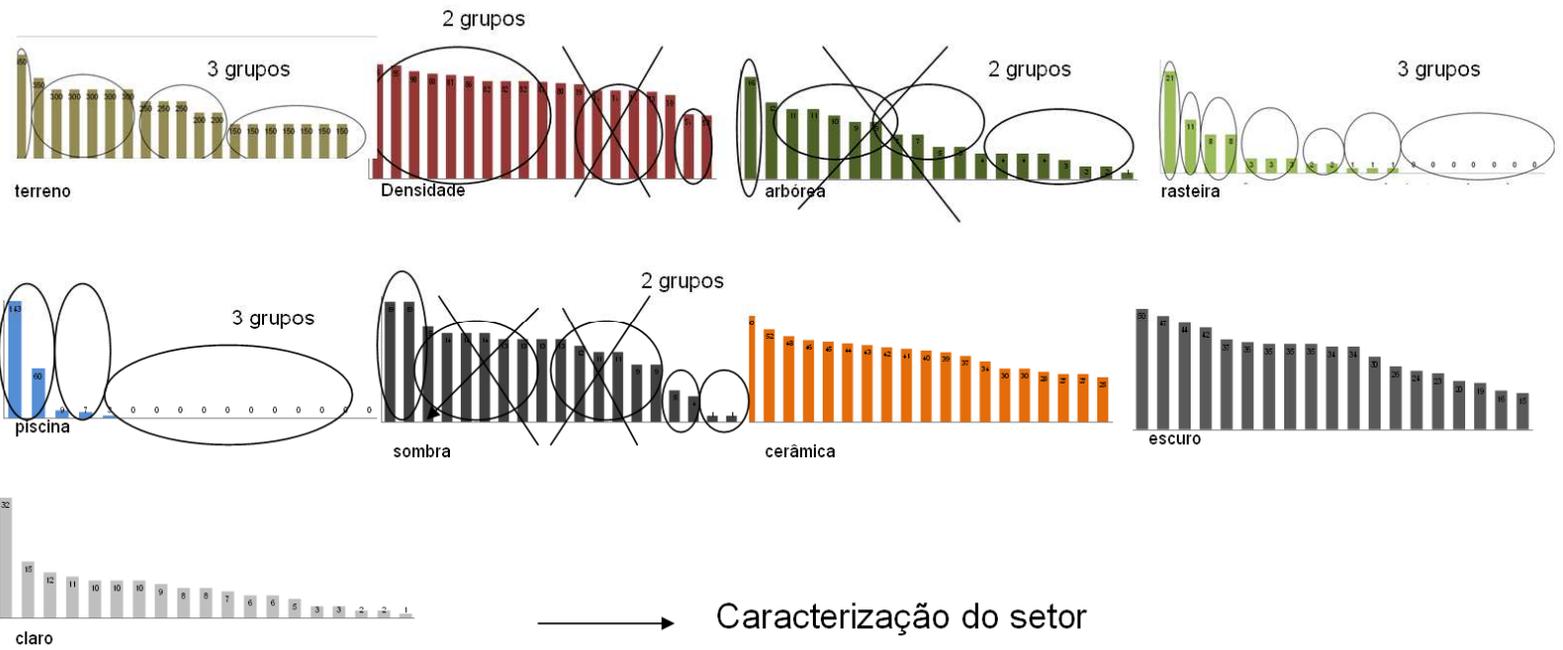
Tamanho dos terrenos



16 - Obtenção dos elementos da diferenciação do Grupo -2



17 – Resultados



1 - INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem o objetivo de verificar a utilização de imagens orbitais de alta resolução espacial, para a caracterização do espaço residencial, como subsídio à construção de tipologias que possibilitem analisar as diferenciações, as desigualdades, e a segregação socioespacial. A cidade é multidimensional em sua análise e a paisagem, uma das categorias de análise da geografia, é uma destas dimensões. A cidade pode ser apreendida, num primeiro momento, naquilo que ela tem de aparente: as diferenças de medidas de terreno, as edificações, a distribuição das edificações no terreno, os lugares de lazer, de trabalho e de moradia. Pela aparência podemos identificar, também, os diferentes usos da terra⁴, no ambiente urbano.

Este estudo trabalha com o entendimento da paisagem como uma categoria de análise da geografia. Esta possui elementos, que detectados podem contribuir como fonte de informação para a análise do espaço, a partir da paisagem. As características que o espaço produzido e utilizado para fins residencial apresenta, possui um caráter denotativo, que permite ao geógrafo, enquanto intérprete desta paisagem, alcançar seu caráter conotativo: as práticas sociais no espaço. A diferenciação que a paisagem residencial apresenta é, então, uma possibilidade de apreensão das desigualdades sociais no espaço.

Naquilo que não é aparente, há uma ordem próxima e uma ordem distante, um mundo de relações sustentadas por necessidades econômicas, sociais e políticas que regem a vida individual em sociedade. Nesse complexo espaço produzido pelo homem há uma simbiose entre as alterações que se processam no urbano e modificam ao mesmo tempo a cidade e a sociedade. Somos todos produtores e consumidores *da e na*

⁴ Neste trabalho foram utilizados os termos “uso do solo urbano“ e “uso da terra urbana” como sinônimos.

cidade, na medida em que a produção se inicia na apropriação, tanto de um objeto concreto como uma casa, um terreno, quanto a idealização do morar.

O uso do solo urbano, para fins de moradia apresenta uma paisagem diferenciada. A origem desta diferenciação advém do fato da moradia e do seu substrato, a terra urbana, serem mercadorias na nossa sociedade. Enquanto mercadoria, a realização da necessidade de morar, se dá pelo mercado. A moradia, enquanto mercadoria, possui um valor de uso e um valor de troca. Enquanto para um grupo de moradores prevalecem os valores de uso, para outros prevalecem os valores de troca, cuja mediação é dada pela propriedade privada da terra urbana. Desta maneira, as áreas residenciais, enquanto espaço concreto permitem outras leituras para além daquilo que é visível.

O espaço residencial construído conecta as dimensões econômicas, sociais e políticas com a dimensão espacial da realidade, criando uma estratificação urbana correspondente no espaço, que pode ser observada na tendência à organização do espaço em áreas que se diferenciam entre si, configurando uma divisão social do espaço, que caracterizam a desigualdade, e a segregação socioespacial.

A segregação, a desigualdade⁵ e a diferenciação fazem parte da realidade das cidades do mundo capitalista, sendo motivo de estudos voltados à sua compreensão enquanto fruto de uma lógica intrínseca ao sistema. Entre os estudos realizados para analisar a distribuição do fenômeno no território intraurbano estão os que elaboram índices que permitem averiguar a segregação. Esses índices utilizam um conjunto de variáveis

⁵ A segregação é: “Associação de processos de separação, discriminação, zoneamento e exclusão sócio-espacial de indivíduos e grupos sociais no cotidiano da vida urbana” Bueno *Et al* (2004, p75). Embora a segregação possa ser abordada por determinações raciais, étnicas e econômicas, no Brasil, a ênfase dada a esta temática é de natureza socioeconômica conforme apontam Vilaça (1998) e Torres (2004). Neste estudo, não trataremos da segregação, mas da diferenciação espacial das áreas ocupadas por unidades residenciais, resultante deste processo.

socioeconômicas que, espacializadas, permitem identificar no território onde e com que intensidade este fenômeno ocorre. São informações que possibilitam compreender a dinâmica capitalista, são fontes de informação sobre a localização das desigualdades e, quando há interesse político em diminuí-las, permite ao poder público investir nas áreas mais precárias. Caracterizamos desigualdade como resultado de uma distribuição não equitativa da riqueza social e conseqüentemente dos benefícios que ela pode proporcionar, sendo a segregação e a diferenciação espacial, duas faces desse processo.

As desigualdades sociais são objeto de diversos estudos, dentre os quais destacamos aqueles cujo intuito é dar visibilidade a um conjunto de situações sociais a partir da elaboração de indicadores. Esses indicadores representam medidas (ou uma síntese de várias medidas) de condições sociais de pessoas e famílias. Os dados utilizados para a elaboração destes índices ou indicadores de desigualdade social são construídos a partir de informações levantadas, principalmente pelo IBGE, que, dependendo da escala de análise e da metodologia, permitem a espacialização do fenômeno no território intraurbano. Nosso ponto de partida é o território, utilizando imagens orbitais para caracterizar a diferenciação espacial no intraurbano com o objetivo de tentar entender a desigualdade socioespacial, recorrendo sempre que necessário, a dados socioeconômicos e arcabouço teórico-metodológico que permitam compreender o processo de produção do espaço urbano. Acreditamos que a diferenciação no território, na escala intraurbana, apresenta-se como uma possibilidade de análise da desigualdade, sem a necessidade de recorrermos às bases de dados secundários obtidos em dados estatísticos. Consideramos que a análise da diferenciação por imagens orbitais de alta resolução espacial permite também obter dados sobre esta diferenciação.

O nosso conhecimento sobre a superfície do nosso planeta é hoje muito maior devido aos avanços ocorridos na área de teledetecção ou sensoriamento remoto. Não há mais lugar no planeta inacessível ao homem. A tecnologia oferece ao homem meios para se obter informações sobre qualquer ponto da Terra e do espaço extraterrestre, sem que haja necessidade da sua presença física. Mesmo em espaços já conhecidos, novos elementos tecnológicos permitem descobrir outras dimensões de análise do território. Para os analistas do espaço intraurbano, os avanços tecnológicos ocorridos nos sistemas sensores, aumentando a resolução espacial das imagens orbitais, vêm permitindo identificar, mapear e quantificar com maior precisão os elementos que compõem a cobertura do solo intraurbano (vegetação, telhados, piscinas, asfalto, concreto, solo, etc.) e os diferentes usos do solo neste espaço (residencial, comercial, entre outras atividades).

Cabe ressaltar que há vários estudos geográficos do espaço intraurbano, que já utilizavam os dados⁶ de sensoriamento remoto, obtidos por meio de fotografias áreas convencionais de alta resolução espacial, que se ressentiam da existência de um tipo de dado que reunisse a alta resolução espacial com a alta resolução radiométrica e espectral. A combinação das características particulares destes dados, aliada ao novo paradigma de extração de informações baseadas em objeto (Object-based Image Analysis - OBIA) permite melhorar os resultados obtidos nos mapeamentos da cobertura e do uso do solo intraurbano.

Este trabalho tem como finalidade, explorar a utilização de imagens orbitais de alta resolução espacial para o estudo da diferenciação espacial de áreas residenciais, utilizando um conjunto de elementos (*tamanho dos lotes, organização interna das quadras e lotes, presença de vegetação, material da cobertura dos telhados, densidade*

⁶ Entendemos que uma imagem é um dado que passa a ser informação somente a partir de uma leitura (análise visual, interpretação ou processamento automático para um determinado fim) nesse sentido usaremos o termo *dado* também para nos referirmos a uma imagem.

de ocupação das quadras residenciais, presença de piscinas, solo exposto, sombra) identificados nas imagens, que demonstram uma situação de desigualdade, dentro de uma dimensão concreta.

A hipótese central deste trabalho é que a paisagem, em sua dimensão concreta e enquanto espaço social, quando analisada por essas imagens, traz elementos que permitem novas leituras sobre a desigualdade. Para testar esta hipótese elegemos o espaço residencial da cidade de José dos Campos como área de estudo. O município é considerado, como uma das vinte e cinco cidades do país com melhores condições para se viver, tendo indicadores de riqueza, longevidade e escolaridade, acima da média dos demais municípios do Estado de São Paulo.

1.1 - Objetivo geral e específico

Este trabalho tem como objetivo contribuir para os estudos geográficos sobre a desigualdade socioespacial, a partir da elaboração de uma metodologia de análises em imagens orbitais de alta resolução espacial, enquanto recurso para a caracterização da diferenciação do espaço residencial, em sua dimensão concreta. O estudo tem como objeto as áreas residenciais urbanas do município de São José dos Campos (SP).

Para atender ao objetivo geral deste trabalho foi necessário:

- a) entender o processo de produção e reprodução do espaço urbano e as causas da diferenciação, desigualdade e segregação socioespacial, a terra e a moradia enquanto mercadorias e as questões relativas ao valor de uso e de troca;

- b) entender os processos em que se baseia a tecnologia de sensoriamento remoto, e as principais formas de extração de informação das principais coberturas terrestres, a partir de seus dados.
- c) explorar a relação entre a imagem, enquanto instrumento de análise, e sua relação com a paisagem;
- d) realizar um estudo comparativo dos principais índices de qualificação das condições de vida em diferentes escalas territoriais e suas principais fontes de dados;
- e) analisar a distribuição da população, segundo os dados fornecidos da pela Prefeitura municipal de São José dos Campos para a implantação de loteamentos residenciais horizontais;
- f) estabelecer o entendimento entre os elementos da diferenciação, observados na imagem e na paisagem, e sua correlação com as condicionantes sociais;
- g) extrair elementos da imagem utilizando métodos de classificação baseados em análise orientada a objeto; e
- h) elaborar medidas em elementos extraídos de imagem orbital de alta resolução espacial para a caracterização das áreas residenciais;

1.2 - Organização deste trabalho

Esta tese está organizada em 4 partes. Na **Parte-I**, composta de cinco capítulos, tratamos de aspectos fundamentais para o entendimento do uso do sensoriamento remoto no território e como essa ferramenta pode auxiliar no estudo da diferenciação.

Buscamos também compreender a dimensão social da diferenciação, sua mensuração e relação com a Geografia e como esse fenômeno ocorre na área de estudo. No **Capítulo-1**, apresentamos como vem se dando o uso da tecnologia de sensoriamento remoto orbital para o monitoramento do território, em diferentes escalas e como isso tem contribuído para uma maior cognoscibilidade do nosso planeta. Mostramos que o aumento da resolução espacial possibilitou maior precisão nas informações levantadas a partir destes dados e também novas aplicações, principalmente no espaço intraurbano, e como as imagens orbitais de alta resolução espacial nos oferecem um novo olhar sobre a paisagem da cidade. Nos **Capítulos 2 e 3**, ao investigar a paisagem - aquilo que é aparente – nos deparamos com a diferenciação. Em sua dimensão concreta, a paisagem traz elementos para a análise da desigualdade socioespacial, tendo como ponto de partida os elementos da diferenciação na paisagem e na imagem. Busca-se entender a diferenciação, como resultado da contradição entre o valor de uso e o valor de troca da terra urbana e da moradia enquanto mercadorias do modo de produção capitalista. O acesso aos meios básicos de sobrevivência que se estabelece pelo mercado impõe restrições que se configuram em desigualdades sociais de múltiplas dimensões, aqui nos detemos na espacial. No **Capítulo-4**, foi realizada uma revisão de diversos estudos sobre as desigualdades sociais no espaço, dentre os quais destacamos aqueles que buscam avaliar uma dada conjuntura social e traduzem-na em indicadores sintéticos. O **Capítulo-5** é dedicado à descrição da área de estudo e, como ocorre a distribuição da população no espaço residencial urbano e os principais indicadores que retratam as desigualdades na cidade.

Na **Parte-II**, em três capítulos, buscamos dar uma visão geral dos conhecimentos necessários para a utilização das imagens orbitais. No **Capítulo-6**, foram introduzidos os principais conceitos para o entendimento do sensoriamento remoto, enquanto tecnologia, fundamentada nas interações entre a radiação eletromagnética e os componentes da superfície terrestre. Mostra-se no Capítulo-7 como os principais

elementos da cobertura terrestre interagem com a energia e como são representados nas imagens. No **Capítulo-8**, apresentamos as principais metodologias de extração de informações das imagens digitais, com ênfase nas técnicas de análise orientada a objeto.

Na **Parte – III**, descrevemos a metodologia empregada neste estudo. No **Capítulo-9** encontram-se os principais materiais utilizados nesta pesquisa e os procedimentos realizados para o pré-processamento das imagens, a seleção das amostras, os procedimentos para a classificação da imagem e a obtenção dos elementos da diferenciação do grupo-1 (*arborização, piscinas, tipos de telhados, sombra, solo exposto*) e do grupo-2 (*tamanho dos lotes, organização interna das quadras e lotes e densidade de ocupação das quadras*).

Na **Parte – IV**, o **Capítulo 10** apresenta os resultados obtidos neste trabalho, as conclusões bem como as principais contribuições, as dificuldades para a concretização desta proposta e as recomendações para se avançar neste caminho.

PARTE I

FERRAMENTA DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O ESTUDO DO TERRITÓRIO

Capítulo 1

1 – Uso da tecnologia em estudos do território

Um conjunto de tecnologias que traduz de forma bastante concreta o período atual é aquele representado pelos satélites artificiais colocados em órbita da Terra, ou simplesmente, sistemas orbitais. Os sistemas orbitais podem ser agrupados em função dos objetivos para os quais foram criados: telecomunicação e sensoriamento remoto. São sistemas que possuem características comuns: compostos por um segmento espacial, um segmento terrestre, baseiam-se no uso da radiação eletromagnética (REM) para atingir seus objetivos⁷ e são fortemente vinculados aos avanços ocorridos, principalmente, na área de engenharia elétrica, eletrônica e de computação. Contêm instrumentos que fazem parte da vida cotidiana da maioria das pessoas como as diferentes formas de comunicação (telefone, Internet, televisão) e também do cotidiano profissional daqueles que geram informações sobre o clima e mudanças na superfície da Terra. São atividades que em função do avanço da tecnologia espacial, foram amplamente reformuladas, permitindo a interligação simultânea do mundo e o conhecimento do planeta em sua totalidade (CASTILLO, 1999; SANTOS, 2006).

⁷ A energia é utilizada pelo homem desde os mais remotos tempos para sua sobrevivência e desenvolvimento. Ao longo da história, a ciência dominou a técnica de transformação de energia, disponibilizando-a em diversas formas (elétrica, mecânica, térmica, nuclear, etc.). Quase toda energia disponível no planeta Terra, tem sua origem no sol, de onde se propaga para todo espaço na forma de radiação eletromagnética. Os diferentes tipos de radiação eletromagnética conhecidos podem ser caracterizados pelo seu comprimento de onda (λ) e sua frequência. A radiação eletromagnética com frequência menor que 300MHz e $\lambda > 1m$ são as mais utilizadas nas telecomunicações (STEFFEN 1996).

Os satélites de telecomunicação são responsáveis pela transmissão de informações via telefone, rádio, televisão, Internet, etc. Os equipamentos a bordo dos satélites captam, amplificam e retransmitem os sinais enviados da Terra (centro de transmissão). Essa retransmissão é feita para toda superfície do planeta, com a particularidade de não encontrar obstáculos geográficos⁸ em seu caminho, permitindo assim, a circulação das informações em tempo real, para o mundo todo, de forma simultânea aos acontecimentos. Estes sistemas, mas em especial os satélites de comunicação, que invadem e modificam a vida cotidiana são definidos por Paul Virilio, como característicos da segunda revolução industrial com *“transmissão instantânea (de fatos): trata-se do imaterial, com os satélites, as redes eletrônicas, as multimídias”* (VIRILIO, 1996).

Os satélites de sensoriamento remoto têm como objetivo a produção de informação. Pelo tipo de informação que fornecem, admitem uma subdivisão. Existem os satélites que fornecem informações sobre a posição (latitude, longitude e altitude) em tempo real de qualquer ponto do planeta, conhecidos como Sistemas de Posicionamento Global (GPS). Eles permitem a orientação na superfície e auxiliam a navegação aérea, marítima e terrestre. Nestes casos, a base terrestre é composta por vários centros de controle e monitoramento dos satélites e de receptores móveis com funções específicas (controle de frota, topografia, itinerários, etc.) que recebem sinais (ondas de rádio) do segmento espacial.

O segmento espacial é composto por um conjunto de satélites que orbitam a Terra e permitem ao receptor receber informação de vários satélites ao mesmo tempo e, assim, conhecer sua localização em qualquer ponto do planeta. O mais antigo sistema espacial

⁸ Mesmo não encontrando obstáculos geográficos, dependendo das condições climáticas, a atmosfera se torna um obstáculo, causando atraso ou falha na comunicação.

é o americano NAVSTAR⁹ (composto por 27 satélites), utilizado para fins militares até sua liberação para o uso civil na década de 80. Existe também, o sistema russo (Glonass) em operação desde 2007, composto por 8 satélites. Há ainda o sistema chinês, com 35 satélites, cobrindo a China e países vizinhos, em operação desde 2008. Está em andamento o projeto europeu (Galileu), com previsão de operacionalidade de 30 satélites até 2010 (*MundoGeo*, 2008, HUERTA, *et al*, 2005).

Os satélites espões são aqueles que geram informações consideradas de segurança (antimíssil, escuta, etc.) de uso exclusivo militar, que incluem tanto os sistemas orbitais de comunicação quanto os de sensoriamento remoto. Existem ainda os satélites para observação das estrelas e galáxias produzindo dados para os estudos astronômicos e de exploração do universo, conhecidos como satélites científicos.

Um conjunto particular de satélites de sensoriamento remoto são aqueles de coleta de dados ambientais e de observação da terra. Os satélites de coleta de dados ambientais viabilizam medidas de precipitação pluviométrica, nível de água em rios e reservatórios, temperatura do ar, etc., coletados em plataformas terrestres, aquáticas ou aéreas (navios, bóias, balões) que são retransmitidas para estações terrestres onde podem ser disponibilizadas para usuários de diversas aplicações, principalmente para a previsão climática.

Os satélites de observação da terra permitem aplicações meteorológicas e de levantamento, mapeamento e monitoramento dos ambientes naturais e antrópicos do planeta. São compostos por um segmento solo que recebem, processam e distribuem os dados captados pelos satélites e um segmento orbital que registra e armazena a energia refletida ou emitida pelos alvos existentes na superfície da Terra e os

⁹ (Navigation System Timing And Ranging, Global Positioning System)

retransmite para as estações terrestres que processam e disponibilizam estes dados, em forma de imagens digitais, para as comunidades de usuários (Figura 1.1).

Como o desenvolvimento deste estudo baseou-se nos levantamentos da superfície terrestre a partir das imagens orbitais, este segmento específico, do conjunto de sistemas orbitais, foi motivo de análise no decorrer deste trabalho.

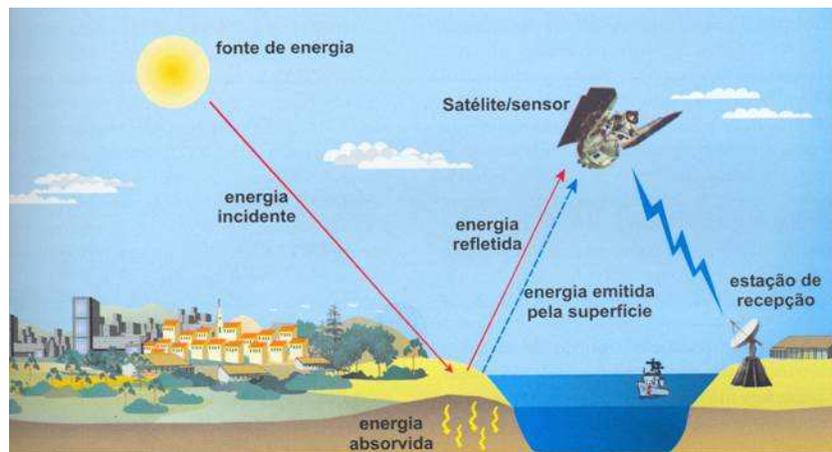


Figura -1.1 Esquema de obtenção de dados de sensoriamento remoto por satélite
Fonte: Florenzano (2007)

Em sentido muito amplo, sensoriamento remoto pode ser definido como a obtenção de informação sem contato físico com o ambiente (HOLZ, 1973; NOVO, 2008; SCHOTT, 1997). Podemos dizer que nossos sentidos se enquadram nesta definição. Pela nossa capacidade auditiva somos capazes de captar os sons que chegam aos nossos ouvidos a uma determinada distância e identificar através do som alguma ocorrência. Na pele, percebemos a alteração da temperatura num ambiente. Pelo olfato, somos capazes de identificar cheiros e odores. Pela visão, somos capazes de identificar formas, cores etc.

Num sentido restrito, sensoriamento remoto pode ser definido como a obtenção de informações sobre o ambiente físico através do registro da energia proveniente

(refletida ou emitida) pelos objetos que compõem o ambiente observado. Neste caso, dos nossos sentidos, apenas a capacidade visual se enquadraria nesta definição. Ainda assim, somos limitados pelo alcance de nossa visão em relação a nossa posição de observador no plano horizontal. Buscando superar esta limitação o homem elabora formas para aumentar sua perspectiva visual a partir de balões, aviões e satélites. Há também equipamentos que permitem manter o registro daquilo que se é observado em forma de pinturas, fotografias e imagens digitais.

Entre as décadas de 60 e 70 o avanço técnico concretiza uma mudança radical na perspectiva visual humana e também na sua forma de apreensão do planeta¹⁰. Isto ocorreu inicialmente com o lançamento do satélite meteorológico da série TIROS-NOAA¹¹ em 1960. As imagens obtidas por este conjunto de satélites, entre outros satélites meteorológicos, fornecem desde então, dados sistemáticos que permitem o estudo da atmosfera, dos continentes e oceanos. As informações obtidas a partir destas imagens e outros conjuntos de dados conferem maior precisão aos modelos de previsão climática, sendo utilizadas largamente pelos maiores centros de meteorologia ao redor do planeta. Em 1972, é lançado pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) o primeiro satélite ambiental o ERTS-1¹² da série denominada desde 1975 como LANDSAT, cujas imagens permitiram ao homem, além da visão sinóptica da superfície do planeta, conhecer, dimensionar e acompanhar mudanças nos diferentes sistemas que compõem a superfície da Terra, a partir do espaço. Não se pode negar as inúmeras utilidades e possibilidades de uso abertas pela ferramenta do sensoriamento remoto orbital. Com os satélites orbitais, a medição e a observação aumentam em precisão, eficiência, velocidade e flexibilidade (CASTILLO, 1999)¹³.

¹⁰ Para uma análise deste processo, vide entre outros, Virilio, Paul – A arte do Motor -1996 – Editora Estação Liberdade e Virilio, Paul 1999- A Bomba Informática – Editora Estação Liberdade

¹¹ **T**elevisem **I**nfrared **O**bservation **S**atellite e posteriormente, **N**ational **O**ceanic and **A**tmospheric **A**dministration.

¹² Earth Resources Technology Satellite

¹³ Incluindo também, por esse autor, os sistemas orbitais de comunicação.

O homem, através da tecnologia, passa a alcançar pelo olhar, áreas onde ele nunca esteve de fato. Não é somente a ampliação da visão sobre o planeta que se transforma, há uma mudança radical na forma como a tecnologia potencializa a visão. O invisível torna-se visível com os equipamentos a bordo dos satélites que possibilitam a transformação da radiação eletromagnética em algo passível de medição, incluindo também, as faixas do espectro eletromagnético até então inacessíveis ao olho humano.

As imagens orbitais possibilitam estudar a Terra, a água e a atmosfera do nosso planeta de forma direta com o mapeamento e monitoramento de mudanças ocorridas nestes ambientes ou indiretamente através da obtenção de medidas a partir delas. Regiões inteiras são reveladas nas imagens e passam a ser observadas periodicamente, permitindo o monitoramento de mudanças tanto no uso quanto na cobertura da terra¹⁴. Os inúmeros sistemas orbitais existentes permitem o acompanhamento de fenômenos como o desmatamento, alterações na temperatura da superfície das águas, mudança nos níveis de concentração dos gases da atmosfera entre outras tantas aplicações em diferentes áreas do conhecimento.

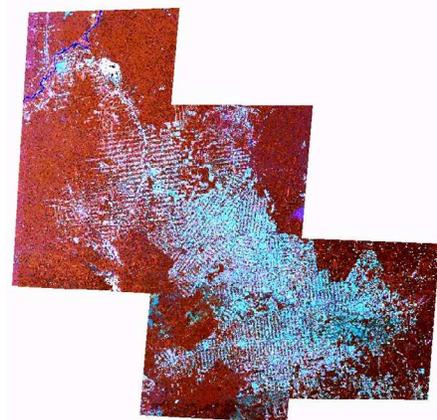
As características das resoluções espacial, temporal, radiométrica e espectral das imagens geradas por estes sistemas sensores, determinam sua aplicação nas diferentes áreas do conhecimento humano. Embora este assunto seja abordado de forma mais detalhada no capítulo 6, cabe aqui resumir a que se refere cada uma destas resoluções no contexto das imagens orbitais. A resolução espacial ou geométrica é a capacidade do sensor em discriminar os elementos da superfície imageada, ou seja, diz respeito ao menor elemento identificável numa imagem, comumente chamada de *pixel* (Picture element).

¹⁴ Cobertura do solo urbano se refere às características físicas dos materiais que revestem o solo, enquanto uso do solo se refere às características utilitárias dadas pelo homem a suas construções (ANDERSON et al, 1979).

A resolução espectral é a capacidade do sensor em registrar a energia em diferentes faixas do espectro eletromagnético¹⁵. A periodicidade com que uma imagem de uma mesma área é imageada pelo sensor define a sua resolução temporal. Resolução radiométrica é a capacidade de discretização em níveis de cinza do menor elemento identificável na imagem, o pixel. Assim, quando vamos estudar um fenômeno a partir do uso dessas imagens devemos ter em mente como essas características vão interferir ou influenciar as especificidades de cada fenômeno. Como exemplo, podemos citar os fenômenos meteorológicos que demandam resoluções completamente diferentes de fenômenos como o desmatamento (Figura 1.2).



A



B

Figura 1.2 - Diferentes fenômenos ambientais

Na Figura 1.2, a imagem A foi obtida pelo satélite meteorológico GOES e mostra a formação de um furacão¹⁶. A temporalidade das imagens (uma imagem a cada 30 minutos) é o fator predominante para o acompanhamento desse fenômeno dinâmico,

¹⁵ Difere os sensores em termos de largura, número e posição das bandas no espectro

¹⁶ Furacão Isabel, que atingiu a costa Leste dos EUA em setembro de 2003. Fonte:

<http://www.nhc.noaa.gov/2003isabel.shtml>

além da largura da faixa de cobertura das imagens. Um dado importante desses sistemas orbitais diz respeito ao tamanho de cada imagem gerada pelo sistema. Existem imagens cuja faixa de cobertura é uma face do planeta, ou um continente, como é o caso dos satélites meteorológicos, e aquelas onde cada imagem cobre uma porção menor da superfície (185km por 185 km caso do Landsat e 11 km por 11 km caso do Ikonos). Normalmente, quanto maior a faixa imageada menor é o tamanho do pixel (neste caso, o pixel desta imagem GOES possui 4 km x 4 km).

A imagem **B** é um mosaico de imagens do satélite Landsat-5 do ano de 1999, mostrando o desmatamento da floresta amazônica no Estado de Rondônia, disponibilizada pelo Projeto do Desflorestamento da Amazônia (PRODES). Considerado o maior projeto de monitoramento ambiental do mundo, o PRODES, desde 1988, mapeia sistematicamente as áreas de desflorestamento na Amazônia brasileira e produz anualmente a taxa do desmatamento (INPE, 2009a) utilizando as imagens do Landsat. A resolução temporal nominal (16 dias)¹⁷ e espectral (cobre 7 faixas do espectro) destas imagens é superior à resolução requerida para a análise deste fenômeno (desmatamento). Como o desmatamento na Amazônia não ocorre de um dia para outro¹⁸, o intervalo entre as imagens poderia ser maior. No caso espectral a metodologia para a identificação das áreas desflorestadas utiliza apenas 3 faixas espectrais das 7 bandas existentes¹⁹. Quanto à resolução espacial (30 metros), atende às necessidades do monitoramento, que é identificar áreas desmatadas com tamanho mínimo de 6,5 hectares. Como a conversão da floresta primária, até o estágio de corte

¹⁷ Sem cobertura de nuvem, ou seja, trata-se da resolução temporal nominal, que muitas vezes difere da resolução temporal real.

¹⁸ É um processo que se inicia com a retirada das madeiras (INPE, 2009a).

¹⁹ Cabe salientar, que, até 1986, o LANDSAT era o único satélite ambiental. Além das resoluções serem mais que suficientes para atender a demanda do projeto, os valores pagos pelos sinais abertos às antenas brasileiras para recebimento dos dados ainda eram e ainda são os mais baixos, em torno de R\$ 350.000,00. Disponível em <http://150.163.12.19:8080/webrun/WFRReports/Generated/A6BA93E0-DD51-4AB5-ABA2-53E21EE95186.PDF> acesso em 02 de agosto de 2009.

raso (desmatamento), pode levar alguns meses ou até vários anos para ser concluída, outro projeto (- Detecção de Desmatamento em Tempo Real - DETER) identifica e mapeia as áreas na Amazônia no início do processo de desmatamento. Para isso, o DETER utiliza várias imagens de diferentes satélites. No caso do DETER, o acompanhamento é diário e quando há alguma alteração é emitido um alerta para os órgãos de fiscalização e a cada 15 dias esses dados são disponibilizados na Internet para os órgãos competentes do governo (INPE, 2009b).

Estes dois projetos mostram que a tecnologia de sensoriamento remoto orbital, é uma ferramenta que possibilita o monitoramento e o mapeamento de vastas superfícies. Informações sistemáticas sobre a Amazônia, uma área de floresta que ocupa aproximadamente 4 milhões de km², somente são viáveis – pelo custo e demora para a realização de levantamentos multitemporais – através de dados sensoriamento remoto orbital.

A resolução radiométrica é importante para realçar as pequenas diferenças entre objetos semelhantes do ponto de vista espectral. Sua utilização está fortemente vinculada à metodologia de extração de informação das imagens. Para os métodos de extração convencionais (interpretação visual) a resolução radiométrica não é importante, já que o olho humano não consegue distinguir mais do que 30 níveis de cinza (CROSTA, 1992). Já as técnicas automáticas de processamento de imagem podem identificar infinitamente essa variação, que, hoje, para cada pixel pode ser, teoricamente, de até 2048 possibilidades, como é o caso dos dados gerados pelos sensores a bordo do satélite *Ikonos* e do *QuickBird*.

Para a Geografia, o avanço da tecnologia de sensoriamento remoto constitui um ferramental importante para o conhecimento da paisagem de forma ampliada e possibilita conhecer o território em diferentes escalas. Embora, esta tecnologia não

permita conhecer a intencionalidade subjacente às ações societárias, que determina o uso que se faz do território, permite maior cognoscibilidade do nosso planeta, conforme aponta Santos *et al* (2001; 2006)²⁰. Essa cognoscibilidade advém da possibilidade de se retirar do que é visível na paisagem (ampliada), ou que se torna visível pelas imagens (caso do infravermelho), novos conhecimentos sobre o território. Desta maneira, as imagens nos mostram os efeitos das ações humanas sobre o espaço, cabendo ao analista explicar suas causas.

Neste caso o PRODES, também é um bom exemplo. O projeto monitora o que acontece numa vasta área de cobertura vegetal e mostra onde, efetivamente, está ocorrendo a alteração da cobertura florestal. É possível verificar o desmatamento com o uso desta tecnologia, no entanto as causas do desmatamento repousam na dinâmica social, nas formas de apropriação e propriedade do território e podem ser diferentes em cada período histórico. Ao mostrar onde e quanto da floresta está sendo desmatada, a tecnologia traz informações que o Estado pode usar para conter o desmatamento. O PRODES e o DETER são exemplos típicos do uso da tecnologia para ações de fiscalização e controle do território.

As atividades espaciais, de modo geral, podem segundo Castillo (1999), ser consideradas como mercados efetivos, mesmo que ainda estejam fortemente atreladas ao Estado por questões de segurança²¹ e, também, pela necessidade de altos investimentos no setor, com retorno a longo prazo. Por esta razão, em seu início, todos os sistemas orbitais se beneficiaram das políticas e das inovações tecnológicas destinadas à conquista do espaço que levaram, principalmente, os Estados Unidos e a antiga URSS a realizarem vultosos investimentos nesta área no período da guerra fria.

²⁰ Cognoscibilidade pressupõe que o objeto esteja presente independentemente da interpretação ou do conhecimento que se tenha dele (SANTOS *et al* , 2001, SANTOS, 2006)

²¹ Como é o caso dos satélites meteorológicos que são considerados de utilidade pública e nos EUA foram excluídos da lei de comercialização do sensoriamento remoto (CASTILLO, 1999).

O uso da tecnologia, enquanto estratégia de defesa e controle dos territórios perdurou até o final da década de 1980. A partir da década de 1990, ampliaram-se os investimentos privados vinculados aos interesses das grandes corporações multinacionais, à hegemonia do pensamento neoliberal e ao fim da guerra fria, entre outros fatores.

Desde 1996, as receitas de empreendimentos comerciais privados no espaço são maiores que os investimentos espaciais dos governos, e a diferença entre eles segue crescendo. Só o Sistema Global de Posicionamento (Global Positioning System) deve gerar uma receita anual de US\$ 16 bilhões a partir de 2003. Em 2000, os lucros da indústria espacial chegaram a US\$ 125 bilhões. Em 2005, os ingressos da indústria espacial chegaram a US\$ 1.2 trilhões. E em 2010, os investimentos acumulados dos EUA em atividades espaciais poderão alcançar entre US\$ 500 bilhões e US\$ 600 bilhões, o que equivale ao total dos investimentos atuais dos Estados Unidos na Europa (MONSERRAT FILHO, 2007, p71).

Principalmente pelas possibilidades econômicas ligadas às atividades de comunicação, o segmento espacial destinado a telecomunicações desde cedo despertou interesses econômicos²². Do telégrafo à Internet, o desenvolvimento das telecomunicações tem um papel importante na organização e integração territorial, explicando porque a este segmento dos sistemas espaciais corresponde mais da metade dos satélites em órbita atualmente ²³.

²²As atividades de telecomunicação são regidas e regulamentadas pela *Internacional telecommunication Union* (ITU), fundada em 1965 (<http://www.itu.int/en/>).

²³ Explica-se também pela concorrência e outras formas de transmissão de informação (CASTILLO, 1999). Não é objetivo deste trabalho, analisar o segmento de telecomunicações. Lembramos que foi realizada em dezembro de 2009 a 1ª. Conferencia Nacional de Comunicação (Confecom) que teve como um dos temas debatidos a privatização dos serviços de comunicação, que ocorre por meio das concessões públicas. Debates e críticas sobre o assunto em : <http://proconferencia.org.br/mobilize/>. Quanto ao número de satélites em órbita (funcionando ou não), existem estimativas, embora, haja controvérsia entre os autores. Moreira (2005) diz que há mais de 5.000 satélites orbitando

Com o fim da guerra fria o sensoriamento remoto como atividade econômica toma impulso. As empresas privadas atuam num primeiro momento como prestadoras de serviços (produtos, imagens, pacotes estatísticos para processamento) e depois na construção de satélites. Isto se aplica principalmente aos Estados Unidos, Rússia, países europeus e Israel, pela formação de grandes empresas para atuarem neste setor (CASTILLO, 1999). No Brasil, as empresas atuam quase que exclusivamente no segmento dos serviços. O uso comercial dos dados orbitais de observação da terra vem crescendo com novas aplicações para estes dados, verificável pelo número de publicações dirigidas e de eventos (simpósios, congressos, workshops) realizados nas áreas de geotecnologias. O Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), maior evento nacional na área, vem apresentando um aumento significativo no número de participantes. O evento organizado desde 1978 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), contou em 2009 com 1.300 trabalhos inscritos e mais de 1.400 participantes²⁴.

As melhorias nas resoluções das imagens, assim como o desenvolvimento de algoritmos para o tratamento e extração de informações destas imagens, fizeram surgir uma verdadeira indústria de produção de informação geográfica. Segundo Castillo (1999), tratam-se de pequenas empresas que oferecem produtos como cartas topográficas, relatórios ambientais, estudos geológicos, estatísticas agrícolas entre outros. O processo de comercialização em curso torna urgente uma discussão sobre os princípios reguladores deste meio, pois a iminência do uso do espaço extra-atmosférico por quem detém tecnologia para fins econômicos, corresponde à sua privatização. Cabe lembrar que a análise deste processo é importante para a Geografia, contudo extrapola os limites desta pesquisa.

a Terra, enquanto Castillo (1999) aponta 9.000. A Associação Aeroespacial Brasileira diz que em operação deve haver em torno 700 satélites (AAB, 2008), sendo os inoperantes considerados lixo espacial.

²⁴ Conforme informação verbal da Comissão organizadora do SBSR.

A partir do século XX, os países passaram a ser “classificados” com várias terminologias que expressam a divisão territorial e social do trabalho, tais como: os produtores de matérias primas e os industrializados; os desenvolvidos e os subdesenvolvidos; os países do primeiro e do terceiro mundo, entre outras. Na atualidade, o domínio tecnológico é um dos elementos de classificação dos países e, como, nesta área, é restrito a alguns países, redefine-se a divisão territorial e social do trabalho com a dependência econômica, quanto à concessão do uso destas imagens por um lado e, por outro, como destaca Castillo (1999), há a quebra da soberania dos países²⁵. Segundo Castilho (1999), quatro estágios devem ser dominados em sensoriamento remoto para se considerar um país detentor da tecnologia: A fabricação da espaçonave e do sensor; do veículo lançador; a operação do sistema sensor; a transferência do sinal para as estações terrestres, o processamento primário da informação e o processamento e disseminação das imagens. O oligopólio no setor pertence àqueles países que dominam todas as fases desta tecnologia (Estados Unidos, Rússia, Japão, Canadá, UE (Itália, França, Alemanha), China e Índia). Pelo processo histórico do uso militar dessa tecnologia e investimentos realizados nesta área, os EUA se destacam, sendo responsáveis por cerca de 300 satélites em órbita²⁶, dos, aproximadamente, 700 que ainda estão ativos (AAB, 2008). Embora, colocado juntamente com os países detentores dessa tecnologia, o Brasil ainda não domina a fase de lançamento (AAB, 2008). Buscando autonomia nesse segmento, o país fez parcerias para a construção de seu primeiro satélite de monitoramento ambiental. Em

²⁵ Sobre essa questão ver Fiori, José Luiz - O Poder Global e a nova geopolítica das nações. São Paulo: Ed. Boitempo, 2007.

²⁶ Explica ainda a posição dos EUA em criar um projeto espacial para defender seu patrimônio orbital em face das conseqüências econômicas e de segurança ante à vulnerabilidade a algum ataque a estes sistemas (MONSERRAT FILHO, 2007).

1999, numa colaboração com a China, o Brasil lança o China-Brazil Earth Research Satellite (CBERS)²⁷.

A adoção de uma política de cooperação através da democratização destes dados a partir de sua distribuição gratuita é uma alternativa ao uso comercial do espaço exterior pelo setor privado dos países que detêm esta tecnologia²⁸, política já adotada pelo Brasil para todos os países cobertos pelos dados do satélite da série CBERS²⁹. Corresponde ao mesmo tempo, ao incentivo à agregação de valor para a comercialização dos produtos derivados destes dados por diferentes ramos do conhecimento³⁰.

A questão da soberania é um assunto controverso, pois envolve aspectos jurídicos internacionais de uso do espaço extra-atmosférico, aspectos políticos de quebra de soberania dos países, cujo território passa a ser observado independentemente de consentimento (diferente do que ocorre com o espaço aéreo) violando as fronteiras geográficas dos países, impondo ônus econômicos para o uso de tecnologias, como o pagamento pela obtenção de informações dos próprios países que tiveram seu território vasculhado. Uma questão fundamental do uso dessa forma de conhecimento está relacionado a venda, pelos países detentores de tecnologia, de informações para as

²⁷ O primeiro satélite Brasileiro foi um Sistema de Coleta de Dados (SCD-1), lançado em 1993 e ainda em operação. O Programa Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, prevê a construção de 5 satélites de SR (Cbers -1 lançado em 1999, Cbers -2 lançado em 2003; Cbers-2b em 2007; Cbers 3 e Cbers 4 com previsão para lançamento em 2011 e 2014 (<http://www.cbbers.inpe.br>). Ambos os projetos são de responsabilidade do – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia.

²⁸ Que teoricamente está presente no princípio I do Tratado do Espaço.

²⁹ “Desde junho de 2004, quando as imagens ficaram disponíveis na Internet, já foram distribuídas mais de meio milhão de imagens CBERS para cerca de 20 mil usuários de mais de duas mil instituições públicas e privadas, comprovando os benefícios econômicos e sociais da oferta gratuita de dados”. Fonte:

<http://www.cbbers.inpe.br/noticias/index.php?cod=not155> acesso em 26/-7/2009. O INPE oferece também, gratuitamente, cursos de formação e ferramentas computacionais para tratar esses dados.

³⁰ Mesmo não se conhecendo o retorno financeiro das empresas ou profissionais que fazem uso dessas imagens, sabe-se que indiretamente elas contribuem na medida em que deixam de ser despesas. Numa pesquisa publicada por Silva, *et al* (2008) entre os usuários das imagens CBERS, considerando pessoas físicas e jurídicas em atividades econômicas, constatou-se que 81% desses usuários obtiveram geração de economia em diferentes áreas profissionais (geografia, agricultura, cartografia, meio ambiente, etc.).

corporações multinacionais o que pode implicar obtenção de patentes intelectuais, desvinculado do território do país onde estão localizadas as riquezas.

A legislação do espaço extra-atmosférico data de 1967 e tem como princípios e pressupostos a preservação do espaço cósmico da corrida armamentista. Visando ao estabelecimento de regras para as atividades nesse “novo” espaço, nasce, por iniciativa da Organização das nações Unidas (ONU)³¹ o Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico conhecido como Tratado do Espaço, documento fundador do Direito Espacial³² (MONSERRAT FILHO, 2007). Dado o contexto histórico em que foi elaborada e a monopolização dessa tecnologia pelo Estado, essa legislação, aponta Monserrat Filho (2007), possui lacunas, cuja necessidade de adequação se faz necessária com a efetivação do uso comercial dos sistemas orbitais em geral e, em especial, dos satélites de observação da Terra.

Os princípios gerais que regem esse Tratado são descritos na Resolução 41/65 da Assembléia Geral das Nações Unidas, de 9 de dezembro de 1986 (CASTILLO, 1999; MONSERRAT FILHO, 2007). Neste acordo não há restrição quanto a fronteiras políticas para a coleta de informações a partir do espaço extra-atmosférico. Estão, também, colocadas nesse tratado, que as atividades de sensoriamento remoto não devem ser desenvolvidas de maneira a prejudicar os direitos e os interesses dos países sensoriados, mas não explicita quais são os mecanismos para controlá-las. Propõe, ainda, o livre acesso a estes dados *a preços razoáveis*, o que mostra, como já foi dito, o

³¹ Através do Comitê das Nações Unidas para o Uso Pacífico do Espaço Exterior - COPUOS, sigla em inglês (MONSERRAT FILHO, 2007).

³² Os cinco tratados adotados pelo Direito Espacial são instrumentos que garantem os princípios e normas básicas da utilização desta região do espaço (fins pacíficos e em benefício de todos os países independente de desenvolvimento econômico e científico; sua não apropriação (inclusive da Lua) por nenhum país; liberdade de utilização e de pesquisa por todos os países; a responsabilidade internacional dos Estados por todas as atividades espaciais de suas instituições públicas ou privadas, assim como a fiscalização e o controle destas atividades, entre outras) (MONSERRAT FILHO, 2007).

domínio econômico dos países que detêm a tecnologia e que podem impor o preço. Ao não impor restrições à observação e à coleta de dados dos territórios dos países a partir do espaço extra-atmosférico e ao mesmo tempo reafirmar a soberania territorial de cada Estado, o problema se desloca então, para a *informação* (CASTILLO, 1999, grifo do autor), sua produção e sua distribuição. Concordamos com esta afirmação, pois mesmo previsto na resolução, a priorização e o acesso dos Estados sensoriados aos dados primários, isso não exclui a agregação de valor às informações derivadas destes dados e seu uso corporativo para fins econômicos. A agregação de valor corresponde ao uso técnico e criativo destes dados de forma a transformá-los em informações.

Esta ferramenta que ao mesmo tempo possibilita ao geógrafo novas formas de conhecimento do território através do registro da materialidade espacial, também exige mudanças nas formas do fazer geográfico, pois para extrair as informações provenientes destes dados é necessário uma mediatização com outro conjunto particular de técnicas.

De fato, os satélites fornecem dados que permitem derivar informações sobre a superfície da Terra, assim como, também, da atmosfera terrestre. A maneira com que essa derivação ocorre é dependente de ambientes computacionais desenvolvidos especialmente para estas aplicações. Só então, estes dados, quando analisados por um especialista dentro de alguma disciplina, são transformados em informação. Os procedimentos de interpretação analógicos foram substituídos pelos automáticos. As ferramentas antigas (prancheta, overlay, ábaco, etc.) deram lugar aos ambientes computacionais. Não é sem motivo, que novos aportes disciplinares se fazem necessários nos cursos de formação, para acompanhar esse novo fazer. Atualmente, é muito pouco provável que um mapa de aptidão agrícola ou um mapa de uso do solo seja produzido com maior precisão fora de um Sistema de Informação Geográfica (SIG)

33

³³ Ambiente computacional que permite integrar dados oriundos de diferentes fontes e fazer análises sobre o espaço.

A tecnologia altera também a forma de representação das informações geográficas, na medida em que revoluciona a cartografia. Segundo Castillo (1999), os antigos métodos de levantamentos cartográficos, baseados na aerofotogrametria de alto custo e irregularidade periódica, estão sendo substituídos pelo uso conjunto das informações destes sistemas orbitais, incluindo os dados de posicionamento que conferem maior precisão às informações cartográficas.

1.2 - Sensoriamento remoto em áreas urbanas

As aplicações de sensoriamento remoto (orbital ou não) em áreas urbanas, basicamente, se dão em duas linhas, segundo Kurkdjian (1993). Uma linha voltada ao conhecimento e à ação sobre o sistema urbano e sua relação com o meio físico que o sustenta. Nessa linha de trabalho, a utilidade do sensoriamento remoto orbital é extremamente grande e está associada a trabalhos de levantamento em superfície para mapeamentos (geológicos, geomorfológicos, de aptidão agrícola das terras, expansão da mancha urbana, densidade de biomassa, clima urbano, etc.)³⁴. Outra linha de pesquisa é aquela voltada aos estudos intraurbanos. Há um consenso entre autores (DONNAY, et al, 2001; MESEV, 2003; JENSEN, 2009) que o maior obstáculo na utilização das imagens de sensoriamento remoto para estudos intraurbanos esteve relacionado à resolução espacial. Os avanços na área de sensoriamento remoto orbital trouxeram melhorias na resolução espacial e temporal das imagens. Mudanças nas características dos sistemas sensores³⁵, com resolução espacial submétrica, permitem a geração de imagens que discriminam com maior precisão os elementos da superfície

³⁴ As imagens utilizadas por estes estudos são de média a baixa resolução espacial (30-250 m), a faixa espectral do vermelho no visível (630 - 690 ao infravermelho (760 - 2350nm) são as que melhor representam os elementos da cobertura terrestre para estes levantamentos e fazem parte de praticamente todos os programas orbitais de monitoramento terrestre. A temporalidade das imagens está condicionada às necessidades mínimas de atualização destes dados por aqueles setores que as utilizam, principalmente os setores de planejamento.

³⁵ Inclusive imagens da faixa do micro-ondas do espectro eletromagnético (radar).

terrestre e, conseqüentemente, os elementos de cobertura do solo intraurbano. A Figura 1.3 exemplifica o aumento da resolução espacial das imagens orbitais e seu uso para o mapeamento do uso e cobertura do solo intraurbano.

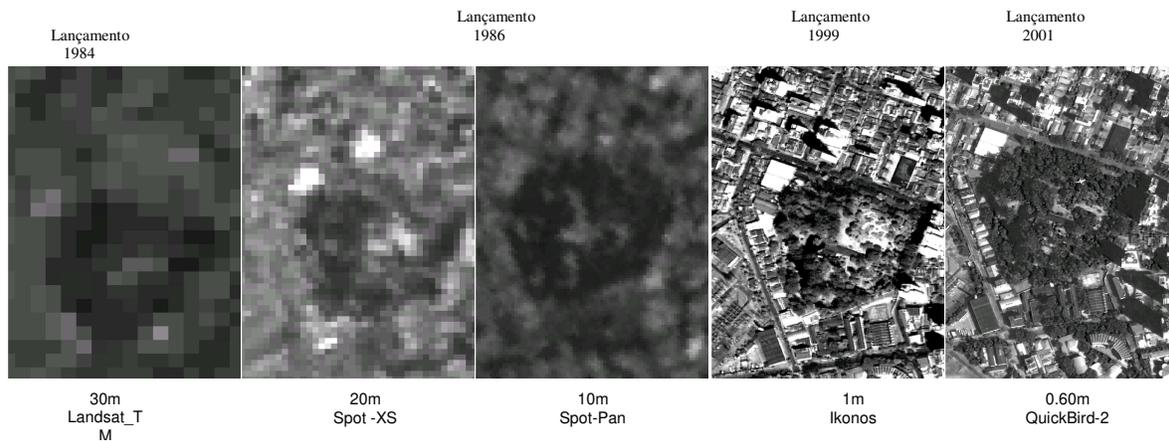


Figura 1.3 - Evolução da resolução espacial das imagens orbitais. Parque Santos Dumont em São José dos Campos

Nesta figura podemos observar a mesma área sendo imageada por sensores com diferentes resoluções espaciais e representadas na mesma escala (aproximadamente 1:3000). Na imagem com 30 metros podemos identificar apenas objetos geométricos em diferentes tons de cinza, sendo impossível com esta resolução espacial identificar algum tipo de uso³⁶. Na imagem com 20 metros, é possível identificar clusters mais

³⁶ Vale a pena ressaltar que com esta resolução espacial no espaço intraurbano, utilizando técnicas de processamento de imagens digitais, é possível separar alguns tipos de cobertura do solo (PEREIRA, *et.al.*, 1989; DURAND *et. al.*, 2007; GONÇALVES, *et al.*, 2005), mesmo com baixa precisão e considerando outros intervalos espectrais.

claros ou mais escuros, mas ainda não se pode identificar nenhum objeto a que se referem esses clusters sem o auxílio de outros canais espectrais. A imagem com 10 metros já permite identificar algumas classes do uso e cobertura como quadras, parques ou praças e o traçado viário. Nas imagens com 1 e 0.60 metros é possível identificar todos os objetos que compõem a cena da imagem e identificar, também, tanto as classes de cobertura quanto do uso do solo intraurbano com muito mais precisão. A alta resolução espacial traz, também, maior precisão em estudos de escoamento superficial, identificação de áreas sujeitas à inundação, ilhas de calor urbano, crescimento urbano, entre outros.

É interessante observar a velocidade da transformação, quando se considera todo o investimento e conhecimento necessários para se acrescentar inovações aos sistemas sensores a bordo dos satélites, assim como os próprios satélites. Quando foi lançado em 1972, o primeiro satélite da série Landsat, este sistema possuía uma resolução espacial de 80 metros, permanecendo esta resolução para estudos ambientais até 1984. Dois anos depois, a melhor resolução espacial passa a ser de 10 metros. Após dez anos, em 1996, a Índia lança um satélite cuja resolução é de 5 metros³⁷, que em 1998 é superado pela resolução espacial de 1 metro³⁸ e menos de dois anos depois pela de 0.60 m³⁹.

Embora, todo programa de satélite estabeleça uma política de relacionamento com os usuários que pode ser unicamente comercial, científica ou intermediária (de baixo custo), há uma tendência preferencialmente comercial ligada aos satélites de alta resolução espacial (EPIPHANIO, 2007).

³⁷ Satélite Indiano IRS, não mostrado na Figura 3

³⁸ O satélite Ikonos foi lançado no final de 1999 e o QuicBird -2 no início de 2001

³⁹ Vale a pena ressaltar o lançamento em 2009, do satélite WorldView-2, com 8 canais multiespectrais e resolução espacial de 50cm.

Atualmente, estas imagens vêm sendo utilizadas em diferentes pesquisas que buscam tanto avaliar e melhorar a qualidade das informações que podem ser extraídas a partir delas, quanto verificar a viabilidade de seu uso em novas aplicações. Identificamos basicamente, mas não exclusivamente, três linhas de pesquisas. A primeira, voltada para o mapeamento dos elementos que compõem a cobertura do solo intraurbano (concreto, diferentes tipos de telhados, água, vegetação, etc.) e que utilizam técnicas baseadas na cognição humana⁴⁰, tendo como exemplos os trabalhos desenvolvidos por Shackelford e Davis (2003), Alves (2005) e Pinho (2005). A segunda vertente é aquela que busca a identificação dos diferentes usos do solo intraurbano (residencial, comercial, industrial, etc.). Normalmente, baseiam-se em análises de contexto (conhecimento do fotointerprete da estrutura intraurbana) e usam procedimentos semi-automáticos, ou seja, interpretação na tela do computador, como é o caso de Souza (2003) e Souza *et al* (2007); e automáticos (técnicas cognitivas), como é o de Barnsley *et al* (2003)⁴¹ e Xiuying *et al* (2004).

Uma terceira linha é aquela que busca caracterizar socioeconomicamente o contexto dentro do qual as pessoas vivem. A caracterização da população e a qualificação do espaço construído no intraurbano são realizadas através da análise de variáveis físico-territoriais obtidas da imagem e dados adicionais como os levantamentos censitários, dados de campo entre outros, como é o caso de estudos de inferência populacional desenvolvidos no Brasil por Souza (2003), Gonçalves *et al* (2006), ou que utilizam informações extraídas somente das imagens para esta caracterização, dos quais destacamos os trabalhos de Estevam (2006), Souza, *et al* (2007), Avelar *et al* (2009), Kux, *et al* (2009) e Alves *et al* (2009). Acreditamos que o estudo desenvolvido neste trabalho venha contribuir para esta linha de pesquisa.

⁴⁰ A ser detalhado no Capítulo 2

⁴¹ O autor utilizou também dados de sensoriamento remoto aerotransportado para modelagem de superfície obtidos por sistema LIDAR (Light Detection and ranging).

As imagens obtidas a partir da tecnologia de sensoriamento remoto orbital, pelas características e estrutura (a serem discutidas no Capítulo 6) foram utilizadas como ponto de partida para uma leitura da diferenciação espacial, no espaço residencial da cidade de São José dos Campos. Consideramos as imagens orbitais atuais, de alta resolução espacial, como um instrumento a ser explorado na análise geográfica no intraurbano. O estabelecimento da imagem, enquanto matéria prima dessa análise se dá, por entendê-la como uma estrutura que permite análises tanto quantitativas, quanto qualitativas.

As imagens orbitais oferecem aos geógrafos novas possibilidades de estudo do intraurbano, na medida em que permitem descrever e quantificar variáveis que compõem a paisagem intraurbana, obtidas a partir da imagem. No espaço residencial, objeto de análise deste trabalho, o uso das imagens orbitais de alta resolução espacial permite identificar elementos da dimensão concreta que se relacionam com a dimensão social, pela sua diferenciação. Nesse aspecto, consideramos que esta tecnologia, por aquilo que torna cognoscível no intraurbano, apresenta-se como uma forma de entendimento da realidade e permite ultrapassar, pela reflexão, as suas geometrias⁴².

⁴² Os objetos da superfície imageados pelos satélites nos dão segundo Santos, (2006) geometrias e não geografias, pois chegam como objetos em si sem a sociedade vivendo dentro deles.

Capítulo 2

2.1 - A paisagem e a diferenciação do espaço residencial

A Geografia, ao analisar a dimensão espacial, permite que a cidade (lócus do homem do século XX) seja analisada enquanto realidade material. Esta materialidade não é desprovida de conteúdo. Ao lançar-se sobre este conteúdo, a Geografia recupera as relações sociais, revelando a indissociabilidade entre o espaço e a sociedade.

O espaço intraurbano (espaço interno da cidade) apresenta-se, segundo Corrêa (1995), como um espaço fragmentado e articulado, e na medida em que se intensificam os usos do solo, ampliam-se essas articulações, que podem ser observadas concretamente e de forma variada nas relações entre as partes que compõem a cidade. Corrêa cita como exemplo concreto as atividades do cotidiano das pessoas em seu deslocamento diário, o fluxo de veículos, carga e descarga de mercadorias, etc. Existe, entretanto, uma manifestação dessa articulação, que não é aparente. Ela se dá através das relações sociais envolvendo a circulação de decisões e investimentos de capital, mais-valia, salário, juros etc., envolvendo a prática do poder e da ideologia, sendo a cidade⁴³ um lugar privilegiado da acumulação de capitais, por reunir as condições necessárias para a produção, circulação e o consumo de bens e serviços (RODRIGUES, 1988). A cidade, nesse contexto, passa a ser entendida dentro de uma lógica social maior - a mundialização do capital – articulada à lógica local - de acordo com as especificidades da região ou do país.

⁴³ Considerando as cidades inseridas em contexto demográfico e econômico que favorecem a lógica capitalista.

A cidade é fragmentada pelos diferentes usos, e também, pela desigualdade. Nas áreas residenciais, a desigualdade espacializada evidencia a estrutura social da sociedade. A paisagem diferenciada dos espaços residenciais revela a apropriação desigual do resultado do trabalho social, que condiciona a liberdade de escolhas das classes sociais para a satisfação das necessidades de reprodução da vida.

A paisagem é então, uma dimensão de análise da sociedade, reproduzindo no espaço os processos sociais (CORRÊA, 1995). Adotamos a explicitação de Santos (1988) sobre a dimensão da paisagem como a dimensão da percepção: aquilo que nos chega aos sentidos, dependente do aparelho cognitivo, sendo, portanto, um processo seletivo de apreensão, que deve permitir ultrapassá-la e chegar aos seus conteúdos.

Corrêa (1995) destaca que naquilo que tem de visível, a cidade nos revela onde é o local de habitação do “rico” e do “pobre”. A riqueza é visível no tipo e tamanho das edificações, asfaltamento das ruas, arborização, acabamento das casas, etc. A pobreza também o é, pela falta ou precarização desses mesmos elementos.

As explicações do local de moradia, dos indivíduos, estão diretamente relacionadas às condições que estes têm de pagar pelo terreno e pela casa, pois a moradia é uma mercadoria na sociedade capitalista. Enquanto mercadoria, esta sujeita as leis do mercado, e enquanto necessidade básica, e estabelecida no rendimento mensal do trabalhador⁴⁴, limita, nesse sentido, a escolha do “onde”, e em que “condições” morar. Nas áreas residenciais das cidades ficam evidentes as condições de desenvolvimento diferenciado das classes sociais. Segundo Rodrigues (1988, p. 34), a cidade mantém cada um no seu lugar, pois “A produção une os indivíduos num mesmo local, mas o processo de produção tende a tornar os indivíduos isolados, compartimentados.

⁴⁴ Pois, teoricamente, este rendimento mínimo deve suprir as necessidades básicas do trabalhador.

E mais adiante:

Assim, a concentração da população nas cidades significa também, contraditoriamente , sua dispersão, seu isolamento. Dispersão em classes sociais diferentes e nelas em camada de classes. Cada um ocupa um lugar na produção, na cidade, na fábrica (RODRIGUES, 1988, p 37).

Desta forma, o local de moradia, pode ser entendido a partir das relações societárias que se concretizam no urbano⁴⁵, enquanto necessidade de morar e enquanto disponibilidade econômica para realizá-la. São esses mecanismos que estão por trás da satisfação da necessidade de morar e conseqüentemente, das diferentes paisagens que as áreas residenciais das cidades apresentam. A fragmentação e a desigualdade que a cidade apresenta evidenciam e reproduzem a estrutura *da sociedade na cidade*.

A análise da paisagem das áreas residenciais, enquanto materialização das relações sociais – permite, pela diferenciação, evidenciar contradições e conflitos. Se a cidade, na análise geográfica, é resultado do trabalho social materializado, o acesso a essa materialização e tudo que ela oferece, é apropriado de forma desigual pelos seus habitantes. Entender este processo é de fundamental importância para a leitura da diferenciação que a paisagem apresenta, pois, este, deve fornecer elementos que estabeleçam uma ponte entre a dimensão visível, e aquela que não o é.

2.2 - A moradia e a terra urbana enquanto mercadorias

⁴⁵ Urbano enquanto modo de vida e a cidade enquanto lugar, que oferece maiores condições de realização desse modo de vida.

A moradia se insere no contexto da produção capitalista como uma mercadoria. Enquanto mercadoria possui, como toda mercadoria numa sociedade capitalista, um valor de uso e um valor de troca (RODRIGUES, 1988; 2001; HARVEY, 1980). O que determina o acesso a esta mercadoria, assim como o acesso a qualquer outro produto no mercado, é determinado pela posição que o indivíduo ocupa, enquanto classe, na divisão social do trabalho.

A moradia enquanto mercadoria possui algumas particularidades que a diferenciam de uma mercadoria comum. Ela é uma necessidade de abrigo, que não é atendida pela produção capitalista, como comprovam os estudos sobre o déficit habitacional brasileiro⁴⁶. Segundo Ribeiro e Pechmann (1983), um conjunto de obstáculos se apresenta como barreiras para a realização do ciclo do capital⁴⁷ neste setor, tornando-o sem atrativos para que o setor imobiliário invista no desenvolvimento das forças produtivas para a produção de moradias, o que tenderia à redução do seu custo no mercado, como também ocorre com outras mercadorias.

Um dos obstáculos se coloca no nível da transformação do capital-dinheiro em capital-mercadoria (M') e se constitui no problema fundiário, conferindo vantagens de monopólio ao seu proprietário (RIBEIRO; PECHMANN (1983), Rodrigues (1988), Harvey, 1980).

⁴⁶ 6,273 milhões de domicílios em 2007, sendo 82,6% em áreas urbanas (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estudos Políticos e Sociais. Déficit Habitacional no Brasil. Belo Horizonte, 2007). De acordo com este relatório, devido à mudança na metodologia, houve uma redução do déficit, que, em 2006 era de 7.288 milhões. Esta diferença foi devido à retirada das coabitações por vontade própria e mantidas as coabitações por necessidade econômica.

⁴⁷(D - M (MP FT) - /P/ - M' - D') Onde: D = capital -dinheiro, é inicialmente transformado em mercadoria (M) constituído dos meios de produção (MP) e da força de trabalho (FT) necessários ao processo produtivo. A utilização combinada e planejada destas mercadorias no processo produtivo (/P/) terá como resultado novo capital-mercadoria (M') cujo valor é superior ao existente inicialmente (D') Esta diferença deve-se à mais-valia criada durante o processo produtivo, o que é possível na medida em que o valor pago à força de trabalho na forma de salários é inferior ao valor por ela adicionado. O capital é então reintroduzido, permitindo sua acumulação. (RIBEIRO; PECHMANN, 1983, p. 29).

Enquanto mercadoria a moradia necessita de um substrato: a terra urbana, que também é uma mercadoria.

A terra urbana em si já possui um valor de uso, na medida em que é suporte dos diferentes usos para as atividades comercial, industrial, institucional, residencial, etc. Enquanto mercadoria a terra urbana comporta um conjunto de atributos que a tornam muito especial, dentre os quais se destacam, principalmente, mas não exclusivamente, a sua não reprodutividade e sua localização fixa no espaço (RODRIGUES,1988; RIBEIRO; PECHMANN, 1983). Estes atributos conferem ao proprietário da terra urbana uma renda que está diretamente relacionada às benfeitorias que se realizam no espaço intraurbano e que influenciam nas questões relativas à utilização do solo urbano para todos os usos, mas, principalmente, para a moradia, para os que tem baixos salários.

Ser proprietário de um pedaço de terra permite, em princípio, a apropriação de uma renda que, segundo Rodrigues (*op.cit*) pode advir de um tributo pago, para que se use a terra, pelo aluguel do terreno ou pela compra do mesmo (renda absoluta), acarretando a transferência do direito de propriedade e, portanto do monopólio sobre um pedaço de terra. Como também, pode advir de vantagens de localização, já que cada terreno, no espaço, apresenta características próprias quanto á localização (paisagístico, infraestrutura, etc.), cujas vantagens lhe conferem um valor diferenciado (renda diferencial) onde:

... As diferenças de preço têm contido um trabalho individual e social. Individual, pois ao produzir sua casa, reformá-la, contribui-se para a produção social, sendo esta produção incorporada à produção da cidade. É social, pois é com os recursos advindos da arrecadação de impostos e tributos que o Estado produz a infraestrutura e os equipamentos de consumo coletivos, que serão também apropriados individual e socialmente. (RODRIGUES, 1988, p 81).

Essa diferenciação no preço da terra urbana aparece como se fosse um valor definido pelo mercado. Na essência, esse valor é definido pela produção social da existência e é apropriado através do monopólio da propriedade privada da terra (RODRIGUES, 1988).

Dentre outras particularidades que conferem a terra urbana características especiais enquanto mercadoria, Rodrigues (*op.cit.*) observa que a terra é uma mercadoria que não envelhece, e sendo utilizada ou não, também não perde valor, o que justifica sua apropriação como forma de acumulação de riqueza. É uma fonte segura de renda, pois sempre é garantido um retorno financeiro, que no mínimo corresponde ao valor pago no ato da compra. Diferente de outras mercadorias, cujo preço cai quando há um aumento da oferta, a terra urbana, não tem seu preço diminuído quando há mais terras disponibilizadas pela expansão urbana, pois:

... novos terrenos colocados à venda para a produção de casas ou mesmo novas casas não fazem baixar os preços. Isto significa que aumentar a oferta não tem sido suficiente para diminuir os preços, pois estes não estão regulados pelo preço de produção. Assim, o que determina o preço da terra é a propriedade monopolística desta terra e a capacidade de pagar dos compradores” (RODRIGUES, 1988, p 75).

Outro obstáculo aparece no momento da realização da mais-valia (D') e diz respeito à capacidade de compra, ou seja, à demanda solvável do mercado (RIBEIRO; PECHMANN, 1983). No Brasil, 89,4% do déficit habitacional situam-se entre a população cuja faixa de rendimentos é de até três salários mínimos (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2007), ficando evidente, a falta de interesse do capital em investir em habitações para este segmento social (a demanda não solvável). Além disso, e, como conseqüência do problema fundiário, a produção da moradia se mostra descontínua no

tempo e no espaço, tornando mais difícil a adoção de métodos industriais neste setor (alto investimento em capital imobilizado para uma produção que não é constante) (RIBEIRO; PECHMANN, 1983).

Esta análise é verdadeira até a década de 80, quando o setor imobiliário era mais dependente do processo de industrialização/urbanização. Atualmente, parece haver uma independência do setor frente ao processo de urbanização (RODRIGUES, 2001). Em estudo realizado por Reis (2006), foi verificada a tendência da formação de constelação de núcleos urbanos (condomínios fechados de alto luxo ou ilhas urbanizadas do tipo Alphaville) integrados em áreas metropolitanas ou centros regionais espalhados pelo Brasil⁴⁸. Segundo o estudo, há uma tendência na mudança do processo de urbanização, sendo esta, descontínua fisicamente e entremeada de grandes áreas sem ocupação. Haveria assim, um processo de urbanização total em partes do território comandada por empreendimentos imobiliários. Embora, seja possível encontrar este tipo de investimento voltado para os segmentos de baixa renda (considerando a localização e as particularidades do projeto de implantação), o grupo de interesse destes projetos ainda é a demanda solvável. A valorização fundiária das terras próximas a estes investimentos é garantia de renda adicional aos seus proprietários, tende a tornar a cidade mais cara e isso exclui – de algumas regiões da cidade - segmentos sociais de baixo poder aquisitivo, inclusive, parcelas da classe média e tende a reforçar a desigualdade socioespacial.

Embora, a necessidade de morar seja um dos direitos reconhecidos por lei (Artigo 6º da Constituição Federal) como indispensável à sobrevivência humana e faça parte da Agenda Mundial (ONU-Habitat-II), ela é negada na prática social. Essa negação se realiza pela possibilidade de despejo prevista na Lei do Inquilinato⁴⁹ e também pela

⁴⁸ Região metropolitana de Campinas e Região administrativa de São José dos Campos

⁴⁹ Lei nº 8.245 de 18 de outubro de 1991

instituição do salário mínimo. A hipótese de despejo por falta de pagamento (aluguel ou hipoteca) é garantida e cumprida pela lei⁵⁰. Quanto à base salarial, deveria ser suficiente (embora não o seja) para satisfazer todas as necessidades “diárias” do trabalhador (RODRIGUES, 1988). A separação entre o trabalhar e o viver são então reintegradas de forma complexa na sociedade capitalista como destaca Harvey (1982). A aparente dicotomia entre as lutas *no* trabalho e as lutas pelo direito à moradia nas reivindicações dos trabalhadores, é inexistente no contexto de realização da vida (RODRIGUES, 1988). Se no trabalho, as questões salariais são estruturalmente um obstáculo à realização da mais-valia, nas cidades, a terra urbana e a moradia, enquanto mercadorias aparecem como possibilidades de acumulação de riqueza. Enquanto a moradia e, por conseguinte, a terra são uma condição de vida para a força de trabalho eles são, ao mesmo tempo, uma condição para a reprodução do capital (HARVEY, 1982).

Segundo Rodrigues (1988), no capitalismo, em todas as formas de apropriação do espaço urbano está implícito o pagamento pelo uso e pela propriedade da terra. Os objetivos da apropriação se diferenciam na medida em que para uns a cidade é uma importante fonte de lucro (minoridade) e para outros (maioria) a cidade é valor de uso. Para aqueles cujo valor de predomínio é o valor de troca - quando se analisa a questão da moradia – destacam-se os corretores de imóveis, os proprietários de terras⁵¹, os incorporadores, a indústria da construção e as instituições financeiras, que independentemente das estratégias de apropriação/produção estão interessados na obtenção da renda, lucros e juros que a produção social da cidade possibilita (RODRIGUES, 1988). Para aqueles cujo valor de uso é predominante encontram-se os diferentes segmentos das classes trabalhadoras, que possuem diferentes estratégias

⁵⁰Segundo o Jornal o Estadão, houve um aumento de 13% das ações de despejo na cidade de São Paulo no primeiro trimestre <http://www.estadao.com.br/noticias/economia,acoes-de-despejo-em-sp-crescem-13-no-1-trimestre,362646,0.htm> -acesso quarta-feira, 29 de abril de 2009, 16:28

⁵¹ Rodrigues, (1988) faz distinção entre aqueles que possuem a terra para a edificação da casa própria e aqueles que especulam com a terra, cujo valor de troca tem predomínio sobre o valor de uso.

para realizar a necessidade de morar. Para ficarmos somente nos extremos, há aqueles cujas amenidades e simbolismos sobrepõem-se à necessidade básica do morar e se enquadram na demanda solvável do mercado de moradia e aqueles cujos rendimentos não são suficientes para cobrir as despesas com moradia e buscam alternativas possíveis em periferias sem acesso aos serviços urbanos ou em favelas.

Para a realização dos seus objetivos, os atores urbanos que produzem o espaço da moradia, possuem estratégias diferenciadas e também conflitantes que necessitam da mediação do Estado. Na aparência, o Estado atua em benefício de todas as classes. Entretanto, segundo Rodrigues (1988), para isto, deveria suprir tanto as necessidades do capital quanto dos trabalhadores buscando equilibrar as diferenças sociais e propiciar uma distribuição mais equitativa da renda que é gerada na própria produção social da cidade. No entanto, o Estado define a intervenção não em função das necessidades, mas em função de sua importância no plano político e normalmente em benefício dos setores que interessam ao capital e que permitem maior acumulação. A cidade é o lugar da acumulação, e assim, a participação dos setores dominantes nas decisões políticas é extremamente importante, pois os seus interesses dependem da própria cidade e, portanto, eles sempre buscarão estar presentes nas ações sobre a cidade.

O Estado, ao definir onde implantar infraestrutura e equipamentos de consumo coletivo, interfere e redefine valores de uso, propiciando a apropriação da renda diferencial por parte dos proprietários (RODRIGUES, 1988; HARVEY, 1980). A implementação destes serviços provoca alterações no preço da terra e das edificações, pois a valorização vem da produção da cidade. Segundo estes autores, há um excedente da produção social que está sendo apropriado pelos proprietários de terra, mesmo que estes não tenham investido nenhum trabalho ou recurso, consolidando na produção da cidade, uma forma de distribuição de renda.

Outra forma de atuação do Estado está na produção, normatização e financiamento da moradia, visando tornar solvável a demanda não-solvável. Desde a década de 30 o Estado assumiu a responsabilidade da produção e da oferta de casas para a população trabalhadora de baixa renda (RODRIGUES, 2001). Na década de 60 frente à crise de moradia, o Estado criou uma política habitacional estruturada em moldes empresariais, tendo como eixo norteador a diminuição das tensões nas áreas urbanas, o incentivo à casa própria como forma de disciplinar o trabalhador⁵² e o fortalecimento econômico alavancado pela indústria da construção civil (RODRIGUES, 2001). Muito embora, o favorecimento à indústria da construção civil tenha sua importância econômica (geração de empregos e insumos para a construção), a crise no setor de moradia das classes sociais de baixa renda tem se acentuado. De fato, por força Constitucional (Emenda Constitucional de 1969), a construção das moradias fica a cargo da iniciativa privada, cabendo ao Estado atuar de forma complementar, o qual segundo Rodrigues,

...estabelece a primazia da empresa capitalista, atribuindo ao Estado um papel imobilista restringindo-lhe o campo de atuação para a promoção de habitação das faixas salariais mais baixas (RODRIGUES, 2001, p 61).

Assim, o mais comum, ainda segundo essa autora, era que o ônus referente à compra dos terrenos ficasse a cargo dos órgãos do governo (Companhia Metropolitana de Habitação (COHAB), prefeituras, etc.), resguardando-se assim, o lucro do proprietário da terra e da construtora. Bonduki (2009) destaca, em relação a atuação do Estado que:

⁵² E também torná-lo defensor da propriedade privada. Evidenciando a preocupação de usar a política habitacional também como instrumento de combate às idéias comunistas no país (BONDUKI, 2009)

... um dos grandes equívocos foi voltar todos os recursos para a produção da casa própria, construída pelo sistema formal da construção civil, sem ter estruturado qualquer ação significativa para apoiar, do ponto de vista técnico, financeiro, urbano e administrativo, a produção de moradia ou urbanização por processos alternativos, que incorporasse o esforço próprio e capacidade organizativa das comunidades. Em consequência, ocorreu um intenso processo de urbanização informal e selvagem, onde a grande maioria da população, sem qualquer apoio governamental, não teve alternativa senão autoempreender, em etapas, a casa própria em assentamentos urbanos precários, como loteamentos clandestinos e irregulares, vilas, favelas, alagados etc., em geral distantes das áreas urbanizadas e mal servidos de infraestrutura e equipamentos sociais (BONDUKI, 2009, p. 74).

O caráter de mercadoria da moradia é reforçado nesta política do Estado. Ao favorecer a construção civil e o capital financeiro (cobrança de juros), sem alterar a relação existente entre os baixos salários (e as necessidades que ele não cobre, ou cobre precariamente) e o alto preço da moradia, trouxe consequências que no fim aumentaram as causas que dificultam o acesso à moradia e, conseqüentemente, aumentaram também as desigualdades e a segregação. Rodrigues (1988), ainda ressalta a importância de se discutir a alocação dos recursos do SFH, que são captados pelo Estado através do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), portanto pertence à classe trabalhadora, mas são privatizados na política habitacional.

Assim, dadas as condições especiais da mercadoria moradia e seu substrato, a terra, a questão do déficit habitacional brasileiro deve ser pensada a partir da falta de acesso e não da escassez, já que as condições que regem o modo de produção capitalista impõem restrições ao acesso para aqueles segmentos populacionais, que, na condição

de mercadoria, não podem consumi-la⁵³. Nas condições atuais, se as necessidades básicas do trabalhador são ignoradas em termos de direitos e justiça social, pela sociedade, elas não o são, no espaço. As diferentes condições com que vivem as pessoas não passam despercebidas, quando se observa a paisagem apresentada pelas áreas de moradia nas cidades do país. A busca da satisfação de uma necessidade no modo de produção capitalista é perceptível na paisagem da cidade, sendo a segregação espacial uma delas. Os seres humanos separam-se no espaço da produção de mercadorias e também se separam no espaço da cidade. Esta separação social produz um espaço físico diferenciado revelando onde prevalecem os valores de uso e os valores de troca (RODRIGUES, 1988).

O espaço residencial, pela paisagem diferenciada, explicita diferentes formas de consumo de uma mercadoria. O espaço da moradia é diferenciado pelas condições econômicas de consumir não só a mercadoria “moradia”, mas também de consumir aquilo que é produzido na cidade como o lazer, a cultura, etc., cujo principal acesso, também se dá pelo mercado. O uso residencial e sua diferenciação possuem dimensão social, que se imbrica com todas as possibilidades que o indivíduo pode ter de experimentação da sua existência cotidiana e que são condicionados ou até mesmo determinados pelo local de moradia⁵⁴.

O aumento da resolução espacial nas imagens orbitais associada à visão sinóptica das mesmas permite a ampliação da paisagem interna da cidade, possibilitando identificar como estão organizados os diferentes usos do solo. Permite também, identificar diferenças internas num mesmo tipo de uso, que na nossa pesquisa está centrada no uso residencial. Permite ainda, identificar os elementos desta

⁵³ Caso do Programa Minha casa Minha Vida, do Governo federal que segundo dados do Ministério da Cidade, tem propiciado o acesso à população de baixa renda, prevendo a redução no déficit habitacional para 5,8 milhões. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/noticias/ministro-anuncia-novo-deficit-habitacional-de-5-8-durante-fum5/> acesso em julho, 2010.

⁵⁴ Quais são as possibilidades ou oportunidades de se ter um ensino de qualidade nascendo numa favela.

diferenciação. O estabelecimento da correlação entre os elementos da diferenciação espacial e o espaço da moradia e no contexto em que são colocados neste trabalho: como materialidade que possibilita a apreensão de conteúdos sociais. Isto nos leva a pensar a diferenciação espacial como uma maneira de se analisar a desigualdade social pela variação de um fenômeno social no espaço.

A desigualdade social tem sido objeto de estudos que tentam representar as diferentes condições do viver, denominados de “Indicadores sociais”. Nossa proposta é que as diferenças que se observam na paisagem sejam utilizadas para revelar também expressões de desigualdade, não apenas em pesquisa de campo ou de dados secundários, mas também pelo uso de imagens orbitais. A variação ou combinação dos elementos da diferenciação (tamanho dos terrenos, material de cobertura dos telhados, presença de piscina, vegetação, etc.) vinculam-se a disponibilidades econômicas que condicionam e são condicionadas no espaço, pois são valorizados e valorizam tanto a terra quanto a moradia.

Enquanto fenômeno concreto, os elementos da diferenciação espacial são passíveis de identificação e mensuração, tendo como suporte o apoio tecnológico. Aquilo que é (in)visível na paisagem urbana é registrado por sensores e transformado em imagens. As imagens de alta resolução permitem que esta diferenciação seja caracterizada por um conjunto de elementos, cuja mensuração evidenciará onde e como na cidade estão distribuídos os diferentes segmentos sociais vistos pela ótica destes elementos. Pensada assim, a diferenciação espacial viabiliza a análise geográfica através da sua dimensão concreta. E a imagem, enquanto possibilidade de representação desta dimensão seja entendida como *imagem-paisagem*.

Capítulo 3

3.1 - A diferenciação espacial

O que torna um espaço utilizado com a mesma finalidade (moradia) diferente é explicado pelo fato da moradia e da terra urbana serem mercadorias na sociedade capitalista. Os processos de produção e apropriação da cidade pelas diferentes classe e camadas de classes sociais têm como um de seus resultados concretos a diferenciação interna do uso residencial, lembrando o que foi dito no Capítulo 2 sobre o predomínio de valor de uso para a maioria, dependendo da possibilidade de pagamento, e o predomínio de valor de troca para os incorporadores imobiliários. Nesse contexto, a diferenciação espacial ocupa um lugar privilegiado nos estudos geográficos no intraurbano, pois é tida como um possibilitador do encontro entre a materialidade e a imaterialidade (contexto social) presentes nesta paisagem, permitindo também o entendimento da desigualdade socioespacial.

As análises das correlações entre espaço construído e características sociais e econômicas, utilizando dados de sensoriamento remoto datam da década de 70 no Brasil e estão ligadas, principalmente, aos estudos voltados à temática de estimativas populacionais⁵⁵. O pressuposto de alguns destes trabalhos, é que existe uma relação entre a morfologia dos diferentes setores residenciais, que se expressa através da textura fotográfica, e da dimensão da família e de seus agregados.

Kurkdjian (1986), realizou um estudo onde foi proposto um método de setorização residencial urbana na cidade de São José dos Campos, tendo como base a discriminação visual da textura de fotografias aéreas pancromáticas, na escala 1:10000.

⁵⁵ Ver revisão destes trabalhos em Souza (2003).

Kurkdjian (1986) definiu dentro do espaço residencial da cidade, áreas que possuíam as mesmas características texturais. A cidade foi setorizada e as áreas residenciais foram analisadas do ponto de vista de seu ambiente físico natural e construído (topografia, tamanho do lote, características da construção, etc.), juntamente com algumas características socioeconômicas dos habitantes, coletadas em campo.

Em estudos mais recentes realizados por Souza (2003) e Gonçalves *et al* (2005), tendo a cidade de São José dos Campos como área de estudo, esta correlação ficou muito evidenciada. Souza (2003) adaptou a metodologia de Kurkdjian, para as imagens orbitais do satélite *Ikonos* com 1 metro de resolução espacial, assumindo que os elementos que influenciam as diferentes texturas do espaço residencial permitem análises das características físicas do local de residência, e estas possibilitam fazer associações às características de seus moradores, como por exemplo, a densidade demográfica. Os resultados obtidos por Souza (2003), para algumas áreas da cidade, motivaram o trabalho de Gonçalves *et al* (2005), cujo objetivo foi a estimativa populacional. Gonçalves *et al* (2005) acrescentaram às informações extraídas da imagem dados levantados pelo censo em 2000 (renda, escolaridade e número de banheiros). Os resultados alcançados nestes trabalhos foram o ponto de partida para outro estudo, com o qual se realizou uma caracterização socioeconômica do espaço residencial da cidade, tendo como base um mapa de cobertura do solo intraurbano com as classes de vegetação, tipos de telhados (metálico, concreto amianto, telha cerâmica, etc.), piscinas, sombra, asfalto e solo, mostrando uma associação entre os materiais da cobertura do solo das áreas residenciais e condições econômicas dos moradores (SOUZA *et al.*,2007)⁵⁶.

⁵⁶ Resultados avaliados estatisticamente com base em dados levantados pelo IBGE e trabalhos anteriores.

Nesses trabalhos, inicialmente as áreas residenciais foram separadas em setores homogêneos, tendo como critério de agregação as diferenças observadas na textura⁵⁷, em princípio, utilizando fotografias aéreas e, em seguida, imagens orbitais. No entanto, fica evidente, pelas características estruturais das imagens digitais e pela possibilidade de aplicação de técnicas automáticas para extração de informações, a vantagem da sua utilização em relação a fotografias aéreas⁵⁸ para este propósito, já que ambas (imagem e fotografia aérea) são recursos que possibilitam aos analistas do espaço a obtenção de informações indiretas, tanto sobre a organização espacial da cidade, quanto sobre a identificação de padrões de ocupação do solo. Embora, para a classificação final dos setores homogêneos destes trabalhos, tenham sido incluídas informações levantadas em campo, estas serviram mais como complementação, já que as fotografias e também as imagens fornecem elementos suficientes para este propósito, como já havia mostrado Bochicchio (1973). Para caracterizar a estrutura habitacional de algumas áreas amostrais da cidade de São Paulo, Bochicchio (1973) confrontou o uso de técnicas de aquisição de dados de forma indireta (fotointerpretação) com os meios diretos (pesquisa de campo) e identificou 14 variáveis na imagem, que, em paralelo⁵⁹ com as 32 variáveis levantadas em campo, permitem tal caracterização (Anexo1). Trata-se de um trabalho pioneiro, no sentido de que para a observação do espaço construído foi utilizado como recurso a fotografia aérea, onde constatou-se empiricamente, a possibilidade de delimitar os setores homogêneos, quanto a determinadas características.

⁵⁷ Segundo Chuvieco (2002), a textura de uma cobertura é produto da relação entre o tamanho dos objetos que a formam e a resolução espacial do sensor.

⁵⁸ A possibilidade de tratamento digital das imagens comparada com as técnicas de fotointerpretação utilizada nas fotografias aéreas permite menor subjetividade, maior precisão e menos tempo no processo de extração de informações a partir destes dados

⁵⁹ Como exemplo ele cita o saneamento básico, que a fotointerpretação não capta, mas que na análise do contexto da cidade se torna redundante (área de ocupação já consolidada numa cidade).

Assim, concluímos que a imagem pode ser um recurso primário para a elaboração de informação sobre o espaço da cidade e nesse sentido, o trabalho aqui realizado, explorou empiricamente a imagem como recurso para a análise da paisagem.

3.2- Elementos da Diferenciação espacial

As diferenças observadas nas imagens são o resultado de um conjunto de fatores relacionados aos objetos que constituem a cena imageada e são passíveis de identificação devido à resolução espacial da imagem. Numa imagem de alta resolução espacial, as áreas residenciais apresentam diferentes padrões espaciais ou diferentes texturas, conforme se observa na Figura 3.1.



Figura 3.1 – Imagem Ikonos com diferentes texturas do espaço residencial da cidade de São José dos Campos.

A textura é a percepção produzida pela visão de conjunto proporcionada pela agregação de unidades menores, criando diferentes arranjos espaciais. Segundo Chuvieco (2002), a textura de uma cobertura é produto da relação entre o tamanho dos objetos que formam a imagem e a resolução espacial do sensor. Assim, a textura se relaciona com a heterogeneidade/homogeneidade espacial entre os objetos que compõem um determinado uso. Nas áreas residenciais esses objetos, ou no caso das imagens orbitais, esses elementos da cobertura, são as casas ou edifícios com telhados de vários tipos e tamanhos, jardins, árvores, recuos, garagens, ruas de diversas larguras e comprimentos (com/sem pavimentação), piscinas, etc. O tamanho, a densidade e a organização destes elementos nas quadras residenciais conformam arranjos espaciais distintos, como comprovam estudos realizados por Kurkdjian (1986), Souza (2003), Gonçalves *et.al.* (2006), Souza *et. al.* (2007) e Novaes *et.al.* (2007), respondendo pelas variações na textura.

Tendo em vista os objetivos deste trabalho e a proposta de utilização da imagem de satélite de alta resolução espacial como matéria prima para a análise intraurbana, apontaremos separadamente os principais elementos da diferenciação espacial nas áreas residenciais, sendo eles:

Tamanho dos lotes

Nas imagens é possível verificar através de medidas indiretas, os diferentes tamanhos dos lotes que compõem quadras residenciais conforme mostra a Figura 3.2. Observamos que quanto menor a área dos lotes, maior é o índice de aproveitamento dos terrenos para a construção da casa, restando pouco espaço para os outros elementos da cobertura. Há um condicionamento entre o tamanho do lote e a presença de piscina e vegetação, já que ambos (vegetação e piscinas) necessitam de mais espaço físico nos lotes habitacionais.



Figura 3.2 – Diferentes tamanhos dos lotes intraquadras

A existência de terrenos de diferentes tamanhos é resultado, principalmente, das leis de parcelamento do solo. Cabe ao município definir as normas de permissão de uso e os índices urbanísticos (tamanho mínimo dos lotes, recuos, área de aproveitamento, entre outros) da terra urbana, baseada nos parâmetros da Lei federal 6.766 de 1979.

Organização das quadras e dos lotes (arruamento)

Por este elemento é possível identificar áreas que apresentam na sua composição textura mais homogênea, resultante da regularidade dos tamanhos e formas, contrastando com outras, cuja textura é mais heterogênea quanto ao tamanho e forma das construções residenciais, indicando desorganização na ocupação (Figura 3.3).



Figura 3.3- Organização das quadras e lotes intraquadras

Vegetação/cobertura vegetal nas ruas, quadras e lotes

Um dos aspectos mais relevantes a considerar quanto à presença de vegetação na cidade é a sua estreita relação com a melhoria de condições ambientais e o reflexo disso na sensação de bem-estar que a proximidade com locais de vegetação desperta nas pessoas. Segundo Abreu (2008),

As árvores contribuem significativamente para refrigerar nossas cidades e para conservar a energia e podem fornecer proteção solar às casas individuais, enquanto a evapotranspiração pode reduzir as temperaturas urbanas. Da mesma forma, absorvem o som e absorvem a água das chuvas, filtram poluentes, reduzem a velocidade do ar e estabilizam o solo ao impedir erosão (ABREU, 2008, p 8).

A distribuição da vegetação na cidade de São José dos Campos não é homogênea, conforme apontam estudos realizados por Souza (2003), Gonçalves *et al* (2005), o que também foi observado nesta pesquisa. Em algumas áreas residenciais a vegetação é abundante contrastando com áreas onde a presença da vegetação resume-se a uma ou outra árvore em algumas ruas. A existência de vegetação arbórea, arbustiva e rasteira nas ruas e intraquadras favorece muito a diferenciação da textura nas imagens (Figura 3.4).



Figura 3.4- Áreas residenciais com diferentes presenças de arborização

Homogeneidade/heterogeneidade dos materiais utilizados nos telhados

A homogeneidade/heterogeneidade que as coberturas das residências apresentam é o resultado da utilização de diferentes materiais e um importante fator da diferenciação nas imagens (Figura 3.5). É também um importante elemento de caracterização econômica de áreas em função de materiais de baixo preço quando comparado com outros materiais de cobertura.



Figura – 3.5 Diferentes materiais utilizados para cobertura dos telhados das casas

Existem várias opções de materiais para coberturas residenciais. De forma geral, as mais utilizadas são as telhas de cerâmica ou barro, telhas de concreto, chapas de cimento-amianto, alumínio e aço galvanizado⁶⁰. Para cada tipo de material há um conjunto de combinações para a sua instalação que deve ser compatibilizada entre: o tipo de telha, a estrutura necessária e a mão-de-obra. A estrutura é o apoio onde as telhas serão fixadas e tende a ser mais robusta em função da escolha da telha, que por sua vez levará a um aumento no custo da mão-de-obra (aumento do tempo de colocação, maior especialização do instalador e maior numero de ajudantes). Estudos realizados por Lee (2000) apontam que, dependendo da combinação escolhida, pode ocorrer um acréscimo no custo total da obra que é significativo conforme demonstrado no Gráfico 3.1.

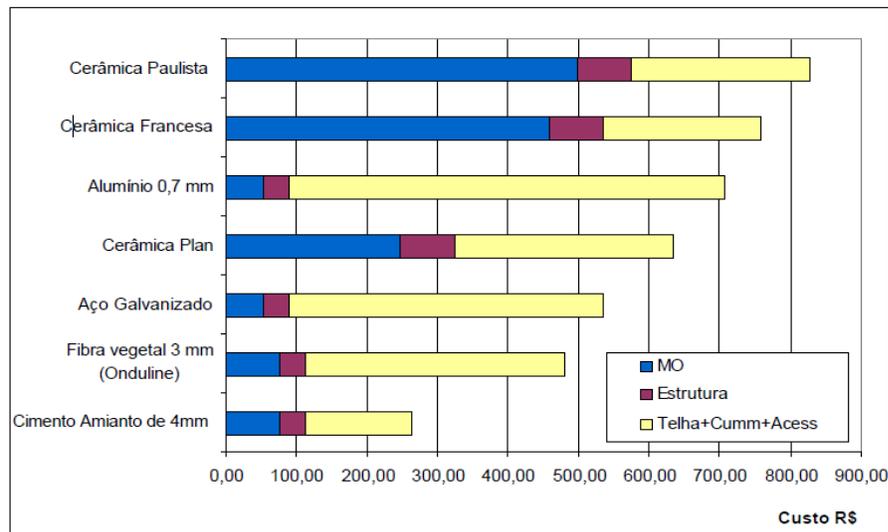


Gráfico 3.1 – Variação no custo de telhado apoiado em laje para uma casa popular com 30m²
 Fonte: Lee (2000)

⁶⁰ Exceções devem ser feitas as áreas de favela.

Dentre as opções de combinações a mais econômica é composta por telha de cimento amianto de 4 mm de espessura com estrutura apoiada em laje. As telhas de cerâmica apresentam-se como uma das opções mais caras, pois exigem maior estrutura e conseqüentemente, maior custo da mão-de-obra. Por ser a alternativa mais econômica, o cimento amianto é o material mais utilizado para a cobertura das casas localizadas em bairros residenciais de população de baixa renda.

Os telhados servem para vários tipos de proteção, dentre elas contra a chuva, o calor, o frio, a umidade do ar, os ruídos e outras intempéries. A eficiência desta função de proteção vai depender do ajuste das combinações entre materiais e estrutura e os custos que estes acarretam, na hora da escolha dos telhados. Segundo Ghelfi Filho (1991, *apud* Sevegnani, 1994) o telhado é o fator de maior influencia pelo microclima dentro das edificações, já que esta recebe toda a radiação solar⁶¹. Ao atingir o telhado esta radiação gera um fluxo térmico que se transmite para o interior da casa. Um telhado para ser uma eficiente proteção térmica deve ter alto valor de isolamento térmico e alto valor de reflexão da radiação (Sevegnani, 1994). Em estudos empreendidos por ele e em Kawabata (2005) foram realizadas medidas⁶² no interior de abrigos para animais, visando verificar o comportamento térmico dos diferentes materiais de cobertura (telhas de barro, zinco, e cimento amianto, entre outras). Os resultados apontaram que as telhas de cimento amianto e de zinco⁶³ não são recomendadas para estes abrigos, pois apresentam maior absorção da radiação solar em condições de calor, o que contribui para o stress térmico dos animais e

⁶¹ Outros fatores são a altura do pé direito, piso e materiais da alvenaria e as condições climáticas da região onde está localizada a residência. Estes fatores não serão considerados, pois fogem do escopo deste trabalho, sem no entanto prejudicar a pesquisa. Estudo mais detalhado sobre conforto térmico residencial pode ser encontrado em Barbosa (1997) disponível em:

http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/tese_barbosa.pdf

⁶² São realizadas medições de temperatura máxima e mínima do ar, velocidade vento, umidade relativa dentro do abrigo.

⁶³ Este material também não é recomendado pelo barulho que causa em situação de chuva.

conseqüentemente tem influência na produtividade. Estes estudos recomendam o uso de materiais mais reflexivos como as telhas de barro e de concreto. Assim como os animais, os habitantes das residências cobertas com amianto estão sujeitos aos mesmos desconfortos térmicos⁶⁴.

O amianto presente nestes tipos de cobertura ainda tem contra si, o fato de provocar doenças como o câncer para aqueles que trabalham diretamente em sua extração e no uso industrial, assim como aqueles que são expostos ao espalhamento de suas fibras em áreas próximas ao manuseio deste mineral (MENDES, 2001). Embora proibido em diversos países, o amianto ainda é utilizado no Brasil, sendo seu uso proibido desde 2007 no Estado de São Paulo conforme a Lei, n. 12684/07.

Densidade de ocupação das áreas residenciais

A imagem se mostra, também, como ferramenta de distinção de diferentes densidades de ocupação. É possível distinguir áreas já consolidadas e densamente ocupadas ou não, daquelas em processo de consolidação (Figura 3.6), pois as últimas apresentam terrenos vazios dentro das quadras residenciais. Certamente os lotes vazios, em áreas consolidadas ou em processo de consolidação, podem ser atribuídos à reserva de valor da terra enquanto mercadoria. A densidade de ocupação também é caracterizada pela presença de outros elementos (tamanho dos terrenos, vegetação, piscinas, etc.), em áreas cujo processo de ocupação já foi consolidado.

⁶⁴ Vale ressaltar, que no caso residencial e independentemente do tipo de cobertura que se utilize, o forro se torna uma barreira que ameniza tanto o fluxo da radiação para dentro quanto a saída do calor (no inverso), entretanto, seu uso implica também disponibilidade econômica. Para a baixa renda, há projetos ambientais com propostas de utilização de caixa de leite de longa vida para esse fim como alternativa para esse segmento da população.

http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/programa_e_projetos/projeto_forro_vida_longa_unicamp.html



Figura 3.6– Diferentes densidades de ocupação das áreas residências

Presença de piscinas

A presença de piscinas nas áreas residenciais é um forte elemento da diferenciação espacial que aparece nas imagens (Figura 3.7). Elas representam um elemento de caráter econômico, na medida em que estão relacionadas ao tamanho do lote e seu custo de instalação e de manutenção é elevado. Quando aparece como elemento constante da cobertura do solo intraurbano, como observado neste exemplo, tende a ser um elemento definidor do conjunto da situação financeira dos moradores desta região da cidade.



Figura 3.7 – Presença de piscina nas quadras residências

Solo exposto

As áreas residenciais, cujo processo de ocupação ainda não se consolidou, ou aquelas que apresentam ruas sem pavimentação, ou ainda apresentam muitos vazios urbanos, são facilmente identificadas nas imagens orbitais de alta resolução espacial (Figura 3.8). Este elemento da diferenciação deve ser analisado no contexto de sua localização dentro da cidade, se o que se busca é o conhecimento de qual grupo socioeconômico irá ocupá-lo. No entanto, dependendo de algumas características (tamanho do terreno, paisagismo) podemos fazer suposições a este respeito, por exemplo, em relação à reserva de valor dos terrenos vagos e a especulação imobiliária.



Figura 3.8– Presença de solo exposto em áreas residenciais

Sombra

A sombra em imagens orbitais de alta resolução espacial e em fotografias aéreas é um elemento importante quando se analisa o espaço intraurbano, pois é um indicativo de construções verticais ou vegetação arbórea, mas pode também estar relacionado à topografia ou ainda ao ângulo de aquisição das imagens (Figura 3.9). Este elemento

tende, no caso do presente estudo, a servir de critério apenas quando estiver associado à vegetação e aos recuos laterais das residências.



Figura 3.9- Presença de sombra em área residencial multifamiliar

É importante ressaltar que há interdependência entre os elementos da diferenciação para a caracterização do espaço residencial. Do ponto de vista do conforto ambiental, por exemplo, Lombardo (1985) mostrou uma estreita relação entre as coberturas do solo urbano e o conforto térmico ambiental. As áreas de intensa verticalização, densamente ocupadas apresentam temperaturas mais elevadas. Uma distribuição mais equilibrada da cobertura do solo (edificação, vegetação, água, área de sombra) é condição para o que se caracteriza como conforto térmico. Em áreas densamente ocupadas⁶⁵, com pouca vegetação, sem presença de piscinas, encontraremos maior possibilidade de desconforto em situação de calor do que em outras áreas onde há mais equilíbrio entre estes elementos.

A tese principal deste estudo é que, os elementos da diferenciação, observados na paisagem residencial urbana, são o resultado das diferentes faces de consumo das

⁶⁵ Acima de 300 habitantes/ha

mercadorias moradia e terra urbana que no espaço conformam diferentes arranjos e agregam valor a essas mercadorias. Quando analisada pela ótica da imagem, os elementos da diferenciação são passíveis de mensuração, o que permite avançar para além daquilo que é visível nas imagens: as práticas sociais no espaço. Acreditamos que esses elementos, por aquilo que representam no contexto social das áreas residenciais, irão permitir uma caracterização do espaço, enquanto uma nova forma de apreensão da desigualdade socioespacial.

Capítulo 4

4.1 - Indicadores de condições de vida

Embora, não seja possível determinar com certeza o grau de pobreza, a vulnerabilidade à violência, as condições de saúde ou qualquer outra dimensão da realidade social, há várias tentativas de traduzir em medidas, ou em uma medida sintética, a desigualdade social. Os estudos que perseguem este objetivo são aqueles voltados à construção de indicadores sociais e seus resultados tem nos permitido conhecer, mesmo que parcialmente, alguns aspectos da realidade.

Os indicadores sociais são elaborados a partir de um conjunto de dados econômicos e sociais, estatisticamente avaliados e condensados em indicadores ou índices⁶⁶ sociais e que podem ser utilizados para a análise da diferença, das desigualdades, para a implementação e acompanhamento de políticas públicas ou para dar mais visibilidade a alguma situação social. Segundo Januzzi (2006),

Um indicador social é uma medida em geral quantitativa, dotada de significado social substantivo, usado para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse teórico (para pesquisa acadêmica) ou programático (para a formulação de políticas). É um recurso metodológico, empiricamente referido, que informa algo sobre um aspecto da realidade social ou sobre mudanças que estão se processando na mesma (JANUZZI, 2006, p 15).

⁶⁶ Indicador é um valor ou descrição de uma dada situação; é um conceito vinculado a função; índice é um valor que expressa uma agregação matemática de informações numéricas; é um conceito vinculado a estrutura formal do cálculo (Nahas, 2002).

Um indicador pode ter, então, um caráter operatório, na medida em que através dele ações de intervenção poderão ser tomadas. Pode possuir também um caráter avaliativo destas ações, na medida em que propõe monitorar mudanças nas condições sociais; pode ainda possuir um caráter experimental em decorrência da possibilidade do encontro entre a teoria e a prática.

Na década de 1960, O Produto Interno Bruto (PIB), indicador utilizado para mostrar o desenvolvimento social e econômico dos países, não refletia as condições sociais mais amplas, como o padrão de vida da população. Na Geografia, Lacoste (1966, 1985), apontava a inconsistência do uso do Produto Nacional Bruto (PNB)⁶⁷ para avaliar o desenvolvimento social dos países, visto que este indicador baseia-se no aspecto econômico. A comparação entre os países, segundo ele, deveria ser elaborada a partir de um conjunto de critérios básicos que permitissem conhecer a natureza das diferentes situações de subdesenvolvimento dos países⁶⁸. A preocupação com o aumento da pobreza e das desigualdades sociais levantou proposições analíticas do termo desenvolvimento para além das medidas econômicas (KOGA, 2003; JANUZZI, 2006; NAHAS, 2002). Novas experiências de mensuração da qualidade do padrão vida foram elaboradas e passaram a ser sintetizadas através de indicadores sociais.

Mesmo complexo e subjetivo, o termo qualidade de vida⁶⁹ passa a ter um significado mais abrangente que envolve diversas carências em termos nutricionais, habitacionais, educacionais, de saúde e de participação social e política (COBO; SABÓIA, 2006). Com

⁶⁷ Diferente do PIB, que representa toda riqueza produzida dentro de um país, sem considerar seu destino. O PNB engloba o PIB mais as rendas advindas da produção que entram (RLRE -renda líquida recebida do exterior) e que saem do país (RLEE- renda líquida enviada ao exterior).

⁶⁸ Tentando superar a dualidade (norte-sul, desenvolvido-subdesenvolvido) com que eram retratados os países do chamado Terceiro Mundo, ele aponta que a dominação política, econômica e social exercida pelos Estados capitalistas em um conjunto de países, criou contradições dentro destes que não permitiram o seu desenvolvimento econômico e social, originando realidades muito distintas de subdesenvolvimento.

⁶⁹ Enquanto padrão de vida

o intuito de objetivar essas análises - de padrão e/ou qualidade de vida e do bem-estar social - esforços de mensuração foram realizados, inicialmente por instituições multilaterais (OCDE, Unesco, FAO, OIT, OMS, Unicef e Divisão de Estatística das Nações Unidas), e em seguida acompanhadas pelos órgãos nacionais de produção de indicadores estatísticos sociais, tendo em vista a sua utilização na orientação de políticas públicas (JANUZZI, 2002). Conforme este autor,

...Os sistemas nacionais de produção e disseminação de estatísticas públicas passaram a incorporar novas dimensões investigativas e a produzir de forma sistemática relatórios sociais. Havia grandes esperanças de que, com a organização de sistemas abrangentes de indicadores sociais, os governos nacionais pudessem orientar melhor suas ações, proporcionando níveis crescentes de bem-estar social, redistribuindo melhor as riquezas geradas e superando as iniquidades do desenvolvimento econômico acelerado (JANUZZI, 2002, p 54).

Objetivando avaliar o nível e o progresso do desenvolvimento humano dos países, em 1990, foi elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o primeiro indicador social Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)⁷⁰. Baseados nos princípios expressos por Amartya Sen e idealizado por ele e pelo, também economista Mahbud Ul Hag, o IDH busca analisar a situação geral de “desenvolvimento” superando a medida estritamente econômica:

Como diz Sen:

O desenvolvimento requer que se removam as principais fontes de privação de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades

⁷⁰ Divulgado através da publicação anual do PNUD *Relatório do Desenvolvimento Humano* – Disponível em: <http://www.pnud.org.br/idh/>

econômicas e destituição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos (SEN, 1999 p. 18).¹

O IDH é uma medida síntese que permite a comparação entre os países em três dimensões sociais: longevidade (medida síntese das condições de saúde e de risco de mortalidade, computado pela esperança de vida ao nascer); nível educacional (computado a partir da taxa de alfabetização de adultos e a taxa de escolarização) e renda (PIB *per capita* ajustado ao poder de compra em dólares para cada país), aspectos considerados básicos para se atingir o desenvolvimento humano. Estas dimensões possuem a mesma importância ponderativa na elaboração do índice, que varia de zero a um.

O IDH é atualmente um dos indicadores sociais mais utilizados para o acompanhamento e avaliação de mudanças no desenvolvimento social dos países, muito embora, críticas sejam apontadas quanto à confiabilidade deste indicador em representar as desigualdades internas dos países, e também, quanto a sua validade de constructo. Januzzi, 2002), por exemplo, destaca a utilização do PIB per capita como inadequada para representar o padrão de vida das populações, já que esta medida não retrata como se dá a distribuição de riqueza produzida nos países. Como esta variável está mais sujeita a variações conjunturais, um aumento no IDH pode estar refletindo esta variação e não progressos em termos educacionais ou de saúde.

Guimarães e Januzzi (2005) apontam uma inconsistência metodológica neste indicador ao considerar no processo de sintetização a ponderação igualitária das variáveis.⁷¹ Outro ponto de controvérsia diz respeito à utilização de um indicador

⁷¹ Para aprofundamento das críticas vide Januzzi (2002) e Guimarães e Januzzi (2005).

sintético em detrimento de sistemas de indicadores específicos, como observam Cobo e Sabóia (2006).

... Os índices sintéticos como IDH e similares apontam áreas de ação prioritária, mas não identificam problemas específicos. Assim, embora a comparação e análise do IDH entre países e mesmo entre os entes federativos sejam importantes para o debate sobre desenvolvimento social, políticas de educação, por exemplo, requerem indicadores educacionais específicos para entendimento da situação, identificação de problemas e desafios para desenho de programas e ações e análise geral dos resultados, além dos efeitos das referidas políticas em seu conjunto. O mesmo raciocínio pode ser aplicado para as demais áreas sociais, como saúde, habitação e saneamento, entre outras (COBO; SABÓIA, p. 14).

Apesar das críticas às limitações do IDH, estas, no entanto, não diminuem a importância deste indicador como medida síntese de bem-estar social e sua capacidade de mobilização da sociedade na cobrança e no esclarecimento dos investimentos públicos na área social. Segundo Guimarães e Januzzi (2005), uma das características interessantes deste indicador é exatamente o número reduzido de dimensões utilizado na construção do índice que serve para manter a sua inteligibilidade e transparência para transmitir seu significado a um público bastante diverso. Além disso, Januzzi (2002) acrescenta que:

...sua divulgação pela imprensa cria a oportunidade de retomar periodicamente, nos círculos diplomáticos, políticos e acadêmicos, a temática da pobreza, da exclusão e da desigualdade social nos países subdesenvolvidos. O “aparato institucional” que o respalda torna o IDH — e as análises a ele associadas — menos vulnerável às críticas

relativizantes do populismo e confere legitimidade técnico-política adicional ao tratamento de questões sociais (JANUZZI, 2002, p. 69).

No Brasil, outra tentativa de traduzir, através de um indicador sintético, determinadas condições de vida, foi o esforço realizado por Pochmann *et al* (2004). O trabalho destes pesquisadores teve como objetivo elaborar um indicador, baseado na metodologia do IDH, porém com a inclusão de elementos que na conjuntura atual caracterizam novas formas de exclusão social, como a precarização do trabalho e a vulnerabilidade à violência. O resultado foi o Índice de Exclusão Social (IES). O IES foi elaborado a partir da composição de elementos que abrangem três dimensões da vida humana: vida digna (índice de pobreza, desemprego e desigualdade); conhecimento (índices de alfabetização e escolaridade superior); vulnerabilidade⁷² (índices de homicídio e presença da população infantil). Esta metodologia foi aplicada para um conjunto de 175 países, também estudados pelo IDH, que detêm a maioria da população mundial e maior montante da riqueza produzida no mundo (Pochmann, 2004).

Numa comparação dos resultados destas metodologias⁷³ o Brasil aparece com um IDH de 0,713 (médio desenvolvimento humano) e no *ranking* deste indicador, no 66º lugar. Para o IES, o país aparece posicionado em 109º lugar, com um índice de 0,621 (média exclusão), indicando maiores contrastes sociais. De modo geral, embora incorporando maior dimensão das condições de vida, o IES e o IDH apresentam uma forte correlação dos resultados, evidenciando a força sintética das variáveis utilizadas pelo IDH.

Como medida de comparação e mesmo considerando a escala territorial em que trabalha (País), o IDH desperta o interesse no uso de indicadores sintéticos para

⁷² A dimensão Vulnerabilidade busca avaliar a exposição da parcela de idade mais baixa da população a situações caracterizadas pela violência. É composta a partir dos índices parciais do número de assassinatos para cada 100 mil habitantes por país e percentual da população do país que possui até 14 anos de idade (Pochmann, 2004)

⁷³ Com dados coletados a partir da metade da década de 1990 (Pochmann, 2004)

retratar aspectos da realidade. Isso levou Januzzi (2006) a concluir que parece estar surgindo uma demanda por indicadores. Januzzi (2006) destaca que cada vez mais observam-se jornalistas, lideranças populares, políticos e a população em geral utilizando-se destes indicadores para avaliar os avanços ou retrocessos nas condições de vida da população, apontando a eficácia ou ineficácia de políticas públicas ou defender suas posições quanto às prioridades sociais. Segundo este autor, diversos fatores ainda contribuíram para essa difusão crescente do uso de indicadores sociais na sociedade brasileira nas últimas décadas. Há os fatores relacionados à natureza político-institucional do país, como o avanço da democratização, maior acesso a fontes de informação pela sociedade, surgimento de organizações sociais compromissadas com a sociedade, o que culmina em aumento da pressão popular por maior transparência e por maior efetividade social do gasto público. Grande parte do mérito desta popularização do uso de indicadores pode ser creditado aos indicadores sintéticos, sendo o IDH o mais popular deles.

Apesar da existência de um conjunto de sistemas de indicadores sociais com os mais vários temas (educação, saúde, trabalho, etc), Scandar Neto *et. al.* (2008) apontam certa preferência de grupos de pesquisadores e formuladores de políticas públicas no uso de índices sintéticos. A legitimidade destes indicadores foi destacada por Guimarães e Januzzi (2005) apontando que:

...Nesses últimos quinze anos, a cultura de uso de indicadores sociais certamente se fortaleceu no País, conferindo legitimidade de diversas naturezas aos Indicadores Sintéticos. A legitimidade social dessas propostas tem se demonstrado pela visibilidade e freqüência que os Indicadores Sintéticos têm conferido às questões sociais na mídia – pelo formato apropriado para a síntese jornalística – e à instrumentalização política do movimento social e das ONGs no monitoramento dos programas sociais. O fato de que alguns desses indicadores foram

criados sob encomenda – e mesmo com a participação – de gestores públicos e legisladores certamente lhes confere legitimidade política (GUIMARÃES e JANUZZI, 2005, p 88).

A legitimidade destas medidas pode ser observada também no campo social, área técnica e científica. O reconhecimento social é dado pelo uso destes indicadores na mídia, o que tem possibilitado dar visibilidade aos problemas sociais, além de permitir, que organizações-não-governamentais e a sociedade acompanhem as iniciativas de intervenção. Ao revelar o tamanho da pobreza e quantos são os excluídos da sociedade, um indicador cumpre seu papel e assim obtém também a legitimidade técnica. A legitimidade científica passa pelo incentivo financeiro, tanto nacional quanto internacional para a efetivação das pesquisas nesta área (GUIMARÃES e JANUZZI, 2005).

Vale ainda salientar que mesmo gozando de legitimidade política, institucional, social e científica, a utilização destas medidas sínteses, enquanto instrumento avaliativo das políticas sociais, é questionada como é o caso já destacado das críticas ao IDH. Questiona-se o uso destas medidas enquanto critério de elegibilidade ou prioridade de municípios, no caso do IDH-M, já que municípios podem apresentar a mesma posição no ranking do indicador, mas apresentar requerimentos de políticas sociais distintas, conforme mostram Guimarães e Januzzo (2005). Nestes casos, dependendo do programa social em questão, deve-se recorrer ao uso de indicadores específicos mais adequados aos objetivos do programa. Concordamos com estes autores quando eles colocam que um programa educacional pode até usar o IDH-M para identificar os municípios com piores índices, mas a implementação dos programas deve se basear em indicadores educacionais (taxa de analfabetismo, escolaridade média, taxa de evasão escolar, etc). Os indicadores fornecem em certa medida condições de avaliar aspectos da composição, características e diversidade social que pela complexidade,

quando se considera a totalidade social, são praticamente impossíveis de serem retratados na íntegra. Assim, um indicador pode ser visto como uma medida que, embora reduza alguns aspectos da realidade a um número, é ao mesmo tempo um número que dá inteligibilidade a esta realidade, cujo maior exemplo é o IDH.

Provavelmente, devido a esta característica, o IDH impulsionou o desenvolvimento de diversos indicadores. Desde 1996, vários institutos de pesquisas, universidades e centros de estatísticas vêm lançando indicadores. No âmbito das instituições governamentais brasileiras o PNUD juntamente com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro, lançam dois índices para o Brasil: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)⁷⁴ e o Índice de Condição de Vida (ICV), voltados para a realidade municipal do país (KOGA, 2003). A metodologia destes indicadores é a mesma do IDH. No caso do ICV, são utilizados 18 indicadores (contra 4 indicadores das três dimensões do IDH) que incluem mais duas dimensões além da econômica, saúde e educação. Com o intuito de retratar a situação da infância e da habitação, este índice incorpora indicadores destes temas na sua elaboração (PNUD, 1998). Outras iniciativas no âmbito estadual que podemos destacar são aquelas realizadas em São Paulo pelo SEADE (Índice Paulista de Responsabilidade Social-IPRS, 2001); na Bahia pela Agência Estadual de Estatística Pública (Índice de Desenvolvimento Social- IDS, 2002); no Rio Grande do Sul pela Fundação de Economia e Estatística (Índice Social Municipal Ampliado – ISMA, 2002), entre outros.

Deve-se destacar a importância que assumem os indicadores, quando estes se propõem a desagregações de territórios mais amplas que a do IDH. Enquanto o IDH retrata uma determinada situação na escala do país, os demais indicadores (IDHM, ICV, IPRS, etc.) buscam fazer estas mesmas comparações (com metodologias

⁷⁴ Com adaptações das variáveis renda (familiar *per capita*) e educação (número médio de anos de estudo). (KOGA, 2003).

variadas) entre os municípios da federação. Essa tendência à desagregação territorial na elaboração de indicadores foi acentuada ainda mais a partir do final da década de 80 com a transferência de poderes administrativos, fiscais e políticos para a instância municipal, consolidando-se a partir da reforma tributária da Constituição de 1989 (BONDUKI, 1996). Paralelamente, houve uma discussão em torno dos direitos sociais e ambientais que se concretizaram na forma de eventos mundiais para, em princípio, debater estas questões. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 e a Conferência das Nações Unidas sobre os Assentamentos Humanos (Habitat II) realizada em Istambul em 1996, demarcam que as condições de vida não podem estar separadas das condições do meio em que se vive (KOGA, 2003). Vale ressaltar, que na “Carta da Conferência Brasileira- Direito à Moradia e à Cidade”, elaborada pelos Movimentos Sociais e Organizações Não-Governamentais vinculadas ao Fórum Brasileiro de Reforma Urbana e debatido na Conferência Habitat II, um dos itens mais importantes diz respeito ao direito à moradia como direito humano e o fim dos despejos forçados (RODRIGUES, 1993).

Considerando que os municípios passaram a ser entes federados na Constituição de 1988, as análises sobre o desenvolvimento humano centraram-se nos municípios, tendo em vista as competências municipais, reforçando a tendência ao aumento das responsabilidades sociais dos governos locais.

Segundo Koga (2003), mudanças no caráter econômico para um enfoque mais humanista e ambiental na elaboração de indicadores, cuja síntese mostra determinadas condições de vida das populações, assim como o deslocamento das análises para a escala do intraurbano, colocando as cidades no centro das metodologias de elaboração dos indicadores, novos desafios surgem para a construção destas metodologias, pois:

... um novo modo de compreender a dinâmica das cidades brasileiras, colocando na desagregação territorial um elemento fundamental capaz de possibilitar medidas geossociais. Ou seja, trata-se de medidas que partem das diferenças e desigualdades das cidades para compreender sua totalidade (KOGA, 2003, p. 81).

Os indicadores sociais estão no centro das discussões das estratégias públicas de atuação, na medida em que indicam uma situação, e também possibilitam que avaliações destas ações sejam realizadas, uma vez que se trata de uma realidade próxima, passível de verificação.

4.2 - Medidas sociais e territoriais intraurbanas

A abordagem intraurbana na elaboração de indicadores sociais tem na desagregação territorial⁷⁵, uma de suas qualidades mais importantes. São medidas de uma realidade próxima, que nos chega não somente através dos sentidos, mas também de forma mensurada. Talvez possamos chamá-los de indicadores de *terceira geração*. Segundo Guimarães e Januzzi (2005), os indicadores *de primeira geração* são aqueles de natureza econômica como o PIB, os de *segunda geração* são aqueles que agregam outras dimensões do desenvolvimento humano, como o IDH. Pensamos que os indicadores de *terceira geração* são aqueles que agregam também a dimensão territorial, juntamente com as dimensões econômicas e sociais e nos permitem

⁷⁵ O termo aqui se refere a diferentes escalas de apreensão do fenômeno no espaço (País, Estado, Município, bairro).

conhecer “como” e “onde” uma determinada conjuntura social ocorre numa realidade muito próxima.

Ao incluírem o território como elemento da análise, estas abordagens oferecem uma nova possibilidade de visibilidade para o enfrentamento de um conjunto de situações sociais numa escala, que segundo Koga (2003) permite olhar a cidade e reconhecer seus diferentes espaços e suas particularidades.

A importância da territorialidade não repousa somente numa maior democratização da informação⁷⁶, já que permite localizar no interior da cidade as desigualdades espaciais. A territorialidade tem também um caráter instrumental, ou seja, é uma informação social, cuja raiz espacial dá visibilidade aos governos locais para intervenção e efetivação de alguma mudança e, ao mesmo tempo, permite acompanhar estas mudanças. Embora tenhamos clara a conjuntura política e as relações de poder que envolve a tomada de decisão para agir sobre a realidade, não se tira o mérito destes indicadores enquanto informação que possibilita a ação.

Em princípio estas novas abordagens na formulação de indicadores foram aplicadas a algumas regiões metropolitanas do país. Provavelmente, porque estas áreas apresentam maior dimensão política dos problemas sociais e maior organização da sociedade na cobrança de mudanças sociais, ou ainda, por contarem com a presença de órgãos (governamentais ou não) de defesa dos direitos humanos ou de planejamento, que necessitam ou geram diferentes tipos de informações. Estas cidades também apresentavam as condições técnicas (compatibilidade das fontes de dados censitários ou outros, pessoal qualificado, etc.) necessárias para a construção desses indicadores.

⁷⁶ Embora, também envolva maior risco de discriminação ao mostrar, por exemplo, áreas de maior ocorrência de violência na cidade.

Assim, os primeiros estudos dessa natureza no espaço intraurbano foram realizados em algumas metrópoles brasileiras, dentre os quais citamos: o Mapa de Exclusão/Inclusão Social de São Paulo de 1996 (SPOSATI, 1996); O Índice de Qualidade de Vida de Belo Horizonte - IQVU, 1996 (NAHAS, 2002); O Índice Sintético de Satisfação da Qualidade de Vida (ISSQV) de Curitiba de 1996 (NAHAS, 2002); o Mapa da Exclusão Social de Belo Horizonte, 1999 (NAHAS, 2002); o IDH do Recife Metropolitano, 2000, o IDH do Rio de Janeiro, 2001 (KOGA, 2003) e, para todo o Estado de São Paulo, o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) de 2000 (SEADE, 2000).

O Mapa da Exclusão/Inclusão Social da cidade de São Paulo foi elaborado pelo Núcleo de Estudos e pesquisas em Seguridade e Assistência Social (NEPSAS) da PUC/SP em parceria com a sociedade civil⁷⁷. Houve um esforço conjunto para entender o processo de exclusão/inclusão e a construção de um conceito sobre o tema. Após a caracterização da exclusão/inclusão a partir de um conjunto de medidas abrangendo questões objetivas de sobrevivência e questões subjetivas dessa mesma sobrevivência, definiram-se as variáveis que representassem essas questões de forma mais adequada (KOGA, 2003; SPOSATI, 1996).

Para os elaboradores do Mapa, a exclusão/inclusão deve ser pensada como um conjunto de utopias baseadas em autonomia, desenvolvimento humano, qualidade de vida e equidade. Autonomia é a capacidade e possibilidade do cidadão em suprir suas necessidades vitais e o exercício da liberdade; o desenvolvimento humano é a possibilidade de todos desenvolverem seus potenciais humanos com o menor grau possível de privação e sofrimento; a qualidade de vida é baseada na distribuição e

⁷⁷ Equipes Diocesanas e Arquidiocesanas da campanha da fraternidade, Ação da Cidadania de São Paulo, centro de Estudos de Cultura Contemporânea (Cedec), Ação de Empresários pró-cidadania, Conselho Regional de Economia, Comissão Teotônio Vilela/Núcleo de Estudos da Violência da USP.

usufruto da riqueza social aos cidadãos de uma comunidade e no respeito ao homem e a natureza; a equidade é liberdade de manifestação de diferenças políticas, religiosas, éticas, etc. sem discriminação. Essas utopias são entendidas por meio de um conjunto de indicadores compostos que descrevem cada uma delas (formado por 49 variáveis relativas à renda, qualidade habitacional, saneamento básico, alfabetização, longevidade, gênero do chefe de família (discriminadas no Anexo 2), tendo como fonte principal destas informações os levantamentos realizados pelo Censo de 1991. A dimensão da desigualdade entre os territórios da cidade é calculada a partir de um índice de discrepância entre as melhores e piores condições para cada um dos indicadores (KOGA, 2003). Assim, o estudo aponta que há um padrão de inclusão e que existem regiões na cidade que estão muito acima ou muito abaixo deste padrão.

O Índice de Qualidade de Vida de Belo Horizonte (IQVU) foi elaborado entre 1993 e 1996 pela parceria entre o Núcleo de Estudos e Pesquisas Multidisciplinares da PUC/MG e a Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura de Belo Horizonte. O IQCV é composto de 75 (Anexo 3) indicadores que buscam dimensionar a oferta de equipamentos e serviços de abastecimento alimentar, assistência social, cultura, educação, esporte, habitação infraestrutura urbana, meio ambiente, saúde, segurança urbana e serviços urbanos. Este indicador permite identificar onde há a menor oferta de e acessibilidade a estes serviços e que, portanto devem ser áreas prioritárias na distribuição dos recursos públicos (NAHAS, 2002, KOGA, 2003). Como indicadores preocupados em captar a qualidade do lugar, destacam-se os indicadores ambientais (poluição atmosférica e sonora, cobertura vegetal, risco geológico entre outros) utilizados na sua composição.

Na sua continuidade em 1997 e 2000, o IQVU deu origem ao mapa de exclusão Social de Belo Horizonte tendo como elemento central deste mapa o Índice de Vulnerabilidade social (IVS) (NAHAS, 2002). Como o IQVU não captava a qualidade de

vida das pessoas do lugar, mas sim a qualidade de vida do lugar, o Mapa de exclusão e IVS captam e retratam o processo de exclusão social como medida de acesso ou falta de acesso da população ao padrão de vida oferecido na cidade. Assim o IVS busca captar o quanto da oferta do IQVU chega ao cidadão (NAHAS, 2002).

O Índice Sintético da Satisfação da Qualidade de Vida (ISSQV), elaborado pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) é composto por 11 indicadores visando expressar o acesso da população a um conjunto de necessidades sociais como habitação, saúde, educação e transporte. O Índice permite identificar os níveis de carências na satisfação das necessidades sociais nesta cidade (NAHAS, 2002).

O IDH do Recife Metropolitano é um projeto desenvolvido em parceria com Fundação João Pinheiro (FJP), IPEA, Prefeitura de Recife entre outros. A experiência do Rio de Janeiro contou com a colaboração do PNUD, IPEA e a Prefeitura da cidade. Ambos adotam a metodologia desenvolvida pelo PNUD para o IDH e ICV.

O IPVS foi elaborado pela Fundação Seade (SEADE, 2000) com o objetivo de mostrar a porcentagem de pessoas que se encontram em situação de vulnerabilidade social nos Municípios do Estado de São Paulo. A vulnerabilidade apresenta-se como um conceito de várias dimensões, referindo-se a capacidade de resposta dos indivíduos, frente a situações de risco ou constrangimentos (CUNHA, *et al.*, 2006). Este indicador é construído a partir de variáveis de renda, escolaridade e demográficas (com 8 indicadores), mostrando quantas são e onde estão as pessoas em situação de vulnerabilidade social na cidade.

Estas experiências, guardadas as devidas particularidades entre objetivos, metodologia e suas variadas formas de captação das desigualdades sociais internas

das cidades, não são, segundo Koga (2003), somente uma composição de indicadores que:

...resultam em determinados índices de pobreza, exclusão social ou desenvolvimento humano. Trata-se de forma distinta de pensar a sociedade, as cidades, revelando concepções próprias de compreender o processo de desigualdade existente no país. (KOGA, 2003, p.126).

Têm, portanto, um propósito político, pois trazem como premissa a intervenção no espaço. Isso é bastante explícito no Mapa da Exclusão/Inclusão Social elaborado para a cidade de São Paulo, onde no dizer de Sposati (1996, p. 11), "é mais um modo novo de pensar a cidade para propor soluções do que uma técnica de apresentação de resultados acabados."

Para além da forma de pensar a cidade, a característica mais significativa destas experiências é ter como base o território e seus diferentes conteúdos que demonstram desigualdade. Esta territorialidade permite em princípio a legibilidade, ou seja, possibilita conhecer e comparar as diversas situações das condições de vida na cidade, pois fazem um exame de características sociais e as traduzem em índices objetivos mostrando as desigualdades intraurbanas (KOGA, 2003). Permite também maior democratização das informações, já que a forma de apresentação dos resultados destes experimentos em mapas temáticos facilita a leitura do indicador para um conjunto maior de pessoas. Permite ainda, sua utilização como um recurso para a cobrança de políticas voltadas para a eliminação ou amenização destas desigualdades ao identificar os locais e segmentos da população que precisam de prioridade nas ações e programas sociais. Estas possibilidades são reforçadas pelo caráter propositivo em termos de política pública que os indicadores intraurbanos citados acima, apresentam em seus objetivos como destaca Koga (2003), assim como também por contarem em grande parte com a participação de órgãos oficiais na sua elaboração.

A formulação e a implementação de políticas públicas locais, de combate à desigualdade e à pobreza, com a participação da sociedade civil (sindicatos, universidades, centros de pesquisa) e agências vinculadas ao sistema de planejamento público aumentam a demanda da utilização de instrumentos para a quantificação e a qualificação das diferentes dimensões da realidade social. Neste sentido, os indicadores sociais podem enriquecer a interpretação empírica da realidade social e orientar de forma mais competente a análise e a formulação das políticas sociais (JANUZZI, 2002). No entanto, ações efetivas para mudanças na condição social da vida das pessoas, envolvem vontade política. No dizer de Koga (2003), essa vontade política precisa ser construída a partir da tomada de consciência da sociedade sobre as desigualdades sociais e o empenho em mudá-las, o que significa chamar a sociedade à sua responsabilidade na (ou falta de) participação política. Sendo mais direto, Januzzi (2006) coloca como de fundamental importância a participação e o controle social sobre as ações dos agentes implementadores, a fim de garantir a efetividade social das políticas públicas.

Nesse contexto, tanto a oferta de estatísticas sociais disponibilizadas para a sociedade civil, quanto uma maior divulgação dos resultados de pesquisas socioeconômicas, podem contribuir para que haja certa pressão junto aos governantes por respostas aos problemas detectados. Entretanto, não se deve superestimar o papel e a função dos indicadores na implementação de políticas públicas, pois o planejamento não é uma atividade técnica objetiva e neutra. Planejar é uma atividade complexa que vai além da disponibilização de informações (JANUZZI, 2002). Além disso, outra preocupação levantada por Januzzi (2002) é o deslocamento da análise para as questões ligadas às ações de poder público e a desconsideração das relações de poder que se dão no nível internacional, e que trazem como consequência o agravamento das desigualdades para determinados países.

Embora, Januzzi (2002) e Guimarães e Januzzi (2005) reconheçam a contribuição dessas medidas-síntese na promoção da discussão pela sociedade dos temas associados à pobreza, à exclusão social e à promoção de políticas públicas que venham trazer mudanças nessas condições, eles também apontam os problemas conceituais e metodológicos dessas propostas. Mesmo considerando a utilidade dos indicadores sociais, enquanto instrumentos, que mostram aspectos importantes das condições de vida, permitindo maior focalização das políticas, eles não garantem a gestão dos recursos e dos programas sociais, pois o “*processo de planejamento no setor público ou em qualquer outra esfera está longe de ser uma atividade técnica estritamente objetiva e neutra, conduzida por tecnocratas* (JANUZZI, 2002, p. 69).”

Outro aspecto a considerar é o reconhecimento dos indicadores sociais como instrumentos de entendimento da realidade, como uma medida capaz de operacionalizar um conceito (JANUZZI, 2002).

A utilidade dos indicadores em dimensionar a realidade, permitindo comparações e subsídio às decisões é o que nos permite concordar com Guimarães e Januzzi (2005), quando esses autores apontam que, nos últimos 15 anos vem se fortalecendo o uso de indicadores sociais no Brasil. Isso ocorre também, devido à disponibilidade das informações básicas para a elaboração desses indicadores, pela abrangência temática (econômica, social, demográfica e ambiental) e pelas possibilidades de desagregação espacial. Januzzi (2002) destaca como principal fonte de dados os levantamentos censitários realizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) decenalmente e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio, realizada anualmente, entre outros levantamentos realizados por este órgão. Outros dados primários podem ser encontrados nos levantamentos realizados pela SEADE (Pesquisa de Emprego e

Desemprego realizado mensalmente – PED) entre outros.⁷⁸ Mas de modo geral, os principais dados dos estudos brasileiros são aqueles levantados pelo IBGE, que a partir do censo de 2000, disponibiliza esses dados por setor censitário, e em formato digital, para um conjunto de cidades com mais de 50 mil habitantes.

O estabelecimento de medidas, com o intuito de retratar dimensões da realidade social e dar visibilidade das desiguais situações que países, estados, municípios e o espaço interno da cidade apresentam, vêm sendo realizado através de uma série de indicadores. A pobreza, a desigualdade e os diferentes níveis de desenvolvimento humano são retratados pelos indicadores sociais, de forma cada vez mais desagregada no espaço. Esse espaço, enquanto dimensão social concreta, também possibilita, pela diferenciação que apresenta, identificar a desigualdade e a pobreza. É através da análise da variação interna das áreas residências das cidades médias⁷⁹ e grandes que se percebe com muita evidência a estrutura de classes sociais. Cada um desses espaços, embora contenha quase sempre os mesmos elementos (construção, vias de circulação, vegetação, etc.), apresentam arranjos e variações diversas, condicionadas por determinações econômicas ligadas ao fato da moradia e a terra urbana serem mercadorias. Assim, a diferença no interior do espaço residencial de uma cidade tem relação direta com a condição econômica das classes sociais na reprodução da vida.

Os estudos mencionados acima procuram explicitar através de números, um conjunto de características sociais que determinam as desigualdades sociais⁸⁰. Já este trabalho procura explicar, por meio de medidas do espaço concreto a distribuição dos grupos sociais no espaço.

⁷⁸ Para saber as principais fontes de estatísticas, indicadores e dados Primários consultar Januzzi (2006, pg 62-63).

⁷⁹ Do ponto de vista da combinação de concentração de atividades econômicas, população e sua posição hierárquica.

⁸⁰ Dentro deste conjunto aquelas que dizem respeito à área residencial são, em sua maioria, levantadas pelo IBGE (saneamento básico, no banheiro, no quartos, pessoas por domicílio, etc).

O ponto de partida deste estudo é baseado nas novas possibilidades de estudo do espaço intraurbano, possibilitadas pelos avanços tecnológicos na área de sensoriamento remoto e geoprocessamento ocorridos nos últimos 10 anos e, que têm contribuído para uma melhor compreensão da dimensão concreta das cidades. Pretende-se, não somente entender a relação entre o fenômeno observado – a diferenciação residencial no espaço intraurbano – mas também, empiricamente, mostrar que a mensuração dessa diferença, permite conhecer, outra face da desigualdade socioespacial, para além dos levantamentos tradicionais.

Capítulo 5

5.1 – São José dos Campos – diversidade espacial e indicadores sociais

Os elementos aqui apresentados fornecem uma caracterização geral da área de estudo e informações sucintas sobre a distribuição da população no espaço residencial da cidade, objeto desta pesquisa e motivo de análise mais detalhada no decorrer do trabalho.

O Município de São José dos Campos está situado a leste do Estado de São Paulo, na região da bacia do Rio Paraíba do Sul. Na imagem do satélite Landsat da Figura 5.1, destacando o limite urbano, observa-se a mancha urbana da cidade na cor magenta. O município está localizado entre as serras da Mantiqueira e do Mar e abrange uma área de 1.099,6 km² dos quais aproximadamente 70% é constituída por montanhas, serras, picos e os 30% restantes são formados por planaltos, compostos por uma série de platôs entrecortados de pequenos vales, onde se concentra toda a população urbana do Município (PMSJC-SPU, 2006). O município é cortado no sentido leste-oeste pela Rodovia Federal BR-116 (Presidente Dutra) que liga a Metrópole do Rio de Janeiro à Metrópole Paulista. Acompanhando o traçado da BR-116, ao sul da cidade esta a Rodovia Carvalho Pinto (SP-70) que liga a região metropolitana de São Paulo ao Vale do Paraíba e este a Rodovia dos Tamoios, interligando o Vale ao litoral norte de São Paulo e ao porto de São Sebastião. Esta rodovia também compõe o limite físico da expansão urbana do município.

A área urbana do município se expande no sentido longitudinal ocupando as áreas de colinas tabulares ao longo da planície do Rio Paraíba do Sul em áreas de declives

entre 3% e 10%, favoráveis à ocupação urbana (KURKDJIAN, *et al.*, 1992). Ao norte, no sentido oeste-leste, situam-se áreas de proteção ambiental, compostas pelas várzeas do rio Paraíba do Sul e Rio Jaguari, cujo uso é permitido para a agricultura, mas é inadequado para o uso urbano.

A mancha urbana tem grande descontinuidade a leste devido a presença de áreas institucionais (CTA, INPE, aeroporto) e a refinaria Henrique Lage (Petrobrás). Alguns núcleos urbanos são descontínuos da mancha principal como pode ser observado na imagem. A atual expansão urbana está ocorrendo predominantemente em áreas de pastagens e em menor escala em áreas de várzea a noroeste da cidade, próximas aos meandros abandonados do Rio Paraíba e antigas cavas de areia. Ao norte a mancha urbana avança em áreas de declividades acentuadas, impróprias à ocupação urbana.

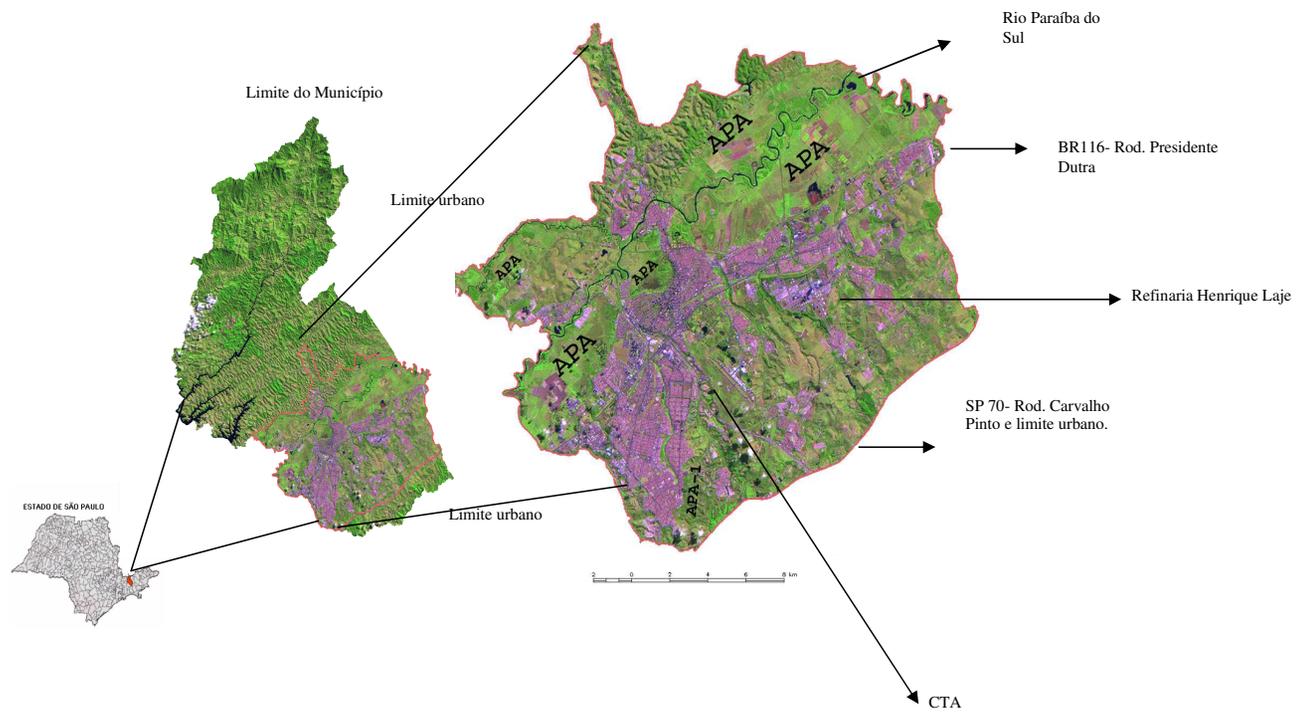


Figura 5.1 - Imagem TM- Landsat 5 (218/76 05/2009 - Composição colorida –RGB-543) área urbana em magenta. Cidade e Município de São José dos Campos.

O crescimento urbano do município São José dos Campos insere-se no processo de urbanização da região do Vale do Paraíba, dentro da lógica da reprodução capitalista, no eixo Rio de Janeiro-São Paulo. O município expandiu, em especial na década de 50 do século XX, suas atividades industriais com a modernização do sistema viário, (FERNANDEZ, 2002; GOUVÊA, 2003; RESCHILAN, 2005). A interferência do Estado, principalmente em infraestrutura, viabilizou a cidade para o capital industrial, transformando São José dos Campos em pólo regional do Estado de São Paulo. É importante assinalar que até a década de 50 havia intensa atividade sanatorial na cidade. O município era referência no tratamento da tuberculose possuindo muitos sanatórios. Segundo Souza (1997), os políticos que passaram por aqui para tratamento da doença, influenciaram politicamente a administração municipal da época, o que originou uma postura pública diferente, quando comparada a outros municípios do Vale do Paraíba, tendo como marca o desenvolvimentismo.

A partir de 1950, com a inauguração da BR-116 interligando São Paulo ao Rio de Janeiro e na década seguinte, a implantação do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), do Instituto Tecnológico Aeronáutico (ITA) e do Instituto nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), somados às políticas de descentralização industrial, consolidam-se as forças propulsoras do crescimento da cidade⁸¹. Há uma mudança na composição do parque industrial da cidade, composto basicamente dos setores de tecelagem e cerâmica, para um parque industrial mais diversificado (automóveis, farmacêutica, eletrodomésticos, aeronáutica, etc⁸²) e a instalação de centros de pesquisa e ensino, que também induziram à implantação de indústrias bélicas, que conformaram o caráter tecnológico da cidade e explicam o intenso processo de crescimento populacional por que passou a cidade, devido principalmente ao fluxo migratório (PMSJC, 2009).

⁸¹ Segundo Souza, (1997) a instalação do CTA e do ITA favoreceu a criação de empresas com mão-de-obra especializada, principalmente a indústria bélica e a Embraer, além de projetar a cidade no contexto nacional.

⁸² Com destaque para a instalação da Embraer em 1969

No final de 1980 e nos anos 90, período de crise para o complexo industrial (principalmente para empresas do ramo bélico) uma parcela significativa da população economicamente ativa de São José foi atingida pelo desemprego. Neste período, como destacam alguns autores⁸³, expandem-se as atividades do setor terciário e/ou quaternário com implantação de grandes complexos comerciais, a exemplo de shopping centers, hipermercados e grandes lojas de vendas no atacado e varejo, tornando a cidade o maior centro regional de compras do vale do Paraíba (PMSJC, 2009). Vale ressaltar que o desemprego atingiu também parcela significativa da mão-de-obra de alto nível de especialização, o que segundo Souza (1997) favoreceu a criação de empresas especializadas de pequeno porte ligadas à área tecnológica, contribuindo para que na atualidade, o setor de comércio e serviços seja responsável pelo maior número de postos de trabalho no município (PMSJC-SPU, 2009)⁸⁴. Cabe assinalar que o setor industrial de São José dos Campos não perdeu importância do ponto de vista financeiro, continua sendo responsável por 79% do valor adicionado do município por atividade econômica⁸⁵ (PMSJC, 2009).

5.2 - A diversidade do espaço residencial na cidade

O crescimento populacional, em especial da população urbana do município, implica necessidade de expansão de área urbana, para as atividades industriais, comerciais e de serviço, mas em especial para a habitação. Os registros demográficos apontam que até à década de 40 a população joseense, em sua grande maioria, pertencia à zona rural. Dos 36.279 habitantes registrados naquela década apenas 40% moravam na área urbana do município. O crescimento populacional acentuado nas décadas seguintes é evidenciado pela Tabela 5.1.

⁸³ Entre eles Santos (1994).

⁸⁴ PEA em 2009 por atividade: 29,34%, indústria; 41,53% serviços; 18,9%, comércio; 10,23% outras ocupações

⁸⁵ Principalmente por contar com os segmentos importantes da indústria petrolífera, aeroespacial e automotiva (PMSJC, 2009).

Tabela 5.1- Evolução populacional e taxa de urbanização de São José dos Campos

ANO	POPULAÇÃO			
	TOTAL	URBANO	RURAL	TAXA URBANIZAÇÃO
1950	44.804	26.600	18.204	59,37
1960	77.533	56.882	20.651	73,36
1970	148.332	132.482	15.850	89,31
1980	287.513	276.901	10.612	96,3
1991	442.369	425.515	16.885	96,2
2000	539.313	532.717	6.596	98,8

Fonte: Censos demográficos do IBGE

O aumento populacional, o aumento das atividades e a intensificação da vida de relações que se processavam na cidade correspondiam também a expansão da área urbana do município, principalmente para a ocupação com moradias considerando, que a maioria das áreas urbanas, de grande parte dos municípios brasileiros é ocupada pelo espaço destinado a unidades habitacionais, conforme Rodrigues (1988, 2001).

Em São José dos Campos, até a década de 50 a mancha urbana era concentrada nas áreas de platô próximas à região central (FERNANDEZ, 2002), local de concentração do comércio e das residências. As indústrias instaladas nessa época situavam-se ao norte a partir da região central. Seguindo o padrão da época, o poder público priorizava o desenvolvimento econômico-industrial, em detrimento da implantação de equipamentos e meios de consumo coletivo. Com a área central supervalorizada (FERNANDEZ, 2002), o espaço residencial da cidade vai sendo produzido com grande desigualdade, com alguns bairros dotados de toda infraestrutura

e equipamentos públicos e a maioria dos loteamentos situados na periferia sem nenhuma ou com precária infraestrutura⁸⁶.

Objetivando orientar e ordenar o processo de ocupação do espaço urbano, o poder municipal elabora a Lei Municipal no. 657 de 1960 dispondo sobre o uso e ocupação do solo, que torna obrigatória a instalação de infraestrutura mínima (rede de água e energia) nos loteamentos. Em 1959 tem início a elaboração do primeiro Plano Diretor da Cidade, concluído em 1961 (BOLOGNA, 2000). Segundo este autor, embora o ordenamento físico e urbanístico fossem as principais questões tratadas no Plano Diretor, por questões políticas na execução das propostas de planejamento e pela falta de investimento para atender às necessidades de uma periferia já instalada e em franca expansão, aliada a melhorias em áreas já urbanizadas, tudo isso favoreceu a especulação fundiária e agravou a situação habitacional no município. As medidas regulatórias dos loteamentos foi outro fator agravante da situação, pois aumentaram o custo dos lotes e conseqüentemente das moradias conforme, aponta estudo realizado por Fernandez (2002) para este período.

Na década de 70, a Lei Municipal no. 1606/71⁸⁷ voltada ao controle da expansão horizontal da cidade altera o limite (retrai) da área de expansão urbana e cria normas rígidas para a implantação de loteamentos, restringindo a ocupação e impulsionando o adensamento de áreas vazias, dentro da trama urbana, já coberta pela infraestrutura. Gouvêa (2003), ao pesquisar sobre a intensificação da ocupação clandestina em São José dos Campos, aponta que estas medidas só contribuíram para o agravamento da situação habitacional do município, aumentando a desigualdade socioespacial. Com o aumento das exigências para a abertura de loteamentos e o desinteresse do mercado

⁸⁶ Sobre esta questão ver Rodrigues (1988).

⁸⁷ Nota-se que a preocupação de ordenamento da ocupação do solo é anterior à Lei 6766/79 que define os parâmetros de loteamento e uso do solo urbano para o território nacional.

em atender as exigências da legislação há um aumento da clandestinidade nas áreas mais periféricas da cidade e a implantação de loteamentos que seguem a legislação, em áreas vinculadas ao interesse do mercado. Nesta época, inicia-se o adensamento da ocupação em áreas com infraestrutura, através da verticalização das áreas mais valorizadas e o aumento da dispersão da mancha urbana, em áreas cada vez mais distantes do centro.

O aumento da ocupação irregular, principalmente pela proliferação de loteamentos clandestinos, faz com que o governo municipal aprove a lei no. 2492/81 que dispõe sobre a infraestrutura mínima para um tipo de loteamento especial, buscando o atendimento da população com renda mensal de até 3 salários mínimos. Simultaneamente aumenta, pela Lei, a área de expansão urbana. Gouvêa (2003) destaca que ao mesmo tempo em que se observa um grande aumento no estoque de lotes urbanos de propriedade privada, há escassez de lotes e moradia para a população de baixa renda da cidade. Os preços da terra urbana e da moradia continuam inacessíveis para uma grande parcela da população que prossegue ocupando as áreas periféricas da cidade. Por força da lei municipal no. 3.110 de 1986, retrai-se o perímetro urbano novamente, e extingue-se a zona de expansão urbana, com o objetivo de novamente induzir a ocupação das áreas vazias dentro da trama urbana (GOUVÊA,2003).

Na década de 90, o limite de expansão urbana do município é novamente ampliado. Novas exigências em infraestrutura para a implantação de loteamentos de diferentes categorias, destinados a distintos segmentos sociais, são consolidados pela Lei Municipal no. 3721 de 25/01/1990⁸⁸. A prefeitura municipal argumenta que o objetivo é baixar o custo destes empreendimentos para beneficiar a população de baixa renda. Cria-se então, uma categorização baseada nos investimentos em infraestrutura para a

⁸⁸ Revogando a lei 2492/81.

implantação desses loteamentos. Os empreendimentos da categoria *A* e *B* são dedicados à população de alta renda, os *C* para a baixa renda e os *D* destinados a implantação de habitações de interesse social (PMSJC-SPU, 2009)⁸⁹. A medida parece ter sido eficiente, pois quando se analisa os loteamentos aprovados no período de 1990 a 2008 (Anexo 4), verifica-se que foi disponibilizada uma grande parcela das terras urbanas, cobertas com benfeitorias urbanas, para os loteamentos populares, compostos pelos loteamentos do tipo *C* (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Características dos loteamentos aprovados e liberado para venda no período de 1990 a 2008.

Tipo de loteamento	Quantidade	Área da gleba total (M ²)	N lotes	Faixa salarial* (salário mínimo)
A	20	4.609.347,00	5.958	> 10
B	8	2.106.306,07	4.641	6 - 10
C	33	6.312.672,28	19.710	3 - 6
D	0	0	0	0 - 3

Fonte: Elaborado a partir dos dados disponibilizados por PMSJC - SPU (2006)

*interpretação a partir do PDDI de 2006

A grande maioria destes empreendimentos foi aprovada na década de 90, sendo 24 do tipo *C*, 11 do tipo *A* e 5 do tipo *B* e nenhum do tipo *D*. Os empreendimentos do tipo *C*, pela não exigência da instalação de toda infraestrutura básica, foram aqueles que mais despertaram o interesse dos loteadores. Isso mostra que mesmo em período de crise, o setor imobiliário encontra uma maneira de manter seu mercado, direcionando os investimentos para aquela parcela da demanda, cujo acesso a esse mercado exige

⁸⁹ Dispõe também sobre as exigências para os loteamentos de áreas industriais e chácaras na zona rural.

uma intermediação do Estado, que neste caso, por meio de uma regulamentação especial, reduziu a qualidade da área mas preservou a garantia de lucro. Isto, provavelmente, explica o desinteresse destes agentes nos loteamentos do tipo *D*, destinados a atender parte da população que compõe a demanda não-solvável do mercado, que no censo de 1991, compunha 45,54% da população, conforme SEADE (2009) e censo de 1991 (IBGE, 1991).

De acordo com a Tabela 5.2, se considerarmos a distribuição da terra urbana entre as categorias de empreendimentos e os segmentos sociais a que se destinam, percebem-se diferenças significativas da concentração e distribuição da terra urbana e das melhorias que ela contém. A classe *A*, segmento composto de 15,03% da população, apropriou-se de 35,4% do território, enquanto a *B* composta de 20,03% ficou com 16,2% e a classe *C* composta de 18,80% com 48,4%.

Outro fator importante a considerar é quanto à localização destes empreendimentos dentro da malha urbana, pois esta representa, do ponto de vista espacial como estão distribuídos na cidade, os diferentes segmentos sociais e permite portanto, identificar a desigualdade socioespacial. Para fazer esta análise, acrescentamos às informações dos loteamentos aprovados, as principais iniciativas públicas municipais para o atendimento dos loteamentos do tipo *D*, conforme Figura 5.2.

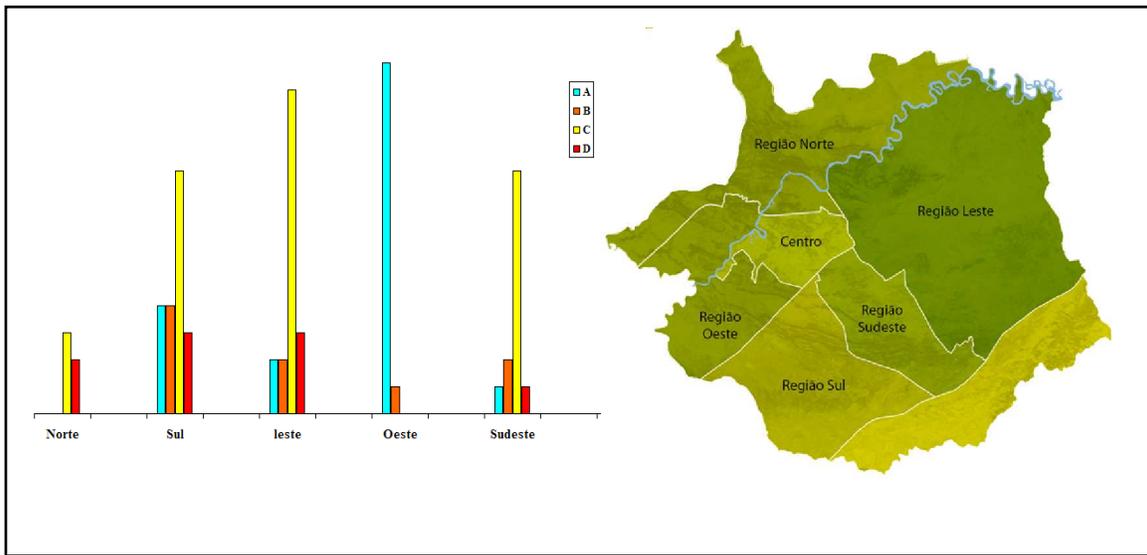


Figura 5.2 - Distribuição espacial dos loteamentos aprovados no período de 1990 a 2008 por tipologia e região.

Fonte: Elaborado a partir dos dados disponibilizados por PMSJC - SPU (2006)

Os loteamentos do tipo *A* se concentram a oeste da cidade, numa área que se estende a partir do centro nessa direção. Estudos realizados por Fernandez (2002) comprovam que esta área é local de concentração da classe de mais alta renda da cidade desde a época sanatorial. Cabe ressaltar que os empreendimentos do tipo *A*, quando localizados em outras regiões, são todos em áreas de circulação exclusiva (loteamentos murados)⁹⁰, tendência esta, que não foge à regra na zona oeste. Os loteamentos do tipo *B* se distribuem em quase todas as regiões da cidade, sendo maior a sua concentração ao sul, não existindo nenhum investimento deste tipo na zona norte, nem na região central. Os loteamentos do tipo *C* estão distribuídos entre as zonas sul, sudeste, norte e principalmente a leste, área de maior concentração também, dos loteamentos clandestinos.

⁹⁰ Condomínios Quinta das Flores, Reserva do Bosque San Marino na zona Sul, Condomínio Floresta na zona leste, Chácaras São José a sudeste.

Quanto às informações referentes ao parcelamento do solo para o atendimento da população de interesse social, cujos empreendimentos caracterizam o tipo *D*, percebemos sua distribuição por quase todas as regiões da cidade, com exceção da zona oeste. Esta população é composta por pessoas incluídas nos programas habitacionais realizados pela prefeitura e também por moradores de antigas favelas. Até o ano de 1997, existiam na cidade 22 núcleos de favelas, das quais, 5 situadas na região central (2 existentes desde a década de 30, sendo atualmente, núcleos congelados), 6 na zona norte, 3 na zona leste, 5 na zona sul e 3 na zona sudeste (FERNANDEZ, 2002). Em 2004, como resultado de um programa de desfavelização, restaram na cidade sete núcleos de favelas. No centro, algumas favelas foram reurbanizadas, enquanto outras foram realocadas na própria região⁹¹. As favelas da região norte foram, também reurbanizadas, enquanto os núcleos removidos foram alojados em conjuntos habitacionais da zona sul e leste da cidade (PMSJC-SH, 2009).

Observa-se que os loteamentos realizados no período analisado evidenciam um processo de segregação em duas regiões distintas da cidade. Uma, a oeste, onde se concentram os empreendimentos voltados à classe social privilegiada economicamente, onde, o apartamento é uma escolha, e outra, que concentra a população dos programas sociais e dos loteamentos populares, ao norte, onde o apartamento é uma imposição e atua como um mecanismo de exclusão.

No período compreendido entre 2008 e meados de 2009 observa-se uma redução de investimentos nos loteamentos do tipo *C* (3 processos para regularização), e aumento nos dos tipos *B* e *A*: 10 e 5 processos respectivamente. Este fato deve-se ao adensamento vertical que vem ocorrendo em algumas regiões da cidade e é voltado para a camada popular composta pelos antigos compradores dos loteamentos do tipo

⁹¹ A região central vem passando por um processo de reestruturação, que ainda não é tão evidente, mas já configura uma tendência à verticalização, como ocorre em outras cidades médias, sendo pouco da área valorizada para fins de moradia.

C, que agora podem escolher melhores localizações que aquelas oferecidas pelos loteamentos populares (longe dos principais centros de serviços da cidade)⁹². Para os loteamentos do tipo A, além de adensamento horizontal, aparecem os condomínios verticais, quebrando a monotonia da paisagem na área de ocupação da alta renda, enquanto os do tipo B se concentram na zona leste, local de muitos vazios urbanos, de relevo próprio à ocupação, zona de ocupação de população de baixa renda e local de concentração de loteamentos clandestinos.

As profundas transformações sociais que ocorreram ao longo do processo de urbanização, exigiram do Estado e do poder público municipal ações para ordenar o uso do solo urbano. O zoneamento e parcelamento do solo, definidores da estruturação do espaço físico da cidade foram, e ainda são, instrumentos utilizados largamente pelo poder municipal, enquanto mecanismos que, teoricamente, levam a um desenvolvimento mais equilibrado da cidade, já que podem criar as condições, para que se opere certa racionalização na produção e reprodução do espaço, em especial o de habitação, em termos urbanísticos. No entanto, os mecanismos que operam na cidade são fruto de uma lógica que favorece a apropriação desigual de porções do espaço urbano, trazendo para a cidade outra lógica: a do mercado.

Embora a análise acima esteja sujeita a muitas generalizações, como ocorre com questões complexas como a realidade urbana, este pode ser considerado um quadro geral das características e tendências da produção, concentração e distribuição das áreas residenciais da cidade, construídas ao longo do processo de urbanização e que vêm se reforçando no tempo e no espaço. Explorar esta espacialidade, tendo como ponto de partida suas diferenças, e entender os processos que condicionam tais diferenças é o que se busca neste trabalho. Para tal empreendimento analisaremos

⁹² A cidade possui um centro antigo e uma área de expansão do centro com serviços especializados, principalmente na área de saúde e mais dois subcentros que concentram diferentes serviços.

como a diferenciação pode contribuir para o entendimento da desigualdade social na cidade.

5.3 - São José dos Campos: os indicadores sociais

São José dos Campos está classificado entre os vinte e cinco municípios do país (dos 5.564 existentes em 2006) que apresenta as melhores condições de vida segundo o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) para os anos de 1991 e 2000 (PNUD, 2009). Em 2006, pelo Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) (SEADE, 2009), o município foi classificado entre o grupo que agrega as melhores condições de riqueza, longevidade e escolaridade, ficando acima da média dos demais municípios do Estado de São Paulo. A avaliação positiva do município, a partir desses indicadores, mostra que a cidade oferece a seus habitantes maiores oportunidades de desenvolvimento pessoal para construção de uma vida mais plena, já que implicitamente ela oferece os melhores instrumentos, segundo às premissas destes indicadores, que capacitam os indivíduos em suas escolhas políticas e econômicas. No entanto, quando se observam as análises em que algumas variáveis utilizadas nas classificações (educação, renda, etc.) são realizadas a partir de critérios, cuja base é a desagregação territorial, há discrepâncias entre as medidas, principalmente entre as medidas de riqueza e a realidade.

Dos trabalhos elaborados para São José dos Campos, incorporando a dimensão territorial, destacamos os estudos do Mapa de Pobreza (BORGES, 2003), do Índice de Exclusão/Inclusão (GENOVEZ, 2005), do Atlas de Condições de Vida (NEPO/UNICAMP/PMSJC, 2003) e o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS⁹³) (SEADE, 2000). São indicadores que utilizam diferentes metodologias para o estudo da

⁹³ Solicitado pela Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo

segregação socioespacial na cidade. Têm como característica comum: a utilização das informações do censo de 2000; a base territorial de análise são os setores censitários; utilizam Sistema de Informação Geográfica (SIG) e, apresentam os principais resultados das pesquisas em mapas temáticos, mostrando a distribuição e a concentração dos diversos segmentos sociais no espaço residencial.

O Trabalho de Borges (2003) foi baseado no Mapa de Pobreza de Curitiba elaborado pela Universidade do Paraná em 1997. Ela elaborou um índice de pobreza baseado em indicadores síntese da condição do domicílio, condição social do responsável pelo domicílio, educação dos residentes dependentes, e faixa etária do responsável pelos domicílios (Anexo 5). Como a base territorial da análise foram os setores censitários, a pesquisa permitiu conhecer onde estão localizadas na cidade, áreas cujo acúmulo de carências sociais são *críticas* e *muito críticas*, conforme classificação dessa autora. Os resultados da pesquisa mostraram que a distribuição da pobreza se dá em todas as regiões da cidade, inclusive na região oeste, área de concentração da classe de alta renda. Os setores *críticos* e *muito críticos* apontados Borges (2003), estão concentrados nas periferias da zona norte, leste (áreas de concentração dos loteamentos clandestinos) e obviamente nos setores que cobrem as áreas de favelas. A população total da área urbana, considerada como pobre, devido ao acúmulo de carências e em função das variáveis utilizadas, somam 146.557 pessoas, 28% da população urbana, sendo que grande parte desta população é composta de chefes de família jovens (entre 19 e 25 anos) dos setores considerados *críticos* e *muito críticos*.

Genovez (2005) adaptou a metodologia do Mapa de Exclusão/Inclusão Social (SPOSATI, 1996) para a base territorial dos setores censitários. O estudo apontou que de modo geral, as áreas de alta exclusão encontram-se concentradas nas regiões periféricas e aquelas de alta inclusão estão concentradas na região centro-oeste, considerando o restante como áreas de transição. Vale ressaltar que, após fazer uma

análise de correlação e significância das variáveis do modelo original, este estudo evidenciou que as variáveis de renda e educação⁹⁴ foram determinantes para a identificação da exclusão/inclusão em São José dos Campos em detrimento das demais variáveis. Identificou ainda, que estas variáveis são altamente correlacionadas entre si.

O Atlas de Condições de Vida de São José dos Campos (NEPO/UNICAMP/PMSJC, 2003) foi elaborado em 2003 por meio de parceria entre a Prefeitura e o NEPO e teve como objetivo obter informações sobre a população e as condições de vida na cidade. A base territorial de análise dos dados foram os setores socioeconômicos da cidade.⁹⁵, juntamente com os setores censitários do IBGE. A pesquisa de campo (7.000 questionários) buscou avaliar aspectos sobre o déficit habitacional, migração e percepção ambiental que, juntamente com os levantamentos do censo de 2000 possibilitaram a elaboração de um diagnóstico especializado das principais características socioeconômicas dos setores, dentre eles renda e escolaridade. Os resultados não diferem muito do que foi observado no estudo de Genovêz (2003), com relação à heterogeneidade das condições sociais da cidade, nem das regiões de forte acúmulo de carências, situadas, principalmente, a leste, sul e norte da cidade, como também aponta o estudo de Borges (2003).

O IPVS (SEADE, 2000), utilizou como unidade territorial de análise, os setores censitários do IBGE para mostrar onde e qual a porcentagem de famílias na cidade, encontram-se em situação de vulnerabilidade social. A pesquisa é realizada considerando 3 indicadores de escolaridade (alfabetização, ensino fundamental, média de anos de estudo), 2 indicadores de renda (rendimento médio mensal, rendimento até 3 salários mínimos), 3 indicadores demográficos (idade média do responsável, idade

⁹⁴ Composto a Utopia de Autonomia de Renda e a Utopia do Desenvolvimento Humano, já definidas neste capítulo.

⁹⁵ É um agrupamento de loteamentos ou bairros contíguos que apresentam características socioeconômicas semelhantes, composto 28 setores socioeconômicos. Foram objeto de reagrupamento para a pesquisa como será exposto na Parte III, capítulo 9 deste estudo.

entre 10 e 29 anos, porcentagem de crianças até 4 anos). Assim, como os demais estudos, o IPVS mostra a concentração de áreas de vulnerabilidade social nas áreas periféricas da região sul, norte e leste.

Ao incluírem o território como elemento da análise, os três estudos mostram uma diversidade de situações heterogêneas, do ponto de vista social, que contradizem as avaliações positivas da cidade pelo IDH-M e o IPRS. A escala territorial de análise (o município) é insuficiente para o entendimento da realidade social da cidade. Quando esta é analisada na escala do intraurbano, permite saber onde estão dentro da cidade aquela porção da população que é favorecida pelas benesses avaliativas utilizadas nos indicadores, como também, aqueles que não o são. Estes estudos permitem identificar grupos sociais cujo acúmulo de carências, principalmente a baixa escolaridade e a baixa renda, acabam limitando suas escolhas para a realização de uma vida plena.

Naquilo que é mais relevante para os propósitos desta pesquisa, destacamos que embora essas quatro abordagens tenham se apoiado em metodologias diferenciadas, os resultados obtidos estão fortemente correlacionados no espaço. Os processos sociais geradores de riqueza, pobreza e desigualdade se expressam, também, de forma concreta e esta, pode ser apreendida e mensurada por meio da diferenciação da paisagem. Analisar a diferenciação, como uma dimensão espacial que permite outras leituras da sociedade, é o que pretende este trabalho.

Para testar esta hipótese definimos como unidade territorial de análise, as quadras residenciais dos setores socioeconômicos da cidade. Esse aspecto metodológico exclui da análise as áreas ocupadas por favelas que, pela importância no estudo das desigualdades e pelas particularidades em termos dos elementos da diferenciação aqui utilizados, têm sido motivo de estudos dedicados, exclusivamente, a este tema, como os trabalhos de Estevam (2006), Antunes e Cortese (2007) e Kux *et. al.* (2009).

PARTE II
SENSORIAMENTO REMOTO – CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS
Capítulo 6

6.1 - Tecnologia de sensoriamento remoto

Os principais conceitos utilizados, foram baseados em Steffen *et al* (1996), Novo (2008), Chuvieco (2002), Moreira, (2005) e Jensen (2009), nas questões fundamentais de sensoriamento remoto, e para a extração de informações em Jensen (2009), Crosta (1992) e Marquês Filho e Vieira Neto (1999). Quando, algum comentário relevante e particular de um autor foi considerado, este foi citado juntamente com as referências adicionais.

A tecnologia de sensoriamento remoto é entendida, do ponto de vista deste trabalho, como uma ferramenta que otimiza a análise da superfície terrestre em diferentes escalas e com diversos objetivos. O uso de qualquer técnica ou tecnologia⁹⁶ pressupõe um conjunto de conhecimento básico necessário, que em primeira instância, possibilitam ao usuário executar atividades e extrair da ferramenta, o necessário para utilizá-la em propósitos específicos, para a realização de sua pesquisa.

Segundo Novo (2008), sensoriamento remoto deve ser definido como a utilização conjunta de sensores e equipamentos para processamento e transmissão de dados, com o objetivo de estudar a superfície terrestre através do registro e análise das

⁹⁶ Técnica é o conjunto de processos de uma arte ou ciência, ou seja, um conjunto de procedimentos para a obtenção de resultados específicos. Tecnologia é o conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam a um determinado ramo da atividade humana (Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa- Nova Fronteira, 1986 pg. 1656).

interações entre a radiação eletromagnética e os componentes da superfície terrestre. Esta definição ao mesmo tempo restritiva no que tange à determinação do tipo de energia, dos equipamentos e dos alvos em questão, é também universal para o conjunto de atividades complexas que conformam o sensoriamento remoto enquanto ciência, pois envolve tanto o desenvolvimento de sistemas (sensores, satélite, etc)⁹⁷ quanto softwares para a exploração dos dados obtidos.

Podemos sintetizar a tecnologia de sensoriamento remoto como uma relação que se estabelece entre o sensor e o objeto, cuja mediação é feita por uma fonte de energia (CHUVIECO, 2002). O entendimento desta relação é de fundamental importância para quem utiliza dados de sensoriamento remoto.

6.1.1 - A fonte de energia

A principal fonte de energia utilizada pelo sensoriamento remoto é proveniente de processos contínuos de fusão nucleares ocorridas no sol⁹⁸. A energia liberada nesse processo, a radiação eletromagnética (REM), propaga-se como uma onda na velocidade da luz para o espaço cósmico trazendo luz e calor para a Terra. Essa energia é responsável pelo desencadeamento de processos químicos vitais para a existência de vida no planeta como a fotossíntese (captura e transformação da radiação eletromagnética em matéria orgânica) e a evapotranspiração (ciclo da água), o que faz do sol nossa fonte primária de energia. Cabe salientar, que toda matéria com temperatura acima de 0 grau Kelvin⁹⁹, emite REM e é, também, fonte de energia. O sol

⁹⁷ Em tese, também se considera toda complexidade envolvida na construção de plataformas orbitais, desde a concepção, lançamento e o controle dos objetos ee órbita.

⁹⁸ Com exceção dos chamados sensores ativos como os radares. Estes são equipamentos que produzem a energia emitida.

⁹⁹ Zero absoluto (° K) equivalente a - 273, 16 °Celsius.

e a Terra são, portanto, fontes naturais de REM. A Terra absorve a radiação solar e emite a sua própria radiação para a atmosfera.

As técnicas de transformação da energia podem ser utilizadas de diferentes formas (elétrica, nuclear, etc). Muito embora, algumas formas de energia necessitem de um suporte material para se propagarem, a transferência da energia por radiação ocorre no vácuo¹⁰⁰. A REM é uma onda carregada com fótons de energia. Apresenta uma natureza dual: é onda e partícula. Em sensoriamento remoto alguns fenômenos são explicados a partir do entendimento da REM enquanto onda (reflexão, dispersão, refração), enquanto outros são explicados a partir de sua natureza particulada ou quântica (absorção, emissão, transmissão). Independentemente da dualidade a REM é caracterizada pelo comprimento de onda (λ)¹⁰¹ ou por sua frequência (f) e também pela intensidade da radiação.

A partir de uma fonte a REM é concebida como uma onda eletromagnética¹⁰² (Figura 6.1-a), composta por dois vetores, um elétrico e um magnético, ortogonais entre si se propagando harmonicamente no espaço com a velocidade da luz (c)¹⁰³. O Comprimento de onda, é a distancia média entre dois pontos de igual intensidade no campo elétrico ou magnético (expresso em submúltiplos do metro)¹⁰⁴. A frequência representa o numero de ondas que passam por um ponto por unidade de tempo (expresso em múltiplos do Hertz)¹⁰⁵. Há uma relação inversa entre λ e f ¹⁰⁶. Quanto maior a distância

¹⁰⁰ Os processos básicos de transferência de energia ocorrem por condução, convecção e radiação (JENSEN, 2009). A tecnologia de sensoriamento remoto é baseada na transferência de energia por radiação.

¹⁰¹ Letra grega Lambda.

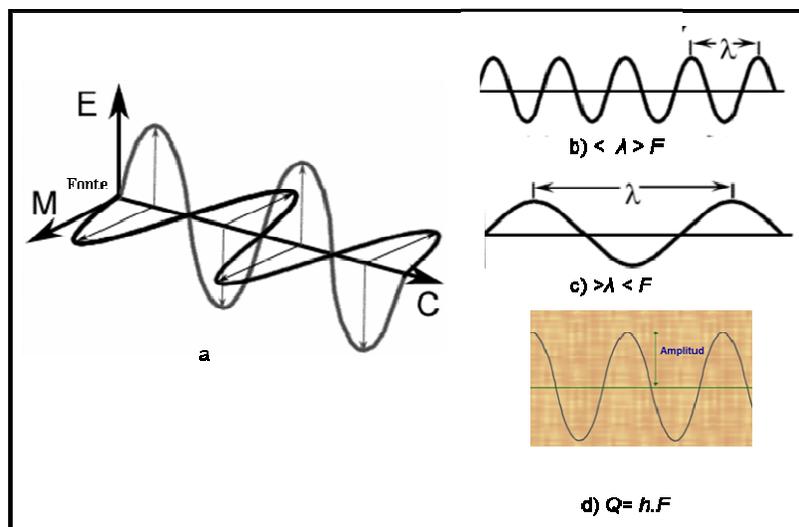
¹⁰² Os movimentos ondulatórios resultam de oscilações de partículas individuais em torno de suas posições de equilíbrio, propagando somente energia, que é transferida por meio de átomos e moléculas da matéria (MOREIRA, 2005). Toda vez que uma carga elétrica é acelerada, ela provoca perturbação no campo elétrico e magnético. Quando um campo magnético sofre variação aparece um campo elétrico, que por sua vez faz aparecer um campo magnético e assim sucessivamente.

¹⁰³ Velocidade da luz 300.000 km/s

¹⁰⁴ Normalmente em nanômetro (1 nanômetro é igual a um milésimo de milionésimo de 1 m, equivalendo 10^{-9} m) ou micrometros ($1 \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$).

¹⁰⁵ Indicado por $1\text{kHz} = 10^3 \text{ hz}$; $1\text{MHz} = 10^6 \text{ Hz}$; $1\text{GHz} = 10^9 \text{ hz}$.

entre dois picos de igual amplitude, menor será a frequência (figura 6.1 -b e c). A amplitude da onda (Figura 6.1 -d) determina a intensidade da carga energética em cada comprimento de onda e é explicada a partir do entendimento da natureza quântica da REM¹⁰⁷. Quanto maior a carga de energia maior é a frequência a ela associada. Assim os menores comprimentos de ondas (ondas curtas) possuem carga energética e frequências maiores que os comprimentos de ondas mais longos. Para o sensoriamento remoto isso é importante, pois significa que as ondas de menor frequência são aquelas de menor intensidade energética, exigindo maior sofisticação na construção de sistemas sensores para detectá-las.



¹⁰⁶ Explicada matematicamente por:

$$c = \lambda f$$

$$f = c/\lambda$$

$$\lambda = c/f$$

¹⁰⁷ Segundo Chuvieco(2002), graças à teoria quântica podemos calcular a quantidade de energia transportada por uma partícula ou fóton, sempre que sabemos sua frequência Dado por:

$$Q = h.f = (h/\lambda)$$

Onde: Q é a intensidade de energia de um fóton (em joules), h uma constante ($6,6 \times 10^{-34}$ j/s), e f a frequência em Hz.

Figura 6.1 . Onda eletromagnética. Campo elétrico (E), campo magnético (M), velocidade de propagação(C) – (a). Relação entre comprimento de onda, frequência e amplitude da REM (b,c,d).

Fonte: Adaptado de CCR (2009) e Chuvieco, (2002).

A REM pode ser organizada em função de sua frequência ou comprimento de onda. O espectro eletromagnético mostra de forma organizada todos os tipos de REM conhecidas pelo homem (Figura 6.2)¹⁰⁸.

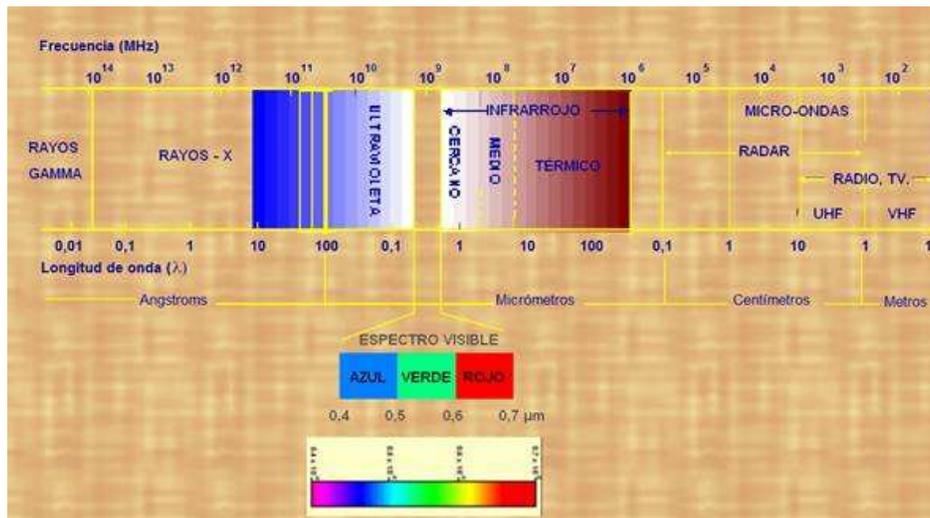


Figura 6.2 - Espectro eletromagnético ordenado com os diferentes comprimentos de ondas e frequências, destacando a região do espectro visível.

Fonte: Chuvieco (2002).

O sensoriamento remoto utiliza diferentes porções do espectro eletromagnético. Para os satélites de observação da Terra, os intervalos espectrais mais utilizados são aqueles compreendidos no espectro visível, infravermelho e micro-ondas.

O espectro visível (em destaque na Figura 6.2) corresponde ao intervalo de máxima radiação emitida pelo sol, e como o próprio nome diz, é o intervalo do espectro

¹⁰⁸ Mesmo não sendo rígidos, esses limites são considerados didaticamente e consensualmente pelos autores.

detectado pelo nosso sistema visual. As bandas mais significativas que compõem o espectro visível estão contidas no intervalo de 0,4 - 0,7 μm compreendendo as faixas referentes ao azul (0,4 - 0,5 μm), verde (0,5 - 0,6 μm) e vermelho (0,6 - 0,7 μm)¹⁰⁹.

O infravermelho vai de 0,7 até 14 μm . As faixas que o compõem são subdivididas em infravermelho *próximo* (0,7 - 1,3 μm), infravermelho *médio* (1,3 - 3 μm)¹¹⁰, e infravermelho *distante* ou *termal* (8,5- 14 μm), porção do espectro cuja origem da radiação registrada pelo sensor provém das emissões de calor emitidas pelos elementos da superfície terrestre¹¹¹. A região do micro-ondas se situa entre 10 – 300mm ou entre 300 GHz a 300MHz¹¹².

Cada porção do espectro utilizada pelo sensoriamento remoto terrestre possui características distintas e que se relacionam, principalmente, com a forma com que a energia interage com os objetos, pois nesta interação, a REM sofre alterações.

O visível e o infravermelho (próximo e médio) são as regiões *refletidas* do espectro em função da origem da radiação (sol) e da propriedade que é medida pelo sensor (radiância). O infravermelho distante e parte do infravermelho médio são as regiões da *emissividade*, cuja origem da radiação é a Terra e as medidas obtidas são de temperatura. Na faixa de micro-ondas a origem da radiação pode ser tanto da Terra, quanto proveniente de uma fonte própria (artificial) que não seja a energia solar¹¹³.

As alterações da energia quando esta interage com a matéria são a base da tecnologia de sensoriamento remoto, e para avaliá-las é necessário realizar medidas

¹⁰⁹ Sendo ainda subdividida em intervalos menores compondo as cores: violeta (380-450nm), amarelo (580-600nm) e laranja (600-620nm).

¹¹⁰ A porção do infravermelho médio compreende a faixa de 1,3 á 8,5. Entretanto, os principais sensores operam na faixa compreendida em 1,3 – 3,0 μm , pois, parte da radiação do infravermelho médio é absorvida pela atmosfera terrestre.

¹¹¹ Segundo Novo (2008), em sensoriamento remoto a radiação acima de 6 μm é considerada como *fluxo emitido pela terra*, pois a atmosfera atenua muito esta faixa de radiação proveniente do sol.

¹¹² O espectro visível e o infravermelho normalmente são identificados pelo λ enquanto o das micro-ondas pela f .

¹¹³ Os princípios do Sensoriamento remoto por micro-ondas são totalmente distintos dos princípios do sensoriamento remoto óptico e não serão discutidos neste trabalho.

que nos permitam conhecer a intensidade de energia produzida pela fonte, qual interferência esta sofre e o que ocorre com essa energia depois da interação. Essas informações são derivadas de medidas radiométricas. A radiometria é um conjunto de técnicas para medir a REM e os equipamentos construídos para esse fim são denominados radiômetros ou sensores. As medidas relacionadas com a REM são denominadas grandezas radiométricas, a saber:

- ✓ *Energia radiante* indica o total de energia radiada em todas as direções. É medida em Joule (J).
- ✓ *Fluxo radiante* é a radiação se propagando no espaço em todas as direções por unidade de tempo. O que acontece com esse fluxo quando ele interage com a superfície é o foco do sensoriamento remoto terrestre. É medido em Watt. (W).
- ✓ *Irradiância* é a razão entre o *fluxo radiante incidente* numa superfície pela sua área. Total de energia radiada sobre uma unidade de área por unidade de tempo.
- ✓ *Excitância* é a razão entre o *fluxo radiante* que *deixa* uma superfície pela sua área. Total de energia radiada em todas as direções a partir de uma área por unidade de tempo.
- ✓ A *Irradiância* e a *Excitância* diferem no sentido dos fluxos de energia e são medidas em W/m^{-2} .
- ✓ *Intensidade radiante* é o *fluxo radiante* com origem numa fonte segundo uma direção que é definida por um ângulo sólido. Mede o brilho da fonte em cada direção do espaço. Medida em W/sr (esterradiano). Difere da *Irradiância* e da *excitância*, pois determina a direção angular do fluxo de energia.
- ✓ **Radiância** é a quantidade de energia ou *intensidade radiante* que deixa uma superfície numa determinada direção por unidade de área e por um ângulo

sólido¹¹⁴. É o que os sistemas sensores medem (é associado ao nível de cinza da imagem, ou ao brilho, já que diz respeito à intensidade do sinal recebido pelo sensor). É medida em $W/m^2/sr^{-1}$. Segundo Jensen (2009) é a medida mais precisa em sensoriamento remoto.

Os sensores¹¹⁵ são sistemas construídos para detectar e registrar o fluxo de energia (**radiância**) proveniente da superfície terrestre. Eles podem ser acoplados em aeronaves, satélites, ou mantidos no solo, o que determina o nível de aquisição dos dados (suborbital, orbital ou do solo respectivamente). Uma forma mais comum de classificação dos sensores é quanto à fonte de energia¹¹⁶. Os sensores *ativos* são aqueles que emitem o próprio fluxo de energia (radares, lasers), os passivos são aqueles que registram a energia proveniente do sol (*refletida*) ou da superfície terrestre (*emitida*).

Independentemente do nível de coleta e da fonte de energia, as características fundamentais dos sistemas sensores são definidas por suas resoluções espectral, espacial e radiométrica¹¹⁷, que, conseqüentemente, determinam o produto final derivado do registro da REM e suas aplicações.

Cada sensor é construído para registrar a energia em diferentes canais ou bandas¹¹⁸ do espectro eletromagnético. A resolução espectral define o número de intervalos, em cada região do espectro eletromagnético, que um sensor é capaz de detectar. Alguns sensores orbitais cobrem várias regiões do espectro eletromagnético em poucas

¹¹⁴ Jensen (2009) propõe visualizar a figura do ângulo sólido como se estivéssemos num avião, observando, com um telescópio, uma área da superfície terrestre. Somente a energia proveniente dessa área que viesse em direção ao telescópio, num ângulo específico, seria interceptada pelo telescópio e vista pelos nossos olhos.

¹¹⁵ Os sensores são sistemas composto por vários subsistemas (óptico, detector e filtro eletrônico).

¹¹⁶ Outras classificações podem ser quanto ao princípio de funcionamento, ao tipo de produto (MOREIRA, 2005).

¹¹⁷ Não excluindo a importância da resolução temporal, já discutida anteriormente.

¹¹⁸ A cada porção, ou a cada intervalo do espectro, registrado pelo sensor é dado o nome de banda ou canal.

bandas, como é o caso do sensor a bordo do satélite QuickBird que opera em 2 regiões do espectro (3 bandas no visível e 1 no infravermelho próximo). O sensor ETM+ a bordo do satélite Landsat-7, por exemplo, possui uma resolução espectral de 7 bandas (3 bandas no visível, 1 no infravermelho próximo, 2 no infravermelho médio e 1 no infravermelho termal).

O Sensor Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), a bordo do satélite Terra (EUA-Japão) e o Hyperion, a bordo do satélite Earth Observation one-EUA (EO-1), com pequenas variações, observam estas mesmas regiões em 14 e 220 bandas, respectivamente. Quanto maior a resolução espectral do sensor, mais estreita é a largura das bandas, e conseqüentemente maior a capacidade de identificar pequenas variações biofísicas nas coberturas terrestres¹¹⁹.

Identificar com nitidez os objetos da cobertura terrestre é resultado de alta resolução espacial da imagem. A resolução espacial representa o menor elemento observado na imagem: o pixel¹²⁰, e é relevante por sua estreita relação com a escala de análise e detalhamento das informações que são obtidas a partir das imagens. A Tabela 6.1 mostra esta relação para diferentes resoluções.

¹¹⁹ Há ainda os sensores aerotransportados como o Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) que registra a energia no intervalo espectral do visível e infravermelho próximo ao médio, mas subdividindo este intervalo em pequenas faixas, gerando 224 bandas.

¹²⁰ A menor área observada pelo sensor é determinada pelo campo de visada instantânea do sensor (IFOV – sigla do Inglês Instantaneous Field of View). O IFOV corresponde à área que é vista pelos detectores do sistema sensor, numa certa altura num certo instante no tempo. O menor elemento na imagem (o pixel) representa a média da energia que é refletida pelas coberturas, dentro do IFOV.

Tabela 6.1 - Resolução espacial e escala de trabalho

Resolução espacial	Escala de trabalho
0,60 m	1:2.000
3m	1:5.000
10-20 m	1:25.000
30m	1:50.000/1:100.000 ¹²¹
80m	1:200.000
1000m	1:1.500.000

Fonte: Adaptado de Chuvieco (2002)

A resolução radiométrica determina a sensibilidade do sensor em detectar pequenas variações na radiância recebida por ele, e permite realçar pequenas diferenças entre objetos semelhantes do ponto de vista espectral. Sua utilização está fortemente vinculada à metodologia de extração de informações das imagens. Para os métodos de extração convencionais (interpretação visual) ela não é importante, já que olho humano não consegue distinguir mais do que 30 níveis de cinza (CROSTA, 1992). Já as técnicas automáticas de processamento de imagem podem identificar essa variação que atualmente, para cada pixel, pode ser, teoricamente, de até 2048 possibilidades, como é o caso dos dados gerados pelos sensores a bordo dos satélites *Ikonos*, *QuickBird* e *WorldView-2*.

¹²¹ Florenzano (2007) destaca que para imagens de 30 metros a escala de 1:100.000 permite extrair maior quantidade de informação temática, enquanto Chuvieco (2002), destaca a precisão cartográfica.

6.2 - Interação da energia com a matéria

A energia ao interagir com os objetos da superfície terrestre sofre alterações que são fundamentais para se compreender a natureza dos dados de sensoriamento remoto e interpretá-los corretamente.

De acordo com o princípio da conservação de energia¹²², a REM quando chega à superfície do terreno interage com os objetos através de três processos fundamentais: parte é *refletida, absorvida ou transmitida* e a soma destes três processos deve ser igual a intensidade da radiação que incidiu sobre o objeto. Os fatores que controlam esses processos são explicados no nível macroscópico e microscópico¹²³.

O processo de *reflexão* pode ser compreendido a partir do entendimento da REM enquanto onda, ou no nível macroscópico. Segundo Novo (2008), no nível macroscópico as interações podem ser explicadas pelas leis da óptica geométrica¹²⁴ e estão sujeitas às *leis da reflexão e da refração*¹²⁵. A *reflexão* ocorre quando a radiação total ou parcial é re-enviada para o espaço, assim que encontra um objeto, corpo ou partícula¹²⁶. Quando não ocorre a *reflexão*, a REM é *absorvida ou transmitida* pelo objeto.

¹²² A energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada em outro tipo de energia.

¹²³ Ocorrendo simultaneamente, já que na escala microscópica também ocorrem os fenômenos da escala macroscópica (Novo, 2008).

¹²⁴ A óptica geométrica é um ramo da física que busca explicar o comportamento da REM dentro de um meio e quando passa de um meio para outro. Segundo Novo (2008) sempre que o comprimento de onda for menor que as dimensões do objeto esses princípios podem ser aplicados.

¹²⁵ A *reflexão* ocorre quando uma onda retorna para o meio de origem, sem alterar sua frequência, velocidade e comprimento de onda. Na reflexão o ângulo de incidência da radiação (que chega a um meio) é igual ao ângulo de reflexão (radiação que retorna). A *refração* é um desvio da REM quando ela passa de um meio para outro. No vácuo a velocidade é constante, ao passar de um meio para outro há uma mudança na velocidade de propagação, gerando a refração, dando origem a dispersão ou ao espalhamento (JENSEN, 2009; NOVO, 2008).

¹²⁶ A fração da radiação que é refletida por um objeto é o seu albedo. Quanto maior a reflectância ou radiância, maior o albedo do objeto.

A *absorção* e a *transmissão* podem ser entendidas a partir da natureza quântica da REM ou no nível microscópico¹²⁷. Os processos microscópicos envolvem grande quantidade de energia, provocando alterações observáveis no espectro eletromagnético.

Toda matéria é formada por arranjos determinados de partículas elementares. Quando um fóton de energia entra em contato com as substâncias que compõem a matéria, ocorrem diferentes interações no nível molecular e atômico. Essas trocas energéticas são dependentes das características dos elementos que formam o objeto e definem a *absorção* dos objetos, sendo, portanto, uma característica do objeto ou matéria.

A energia *absorvida* é convertida em calor sendo (re) *emitida*¹²⁸ em outros comprimentos de onda. Quanto maior a temperatura de um corpo absorvedor, maior o espectro de emissão. A *transmissão* se dá quando a radiação atravessa completa ou parcialmente o objeto, ou seja, este se torna transparente para a radiação.

A razão entre o fluxo de energia incidente e a porção *refletida absorvida* e *transmitida* pelos objetos é obtida através das medidas radiométricas espectrais de *reflectância*,

¹²⁷ Nos processos microscópicos ocorrem mudanças nos estados dos elétrons ou perturbações vibracionais nas moléculas. No primeiro caso, é necessária maior intensidade de energia, e por isso, a energia *absorvida* nos intervalos do ultravioleta, visível e infravermelho próximo é atribuída a esse processo. Nos movimentos vibracionais a necessidade de energia é menor e a *absorção* para esse processo ocorre em comprimentos de onda mais longos, com menor intensidade de energia, como o infravermelho médio.

¹²⁸ Os conceitos de *absorção* e *emissão* baseiam-se na teoria do corpo negro desenvolvida por Max Planck. Segundo esta teoria, o corpo negro é um emissor e absorvedor perfeito, pois emite ou absorve toda radiação incidente sobre ele. Quanto mais radiação o corpo absorve, mais aquecido ele vai ficando e, mais energia ele passa a emitir em diferentes comprimentos de onda, permitindo construir um espectro de *emissão* da radiação dos objetos, tendo como base a sua semelhança com o corpo negro. A *emissão* é assim uma medida relativa. Sobre as Leis da radiação vide Moreira (2005).

absorbância e a *transmitância*¹²⁹, grandezas adimensionais, normalmente obtidas a partir de experimentos realizados em laboratório ou em campo¹³⁰. O que os sistemas sensores medem, de fato, é a ***radiância***.

Para cada elemento da cobertura terrestre, a proporção entre a radiação *refletida absorvida* e *transmitida* é dependente das propriedades dos objetos (biológicas, físicas, químicas), mas também é, influenciada por fatores externos. O fluxo de energia que incide ou deixa a superfície terrestre em direção ao sensor, ou mais precisamente, a ***radiância***, sofre variação em função das condições atmosféricas e das condições de observação ou iluminação.

A atmosfera atua como um bloqueador da REM incidente. A energia solar, quando atinge o nosso planeta, encontra uma barreira a ser transposta para chegar à superfície terrestre: a atmosfera. Os gases¹³¹ presentes na atmosfera também *refletem*, *espalham* ou *absorvem* grande parte desta REM, interferindo na qualidade e na quantidade de energia solar disponível para o sensoriamento remoto terrestre.

Quando a REM encontra partículas suspensas na atmosfera (moléculas de gases até gotas de chuva e granizo) ela é *espalhada*¹³² ou *dispersa* em todas as direções. Dependendo do comprimento de onda e do tamanho e da origem das partículas, podem

¹²⁹ Que segundo o princípio de conservação de energia é dado por: $r + a + t = 1$ onde: r (*reflectância*), a (*absorbância*) e t (*transmitância*).

¹³⁰ Devido às dificuldades técnicas para se medir a reflectância dos objetos, o que se mede em geral é uma grandeza equivalente, o *fator de refletância*, ou mais precisamente, o *fator de refletância bidirecional*, que é a reflectância medida em todas as possíveis direções fonte-alvo-sensor, descrevendo a contribuição de cada componente da irradiância incidente para a formação da radiância final do elemento da superfície na direção de reflexão (STEFFEN, *et.al.*, 1996). A partir da *refletância* estudam-se a *absorbância* e a *transmitância*.

¹³¹ Os principais gases da atmosfera são o nitrogênio, oxigênio, ozônio, dióxido de carbono, vapor d'água, e argônio. Segundo Chuvieco (2002), o dióxido de carbono, o ozônio e o vapor d'água são os principais responsáveis pelos efeitos de absorção, reflexão e espalhamento.

¹³² Podem ocorrer 3 tipos de espalhamento. Quando a superfície da partícula possui diâmetro menor que o comprimento de onda, dá-se o espalhamento monocromático da REM ou espalhamento de Rayleigh (responsável pela coloração azul do céu). Quando o diâmetro das partículas é quase ou igual ao comprimento de onda, a magnitude do espalhamento é maior (espalhamento de Mie, responsável pelos tons de laranja e vermelho do céu). Quando as partículas são maiores que o comprimento de onda ocorre o espalhamento igualmente da luz em todo o espectro visível. O arco-íris é um exemplo desse espalhamento não seletivo da luz (JENSEN, 2009; MOREIRA, 2005).

ocorrer diferentes tipos de dispersão que variam em intensidade e direção do espalhamento, quanto menor o comprimento de onda, maior é o espalhamento. Como as partículas e o vapor d'água na atmosfera, principais responsáveis pela *dispersão*, são variáveis no espaço no tempo, eles acabam interferindo de forma complexa tanto na radiação que chega quanto na radiação que sai da superfície terrestre em direção ao sensor.

A *absorção* de parte da REM pelos constituintes atmosféricos faz com que algumas regiões do espectro se tornem indisponíveis para os sistemas orbitais de observação da Terra. Assim sendo, o sensoriamento utiliza as regiões onde a atmosfera é transparente à radiação solar, conhecidas como janelas atmosféricas¹³³. A *absorção* tem efeito positivo pois bloqueia a passagem de radiações nocivas como a ultravioleta e os raios gama¹³⁴.

Na atmosfera o topo das nuvens é o maior responsável pela *reflexão* da energia solar. Do ponto de vista do sensoriamento remoto as nuvens são a maior barreira à radiação solar, porque elas impendem a passagem da radiação *refletida* do espectro eletromagnético, tanto em sua trajetória do espaço para a Terra, quanto desta para o espaço. Em função disso, o registro da energia na região do espectro eletromagnético óptico é bastante prejudicial ao sensoriamento remoto como um todo, já que a maioria dos sensores de observação da Terra opera nesta faixa do espectro, e em particular, para algumas áreas de alta nebulosidade. Para essas áreas são usados os dados obtidos por radares (sistemas sensores que atravessam nuvens e chuvas finas). A Figura 6.3-a apresenta uma mesma área da região Amazônica, imageada por diferentes sistemas sensores. Na imagem da esquerda obtida pelo satélite Landsat-7, observa-se

¹³³ A maior porção da transparência corresponde à região refletida do espectro.

¹³⁴ Constituinte a absorção total dessa radiação. No entanto, a absorção parcial ocorre em quase todo o espectro eletromagnético a partir de 0,3 μm (Moreira, 2005).

o bloqueio da REM pelas nuvens e na imagem da direita, obtida por radar, sem o impedimento da passagem da REM pelas nuvens¹³⁵.

Segundo Moreira (2005), do total de radiação solar que chega à atmosfera, algo em torno de 16% é *absorvida*, 26% *refletida* e 11% é *espalhada*¹³⁶, e o restante, 47%, é a radiação direta que efetivamente atinge a superfície terrestre. Ou seja, aproximadamente 47% da REM incidente são *transmitidas*¹³⁷. O fluxo de radiação que é *transmitido* interage com as coberturas existentes, sofre alterações e depois retorna para o espaço, onde interage novamente com a atmosfera antes de ser captado pelo sensor. O efeito total da atmosfera pode, também, variar de acordo com as condições atmosféricas locais (umidade, poluição e a circulação), interferindo na qualidade e intensidade da radiação que é captada pelo sensor.

Um exemplo dessas condições pode ser observado na Figura 6.3-b. As imagens foram adquiridas pelo sistema Landsat-7, na mesma banda do espectro visível¹³⁸. A imagem superior foi adquirida em 20/02/2003, durante o verão, período de alta pluviosidade e atmosfera mais limpa. A imagem inferior adquirida em 09/06/2002, durante o outono, período de baixa pluviosidade, favorecendo uma maior concentração de poluentes no ar. A percepção visual de nevoeiro na imagem é o efeito da radiação difusa no ambiente resultante de maior espalhamento da radiação incidente na atmosfera. Efeito semelhante ocorre quando há muita umidade no ar e nebulosidade,

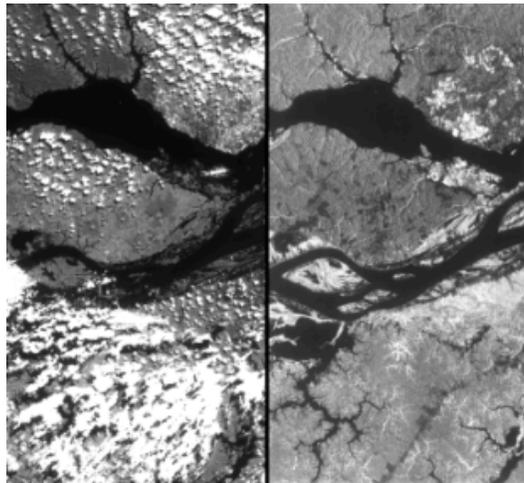
¹³⁵ Pelas condições climáticas da região, a Amazônia possui áreas onde a porcentagem de cobertura de nuvens ao longo do ano é bastante alta, podendo existir áreas de difícil observação, como mostram estudos realizados por Mendonça, et al, (1983). Para essas áreas, os sensores que operam no espectro de energia das micro-ondas é a alternativa para estudos utilizando os dados de sensoriamento remoto, visto que as nuvens são transparentes para estes comprimentos de onda.

¹³⁶ Como ocorre a *absorção* ocorre também a *emissão*. A *emissão* atmosférica se confunde com a *emissão* terrestre, sendo sua separação necessária em alguns estudos oceanográficos e meteorológicos.

¹³⁷ Compondo o fluxo de radiação direta, que somada a radiação difusa (espalhada) compõe a radiação global.

¹³⁸ Banda 2 do sensor ETM+ a bordo deste satélite, correspondendo ao intervalo de 0,5- 0,6 μm do espectro visível.

fazendo com que a radiação global seja praticamente toda composta de radiação difusa.



Fonte: Chuvieco, 2002

a



Fonte: Acervo INPE

b

Figura 6.3 – Imagem da Amazônia mostrando a influência das nuvens em imagens orbitais adquiridas na mesma data. A esquerda obtida na porção refletida do espectro e a direita na região das micro-ondas (a). Imagens do espectro visível (banda 2) adquiridas em dias com diferentes condições atmosféricas (b), cobrindo a cidade do Rio de Janeiro.

Além da atmosfera, as condições da geometria de aquisição dos dados também interferem na reflexão da energia e na sua captação pelo sensor. Dependendo das características da superfície (lisa ou rugosa) podem ocorrer *reflexões especulares ou difusas*. Numa superfície lisa, a energia incidente tende a ser refletida com o mesmo ângulo do fluxo incidente, dando origem à reflexão especular. O sensor só captará a energia refletida se estiver posicionado na direção do ângulo de reflexão.

Quando a superfície apresenta mais rugosidade ou irregularidades, os raios incidentes são refletidos uniformemente em todas as direções, denominada de reflexão difusa. Assim, em qualquer posição, o sensor poderá captar a energia refletida (Figura 6.4-a). Uma superfície ideal seria aquela cuja reflexão ocorre de forma difusa e com mesma intensidade de radiação em todas as direções do ângulo da reflexão¹³⁹. Em sensoriamento remoto, considera-se que a maioria das coberturas terrestres apresenta comportamento intermediário entre reflexão especular e difusa. Nos comprimentos de onda mais curtos, a rugosidade da superfície faz com que a REM seja refletida de forma mais difusa que nos comprimento de onda mais longo.

O ângulo de iluminação solar e o ângulo de observação do sensor são muito importantes, pois se as condições de iluminação e observação mudarem o sensor pode registrar um valor diferente de **radiância** para um mesmo tipo de cobertura, A quantidade e qualidade da energia que chega a um sensor dependem do ângulo com que a superfície recebe a energia incidente e também da posição do sensor em relação à energia refletida. Quanto maior esta distância, menor a intensidade da radiação.

Dentre os fatores que modificam a geometria de aquisição dos dados destacamos: o ângulo de iluminação solar, que é dependente da época do ano e do horário de passagem do satélite no local sensoriado¹⁴⁰ (i) tipos de relevo que causam mudanças no ângulo de observação de áreas com a mesma cobertura (Figura 6.4- b, ii, iii).

¹³⁹ Em sensoriamento remoto as superfícies refletoras ideais são chamadas de *Lambertianas*, em referência à Lambert.

¹⁴⁰ No Brasil, O Landsat faz passagens diárias entre 10hs e 11hs, horário local.

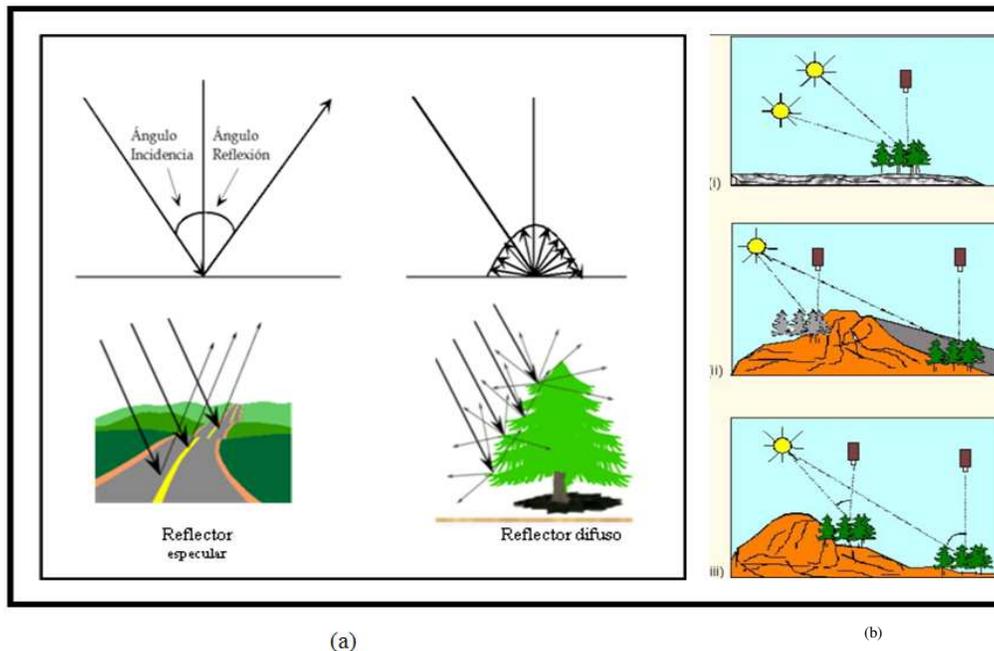


Figura 6.4 – Diferentes ângulos de *reflexão* (a) e mudanças na geometria de aquisição de dados de sensoriamento remoto que alteram a *radiância* das coberturas (b).

Fonte: Adaptado de Chuvieco (2002).

Compreender como a REM interage com os principais elementos que compõem a superfície terrestre para identificá-los e verificar as alterações em suas características mais comuns é o interesse do sensoriamento remoto. A chave para o entendimento de uma imagem digital é entender como as diferentes coberturas terrestres respondem aos processos de *Reflexão*, *Absorção*, *Transmissão* e como elas são representadas nas imagens.

Vimos que a energia ao interagir com os objetos da superfície terrestre é *refletida*, *absorvida* ou *transmitida*. Dissemos que esses processos são dependentes das propriedades que constituem os objetos. Vimos também que, através de medidas de

reflectância obtidas em campo e em laboratório, é possível construir um gráfico do comportamento padrão dos objetos ao longo do espectro eletromagnético. Vimos ainda que o sensor mede de fato a radiância. A *radiância* em diferentes porções do espectro eletromagnético se compara às curvas de *reflectância* dos objetos.

As variações que ocorrem nesse comportamento teórico dos objetos são consequência de suas propriedades, mas também de externalidades que influenciam a intensidade do sinal que é recebido pelo sensor. Nesse sentido, abordaremos como as principais coberturas da superfície terrestre como a vegetação, a água, o solo e as áreas urbanas interagem com a REM e em seguida, como elas aparecem nas imagens.

Capítulo 7

7.1 – Análise do comportamento espectral da vegetação

As funções necessárias, para a sobrevivência das plantas são realizadas pelas folhas, raízes e caule¹⁴¹. Em sensoriamento remoto o comportamento espectral da vegetação é baseado no estudo da reflectância das folhas, visto que os processos mais importantes entre a radiação e a vegetação ocorrem na folha da planta (a fotossíntese, a transpiração e a respiração). É através do estudo do comportamento espectral das folhas, que se determina o comportamento padrão das coberturas vegetais como um todo¹⁴². Estes estudos permitiram construir um gráfico que descreve o comportamento padrão das coberturas vegetais distinguíveis em três grandes regiões espectrais.

Na porção visível do espectro – 0,4 – 0,7 μ m (Figura 7.1) observa-se que a energia incidente é dominada pelo processo de *absorção*, decorrente da presença de pigmentos (clorofilas, xantofilas e carotenos) na folha que absorvem a energia para o processo fotossintético. Há uma pequena diminuição da *absorção* entre 0,55 μ m, correspondente à porção verde do espectro visível, por isso a vegetação aparece verde aos nossos olhos.

¹⁴¹ As folhas, raízes e o caule exercem a função de órgão de nutrição das plantas. Outras funções igualmente importantes são as da semente, fruto ou flor que respondem pelas funções de reprodução da planta (MOREIRA, 2005).

¹⁴² Considerando uma vegetação sadia. Segundo Jensen (2009), uma folha sadia para gerar alimento necessita de: dióxido de carbono, água e REM. O CO₂ provém do ar, a água das raízes e a REM fornece a energia para a fotossíntese.

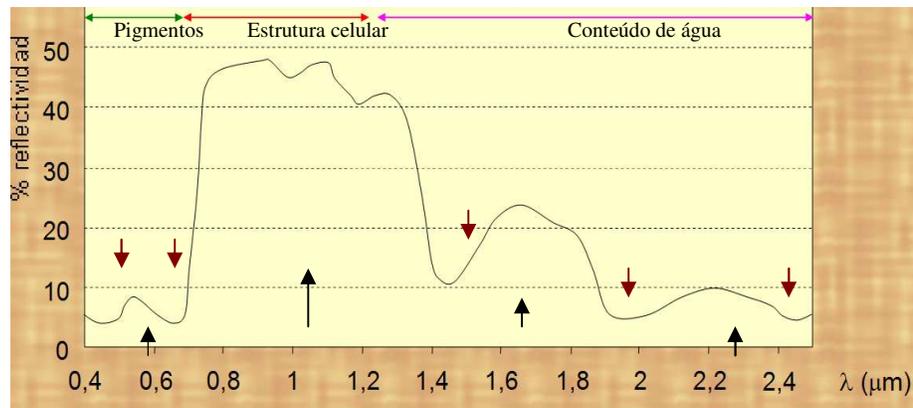


Figura 7.1 – Comportamento espectral da vegetação

Fonte: Chuvieco (2005).

Na porção do infravermelho próximo a reflexão é bem alta quando comparada com a reflexão na faixa do visível. Isto se deve a estrutura celular interna da folha (porosidade, espessura, etc.), responsável por regular a temperatura da planta. Segundo Jensen (2009), a alta porcentagem de *reflexão* na faixa do infravermelho próximo, faz parte de um mecanismo de adaptação das plantas. Se elas absorvessem essa energia com a mesma eficiência que absorvem na faixa do visível, se aqueceriam tanto a ponto de comprometer o seu sistema de nutrição.

Observa-se que no final da porção do infravermelho próximo, entrando no infravermelho médio, ocorre uma forte *absorção*. Os parâmetros que controlam o comportamento espectral da vegetação nessa porção do espectro estão diretamente relacionados com o conteúdo de umidade nas folhas e os picos de reflectância entre 1,6 e 2,2 μm expressam essa sensibilidade a mudanças no conteúdo de água.

No infravermelho termal a energia *absorvida* pela vegetação para a realização da fotossíntese é *reemitida* em forma de calor durante a noite, mantendo seu mecanismo de regulação térmica.

Esse comportamento padrão pode sofrer variações, conforme vimos, devido a fatores externos que podem alterar a radiância dos objetos, mas também em função de algumas características próprias das diferentes coberturas vegetais como o ciclo de crescimento vegetativo ao longo do ano de algumas culturas, tamanho e geometria dos dosséis, características dos substratos etc. Em geral, o contraste da vegetação, principalmente a alta *absorção* na faixa do visível e a alta *reflexão* no infravermelho próximo, permite sua identificação nas imagens¹⁴³.

7.2 – Análise do comportamento espectral do solo

Em sensoriamento remoto algumas características dos solos podem ser verificadas indiretamente, quando se conhece a origem dos solos, e quando estas observações são realizadas sob determinadas condições. Assim é importante conhecer o tipo de solo característico da região de estudo, para entender o seu comportamento frente a REM.

A curva do comportamento espectral dos solos é muito uniforme, diferentemente da vegetação, apresentando-se quase que plana (CHUVIECO, 2002). Os estudos de sensoriamento remoto aplicado ao entendimento do comportamento do solo buscam identificar padrões nas curvas do espectro baseadas nas propriedades do solo. Os solos são compostos basicamente por uma mistura de diferentes proporções de minerais, matéria orgânica, água e ar, mas o arranjo textural dos solos e fatores externos, como as práticas agrícolas, também afetam o seu comportamento.

No Brasil, pelas condições climáticas, há predominância de processos químicos, em relação aos processos físicos na formação dos solos, por isso, aqui dominam os solos

¹⁴³ Alterações no teor de umidade da planta no infravermelho médio também podem ser identificadas em imagens multiespectrais. Geralmente, em situação de estresse hídrico, há também uma situação modificada da resposta da vegetação na faixa do visível e infravermelho próximo.

minerais¹⁴⁴. Dentre os solos minerais, os mais encontrados são os da família dos Latossolos (50%) e dos Podzólicos (24%) (MOREIRA, 2005)¹⁴⁵. Estudos realizados em classes de amostras de solo tropicais determinam que o comportamento padrão dos solos nos intervalos do visível ao infravermelho médio tem como principais influências a porcentagem de matéria orgânica, a constituição mineralógica, a textura e o teor de umidade no solo (MOREIRA, 2005, EIPHANIO, *et al* , 1992).

A concentração e o tamanho das partículas minerais que compõem o solo definem sua textura¹⁴⁶, ou granulometria. A relação entre granulometria e a capacidade de armazenamento de água e ar no solo é grande e isso reflete no comportamento do solo frente a REM incidente. Assim, solos com partículas menores (superfícies mais lisas) espalham mais eficientemente a REM incidente que superfícies mais rugosas e tendem a apresentar maior reflectância na região do visível.

Geralmente, cada tipo de solo apresenta uma composição básica que determina um comportamento padrão, que muda conforme mudam as características do solo frente aos fatores influentes. Como exemplo, apresentamos a curva padrão de um Latossolo (Figura 7.2-1). A curva apresenta certa convexidade e regiões distintas de absorção.

Na faixa do visível, os óxidos de ferro atuam refletindo menos a porção do azul (0,4 - 0,5 μm) e mais o verde (0,5 - 0,6 μm) e o vermelho (0,6 - 0,7 μm), fazendo com que os solos apareçam em tons variando do vermelho ao amarelo aos nossos olhos. Devido à

¹⁴⁴ Os minerais no solo se subdividem em minerais primários e secundários. Os minerais primários são decorrente do intemperismo físico e são encontrados nas porções de areia e silte presentes no solo, sendo os mais comuns, os feldspatos, os quartzos e os silicatos. Os minerais secundários encontram-se nas argilas das quais os mais comuns são as argila alumino-silicatados, os óxidos e os hidróxidos de ferro e alumínio (EIPHANIO, 1992).

¹⁴⁵ Os Latossolos são solos de grande profundidade, alta permeabilidade, com predominância de alumínio e caulinita nas frações de argila. Possuem estrutura fina e subdividem-se pela coloração (que varia em função do óxido de ferro – vermelhos -amarelo). Podzólicos são solos também profundos, menos intemperizados que os latossolos, possuem texturas variadas, com camadas bem definidas, maior concentração de argila no horizonte B, e são menos permeáveis.

¹⁴⁶ Textura do solo é a relação proporcional de areia, silte e argila (JENSEN, 2009; MOREIRA, 2005).

presença de óxidos de ferro nos solos tropicais¹⁴⁷, há uma diminuição da reflectância no infravermelho próximo, marcadamente em 0,9 μm . A partir do infravermelho próximo, a reflectância aumenta em comprimentos de onda mais longos. No entanto, observam-se marcantes regiões de absorção entre 1,4 e 2,0 μm (infravermelho médio) em decorrência da água presente na porção argilosa do solo e de alguns argilo-minerais¹⁴⁸.

Dependendo das características do solo, este terá maior ou menor capacidade de retenção de água criando uma relação inversa entre a reflectância e o aumento do teor de umidade (Figura 7.2-2). Como a água tende a absorver toda a REM incidente a partir do infravermelho, os solos mais úmidos aparecem mais escuros nas imagens, ao contrário de solos mais secos. Neste sentido, dependendo do regime de chuvas da região, torna-se mais complexa a interpretação das informações sobre o solo utilizando dados de sensoriamento remoto. Em condições de calor e umidade há um aumento dos processos de decomposição (vegetal e animal), que respondem pela presença de matéria orgânica no solo. Assim como a água, a matéria orgânica acarreta uma diminuição da reflectância do solo, entre as faixas do visível e infravermelho médio (Figura 7.2-3). Dependendo da quantidade de matéria orgânica no solo, ela pode mascarar outros elementos dele, tornando a curva espectral quase plana. (Figura 7.2-3).

¹⁴⁷ Nas argilas tropicais há mais óxido de ferro e alumínio (Moreira, 2005).

¹⁴⁸ Os dados de reflectância dos diversos tipos de frações minerais nos solos podem ser analisados a partir de bibliotecas espectrais digitais ou analógicas.

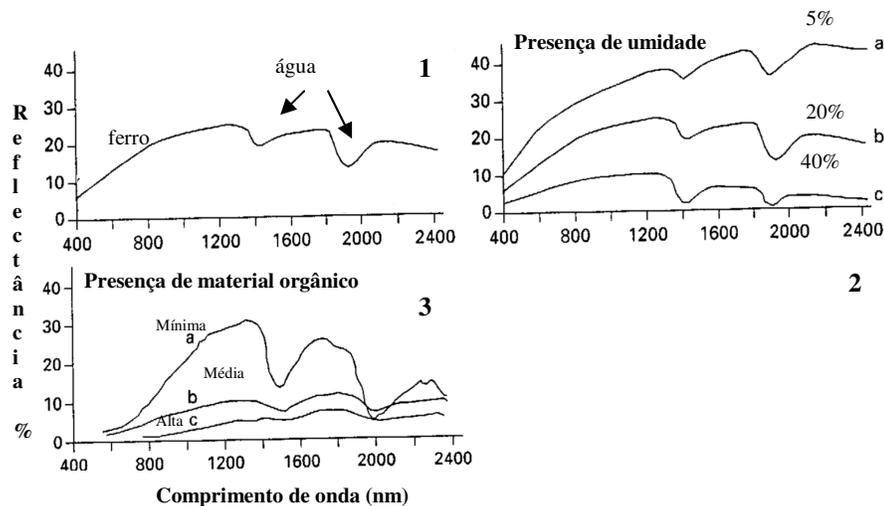


Figura 7.2 – Curva espectral de amostra de Latossolos (Latossolo-vermelho-escuro). Espectro padrão com áreas de absorção de água existente nas argilas (1), alterações provocadas pelo aumento do teor umidade no solo (2) e material orgânico (3).

Fonte: Adaptado de Chuvieco (2002).

A discriminação do comportamento espectral entre os diversos tipos de solo deriva de bandas de *absorção*, bem definidas, dentro do espectro eletromagnético, que podem identificar a presença de minerais no solo (óxidos de ferro, argilo-minerais), sendo que a porcentagem de reflectância (albedo do solo) é fortemente influenciada pelo teor de umidade e matéria orgânica no solo.

No infravermelho termal, a temperatura pode ser o fator mais importante na diferenciação do solo úmido e seco. Devido à inércia térmica da água, durante o dia os solos úmidos são mais frios e durante a noite são mais quentes, apresentando maior emissividade que os solos secos.

O solo enquanto substrato influencia também na reflectância da vegetação sobrejacente (estágio fenológico da cultura, tipo de vegetação, etc, pastagem, campos).

A quantidade de energia refletida pelo solo sofre interferência de fatores que devem ser analisados em conjunto, e como na maioria dos estudos utilizando dados de sensoriamento remoto, requer um conhecimento prévio das principais características dos solos da região em estudo.

7.3 – Análise do comportamento espectral da água

Assim como a vegetação, cujo padrão baseia-se em medidas do fator de reflectância das folhas, os corpos d'água (lagos, rios, mares, oceanos, etc) têm seu comportamento baseado em medidas obtidas em água pura¹⁴⁹, realizadas em condições controladas em campo e laboratório. A água, por suas propriedades moleculares, tende a apresentar baixa reflectância no visível e alta absorção de toda energia no restante do espectro. Por esta razão normalmente, mas não exclusivamente, os estudos deste alvo utilizando dados de sensoriamento remoto, se restringem a estas porções do espectro.

Na interação da REM com água pura, a energia incidente sofre maior reflexão na região visível, entre 0,4 - 0,5 μm (referente ao azul conforme Figura 7.3-a). À medida que aumenta o comprimento de onda aumenta também, a absorção (Figura 7.3- b). Mesmo, no visível, a porcentagem de reflectância da água é baixa, menos que 10%, visto que grande parte da energia incidente é absorvida e transmitida pela água.

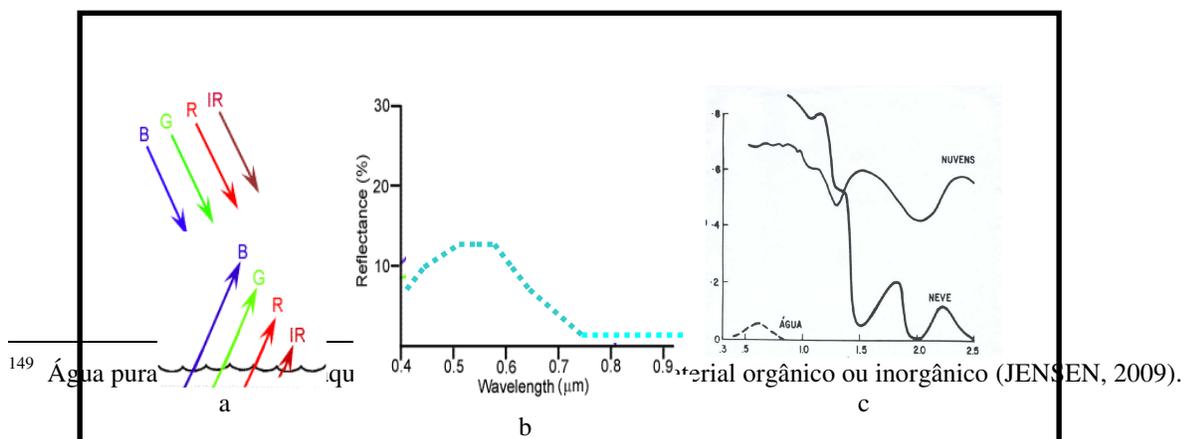


Figura 7.3 - Incidência da energia sobre a água pura (a). Curva de comportamento da água turva (b) e curva do comportamento dos estados físicos da água (c) no espectro óptico.

Fonte: Adaptado de CCRS (2009).

Esse comportamento padrão e a aparência da água nas imagens variam em decorrência da sua composição (Plâncton¹⁵⁰, substâncias orgânicas dissolvidas e partículas minerais¹⁵¹ em suspensão), e de fatores macroscópicos como alterações na rugosidade da superfície da água, sua profundidade e também por mudanças em seu estado físico.

A presença de plantas aquáticas na água, devido ao processo de absorção fotossintético das plantas, atua aumentando a absorção da REM na faixa do azul. Isso faz com que ocorra um deslocamento da curva (em relação à curva padrão) de reflectância da faixa de 0,4 - 0,5 μm em direção a 0,5 - 0,6 μm (azul e verde respectivamente). Ocorre um pico de absorção na faixa do vermelho em 0,65 μm e outro de reflectância na faixa do infravermelho próximo entre 0,69 - 0,7 μm .

A presença de minerais nos corpos d'água acarreta o aumento da sua reflectância no visível (Figura 7.3-b, água turbida). Dependendo do tamanho, tipo e quantidade, pode ocorrer, também, o deslocamento da curva de reflectância para a região de comprimentos de ondas mais longos onde, em condições de água pura, predomina a *absorção* da REM incidente.

¹⁵⁰ Plâncton é um termo genérico que descreve todos os organismos vivos (plantas e animais) presentes na água e que não resistem às correntezas. São subdivididos em organismos vegetais (fitoplâncton), organismos animais (zooplâncton), bactérias (bacterioplâncton) e outras formas de plantas como os fungos (algas) (JENSEN, 2009).

¹⁵¹ Sua concentração é maior em corpos d'água no interior do continente e costeiras, são compostos de silte, argila, silício, óxido de ferro, etc, resultante de processos erosivos, poluição, etc. (JENSEN, 2009).

A água no estado gasoso e sólido apresenta um comportamento distinto do estado líquido. A base de formação das moléculas que compõem a água, não muda quando esta passa de um estado para outro; entretanto, ocorrem alterações na estrutura molecular em termos de densidade, pressão, expansão e temperatura, que afetam sua interação com a REM (Figura 7.3-c). No estado gasoso (nuvem), a água apresenta alta reflectância no espectro óptico (80%), com picos de baixa *absorção* no infravermelho médio (1,2 – 2,5 μm). No estado sólido (neve) também apresenta alta reflectância (80%) até o infravermelho médio onde sua porcentagem de *absorção* (quase 100%) é maior do que aquela observada nas nuvens (JENSEN, 2009). Como na faixa do visível a neve e as nuvens apresentam comportamento semelhante; uma forma de diferenciá-las numa mesma imagem seria analisar a imagem na faixa do infravermelho médio.

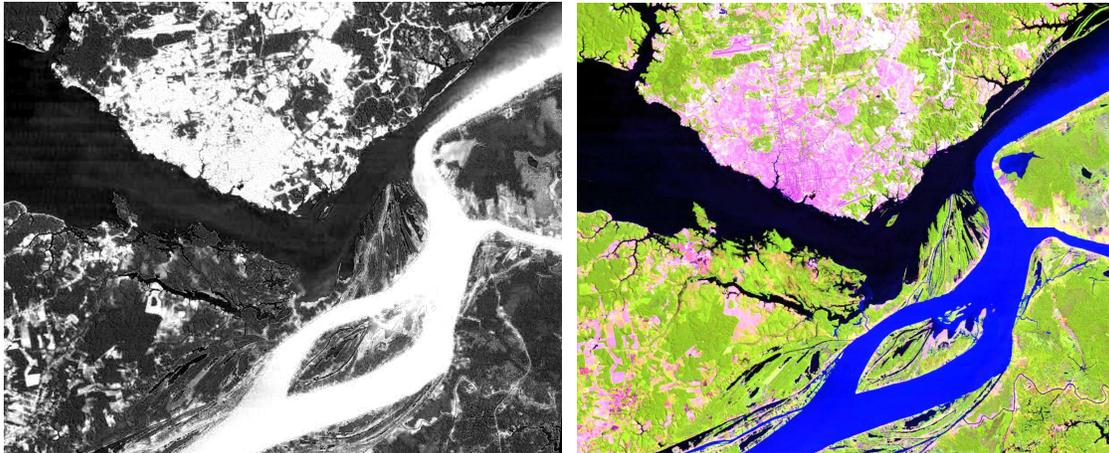
Na presença de material orgânico dissolvido¹⁵², o máximo de reflectância, da curva espectral da água, passa a ocorrer na região do verde e do vermelho e, esta, passa a apresentar cor amarelada em composição colorida das imagens. A concentração de material orgânico dissolvido na água tende também a aumentar a sua reflectância no infravermelho próximo. Quando a concentração de substância dissolvida é muito alta, como no caso do rio Negro (Figura 7.4) a absorção é total.

Na Figura 7.4 o efeito da presença de materiais orgânicos e inorgânicos em suspensão pode ser observado no fenômeno que ocorre na confluência do Rio Negro com o Solimões formando o Rio Amazonas¹⁵³. Nas imagens do satélite, as águas do Rio Negro, com grande quantidade de material orgânico apresentam um comportamento padrão (alta absorção) em todos os comprimentos de onda e baixa

¹⁵² Constitui-se de substâncias provenientes de excreção, secreção e de processo de decomposição de organismos aquáticos e terrestres (Mantovani, 1996)

¹⁵³ Por terem densidade, temperatura e velocidade de correnteza, também distintas, as águas dos rios Negro e Solimões (que se encontram próximo a cidade de Manaus), correm lado a lado, entre 5 a 7 km até se misturarem. O fenômeno é conhecido como o “encontro das águas”.

reflectância no espectro visível (A), aparecendo escuro na composição colorida (B). A água do rio Solimões, com grande quantidade de material sólido em suspensão (principalmente cálcio e magnésio) tem alta reflectância no visível (A), destacando-se em azul na composição colorida(B).



A

B

Figura 7.4 – Encontro entre as águas dos rios Negro e Solimões nas proximidades de Manaus - AM. Imagens do satélite Landsat -7 obtidas em 27/08/2001. A) Banda 3. B) composição colorida 5(R)4(G)3(B).

Fonte: Acervo INPE.

O vento provoca rugosidade (ondulações) na superfície da água, causando um aumento do espalhamento da REM incidente e da reflexão da água. Em águas rasas, a reflectância da água se mescla com a refletividade do material do fundo. Em águas profundas, quanto maior a profundidade, maior é a *absorção* (para a água pura). Esses elementos provocam em seu conjunto, e de modo geral, o aumento na porcentagem de reflexão dos corpos d'água.

A água tem maior capacidade de armazenar energia que outras coberturas¹⁵⁴. A REM *absorvida* pela água é *transmitida* até certa profundidade mantendo a temperatura da superfície estável no decorrer do dia e da noite. Essa alta inércia térmica da água é útil para o sensoriamento remoto, pois seu comportamento é muito semelhante ao do corpo negro. Ela *absorve* praticamente quase toda REM incidente e a *reemite* em forma de calor. Essa emissão é registrada pelos sensores que observam a região do infravermelho termal (8.5 - 14 μ m), sendo possível obter dados de temperatura aparente da superfície dos corpos d'água¹⁵⁵.

O comportamento espectral padrão da vegetação, da água, do solo normalmente é bem diferenciado em termos espectrais (Figura 7.5), o que permite identificar, mapear e realizar medidas sobre essas coberturas terrestres com muita precisão.

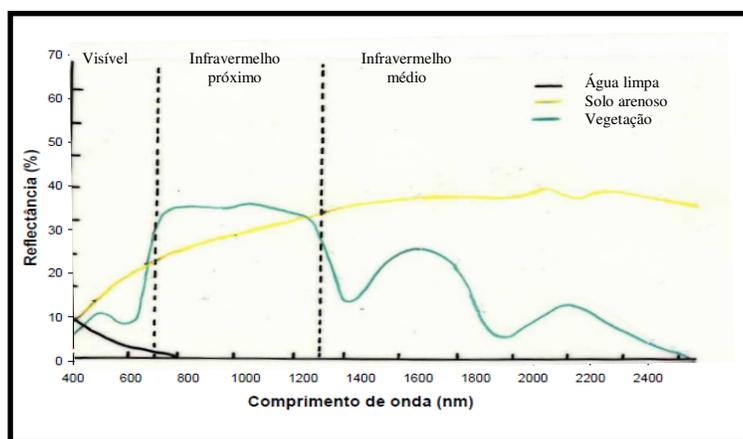


Figura 7.5 – Curva de comportamento espectral da água, solo e vegetação

Fonte : Adaptado de Florenzano (2007).

¹⁵⁴ As trocas energéticas dentro d'água ocorrem por movimentos de convecção, considerando massa e volume dos corpos d'água sua necessidade energética pode ser considerada infinita.

¹⁵⁵ Conhecendo a emissividade de um objeto, pode-se calcular sua temperatura aparente. Esta é uma medida relativa, já que o cálculo é realizado tendo em vista a relação do objeto com um corpo idealizado (corpo negro).

7.4 – Análise do comportamento espectral das áreas urbanas

Diferente de outros tipos de coberturas ou alvos, as áreas urbanas não podem ser caracterizadas por um comportamento espectral padrão. A vegetação, os corpos aquáticos e os solos, são superfícies com elevada homogeneidade em termos de cobertura, enquanto nas áreas urbanas, o que prevalece é a heterogeneidade das coberturas. As áreas urbanas são fisicamente formadas a partir de grande diversidade de materiais (superfícies de concreto, asfalto, telhados de vários materiais, solo, vegetação, água entre outros), com formas, alturas e arranjos, também variados.

O menor elemento numa imagem orbital (o pixel) representa a soma de todas essas coberturas, o que torna as áreas urbanas complexas do ponto de vista espectral conforme já apontava Erb (1974 *apud* Foster, 1983)¹⁵⁶. Segundo ele, a resolução espacial e a espectral são altamente correlacionadas, pois o tamanho do pixel determina se a informação espectral representa um objeto ou uma mistura de objetos da superfície. Quanto mais homogênea for a superfície, maior é a pureza do pixel em representar o objeto. Essa similaridade espectral é um problema para a identificação analógica e automática das áreas urbanas.

Numa imagem, com resolução espacial média (10 -50 m)¹⁵⁷, as manchas urbanas se distinguem por apresentar altos valores de reflectância na faixa do visível. Ocorre que o solo, dependendo das condições já descritas, apresenta um comportamento padrão, semelhante às áreas urbanas, assim como também influencia, enquanto substrato, outras coberturas terrestres.

¹⁵⁶ Incluindo também o desgaste dos materiais pelo envelhecimento das construções, conforme apontam estudos mais recentes realizados por Herold *et al* (2002).

¹⁵⁷ Conforme taxonomia elaborada por Blaschke e Kux (2007).

O uso do sensoriamento remoto, nestas resoluções, tem dificultado tanto na análise analógica (interpretação visual) como na análise automática, o mapeamento da cobertura urbana e não-urbana, pois não permite definir com precisão os limites entre ambas as áreas¹⁵⁸. Não permite também, identificar e separar com precisão temática, os tipos de uso intraurbano.

Uma alternativa para ultrapassar as questões espectrais nas aplicações urbanas, é a exploração da dimensão qualitativa da imagem, através de técnicas de interpretação visual. Esta técnica permite incorporar outros elementos além dos dados espectrais, como a forma, brilho, cor, textura, localização, análise de contexto, acrescentando também, o conhecimento que o analista possui da cidade e da região. Por esta razão, procuram-se utilizar as faixas do espectro que melhor contraste apresentem entre a área urbana e as outras coberturas do terreno.

Segundo Seevers (1985 *apud* Pereira, 2005), mesmo não havendo consenso entre os estudiosos do tema, as bandas 3, 4 e 5¹⁵⁹ do sensor TM- Landsat são as mais utilizadas para a interpretação visual, pois apresentam maior variação de tons e de textura das áreas urbanas e boa separabilidade entre esta e as demais coberturas (Figura 7.6). Alguns estudos como o de Niero *et. al.* (1982) recomendam ainda o uso de imagens do período de chuvas. Como no período seco os solos, as áreas urbanas e a vegetação tendem a aumentar a reflectância, isto causa uma diminuição do contraste entre estas coberturas. No período de chuvas a reflectância do solo e da vegetação é menor, conseqüentemente o contraste entre estas coberturas e as áreas urbanas é maior, contribuindo para melhorar a separabilidade espectral entre essas coberturas.

¹⁵⁸ A separação entre as diversas coberturas pressupõe precisão temática e os limites entre elas pressupõem precisão cartográfica (JENSEN 2009; CHUVIECO, 2002).

¹⁵⁹ Referente às faixas do vermelho (visível), infravermelho próximo e médio, respectivamente.



Figura 7.6- Imagem do Satélite Tm-Landsat-5, adquirida em 20/09/1995, na composição colorida das bandas (RGB-543) mostrando usos diferenciados e comportamento espectral semelhante entre as áreas urbanas (Ribeirão Preto) e áreas de cultivo de cana-de-açúcar (período seco).

Fonte: Acervo INPE.

O uso dos recursos da técnica de interpretação visual busca superar, embora não completamente, as limitações espectrais. No entanto, essa metodologia está sujeita a subjetividade, a morosidade e imprecisão dos limites temáticos e cartográficos nas áreas urbanas e intraurbanas. Por isso, os recursos de processamento digital visando realçar os limites e as diferenças entre as coberturas do terreno e os usos, se mostram mais adequados quando se trabalha com imagens digitais de média resolução espacial.

Dentre esses recursos, convém citar a extração automática das áreas urbanas utilizando dados de diferentes sensores ou incorporando informações do canal termal como apresentado por Lu e Weng (2005): aplicações de técnicas para redução da

dimensionalidade dos dados (redundância entre as imagens), dentre as quais destacamos a contribuição de Costa (1989).

Outro exemplo da busca de superação das limitações espectrais para o mapeamento das áreas urbanas nas imagens de sensoriamento remoto de média resolução, é a classificação híbrida. O uso de técnicas híbridas (automáticas e analógicas) também permite classificar e delimitar com certa precisão as manchas urbanas conforme aplicado em Pereira *et.al.* (2005), cujos procedimentos dependem em grande parte do conhecimento da área, e da experiência do intérprete. Vale a pena ressaltar os estudos de Small (2001, 2005) e Fuckner *et al* (2009) que buscam, através de algoritmos, separar os principais elementos (vegetação, solo, superfície impermeabilizada, sombra e água) que compõem a mistura espectral dos pixels das manchas urbanas das cidades, visando criar bibliotecas espectrais específicas para caracterizar o comportamento das cidades¹⁶⁰.

Em função dos problemas espectrais de mistura dos pixels e da alta variabilidade dos materiais que compõem as coberturas urbanas, e considerando uma resolução espacial média, os avanços das novas técnicas de classificação baseadas na cognição, mostram o potencial dessas novas metodologias para as aplicações do sensoriamento remoto nas áreas urbanas, como comprovam os resultados dos estudos realizados por Alves *et al* (2009) e Durand *et al* (2007). Para os dados orbitais de altíssima resolução espacial (4 a 0,5 metros)¹⁶¹, a questão cartográfica e temática teoricamente está resolvida, já que nessa resolução, muitos objetos tendem a ser maiores que um pixel da imagem. Diz-se teoricamente, pois esta resolução é muito alta, quando o objetivo é

¹⁶⁰ Smal (2005) analisou o comportamento espectral de 28 cidades em vários países e Fuckner *et al* (2009) analisaram as metrópoles do Rio de Janeiro e São Paulo.

¹⁶¹ Na classificação de Blaschke e Kux (2007) alta resolução espacial refere-se a 4-10m, muito alta 1 – 4m e ultra alta maior que 1m.

o mapeamento das áreas urbanas, sendo seu uso mais adequado para aplicações intraurbanas.

Como o foco das imagens de altíssima resolução espacial tem sido atualmente os estudos intraurbanos, e nesta escala vários objetos apresentam comportamento espectral semelhante, esforços para discriminá-los espectralmente, tem motivado estudos como os desenvolvidos por Herold, *et al* (2003, 2002), Souza e Kux, (2005). Estes estudos mostram que muitas coberturas do terreno ou alvos na escala intraurbana, ao longo do espectro, possuem constituição semelhante e não são passíveis de separação espectral.

A limitação espectral das imagens de alta resolução espacial vem motivando a incorporação cada vez maior do conhecimento humano nas análises intraurbanas a partir dessas imagens, como pode ser observado em exemplos, no Brasil, dos trabalhos desenvolvidos por Antunes, (2003), Pinho (2005), Alves (2005), Araujo (2006), Novack (2009), entre outros.

Capítulo 8

8.1- Interpretação das imagens orbitais

Conhecendo o comportamento espectral das principais coberturas terrestres, o analista pode fazer uso das imagens para extrair informações que lhe sejam úteis, utilizando diferentes metodologias. A imagem é uma entidade que permite a interpretação qualitativa e quantitativa. A qualitativa visa ressaltar na imagem as características visuais para os procedimentos de interpretação analógica, assunto que não trataremos neste trabalho¹⁶². A análise quantitativa se utiliza de ferramentas que buscam explorar a imagem enquanto entidade numérica, o que será abordado mais detalhadamente na sequência deste trabalho. Em ambas as metodologias, no entanto, o aspecto visual da imagem é importante, pois visa realçar, para o analista, de forma geral, alguma característica da imagem e associá-la a cores.

8.1.2 - Entendendo as cores nas imagens orbitais

Um sensor registra, numa única passagem do satélite, para cada área da superfície terrestre, um número variável de imagens, onde cada uma representa a mesma área vista sob diferentes faixas (ou bandas) do espectro. Cada banda é produzida em tons de cinza, cuja discretização é função da resolução radiométrica de cada sensor como vimos anteriormente. Uma imagem digital colorida é formada a partir da combinação de bandas do espectro com as cores primárias (azul, verde e vermelho) das quais se originam todas as demais cores.

¹⁶² Vide a respeito em Novo (2008), Jensen (2009), Florenzano (2007), Chuvieco (2002), Moreira, (2005).

A variação das cores nas imagens pode ser entendida através do conhecimento do comportamento espectral padrão das diferentes coberturas terrestres e do processo de formação de cores. Há dois processos de formação de cores: o aditivo e o subtrativo (Figura 8.1). No processo aditivo, a mistura das cores primárias, resulta numa cor secundária: amarelo, magenta (rosa), ciano (azul-claro). No processo subtrativo são obtidas as cores primárias: azul (azul-escuro), verde e vermelho (FLORENZANO, 2007; MOREIRA, 2005).

O processo aditivo está relacionado à *reflectância* e o processo subtrativo à *absorção*.

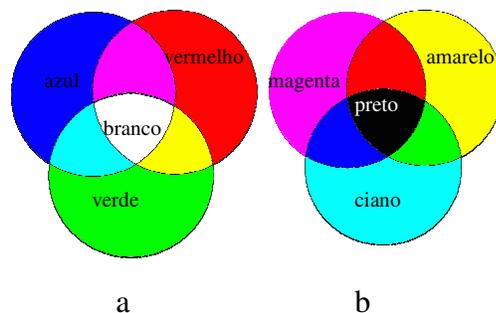


Figura 8.1 – Processo de formação das cores: Aditivo (a) e subtrativo (b)

Observa-se que a cor branca corresponde à soma de todas as cores primárias e o preto é a subtração de todas as cores ou a ausência de cor¹⁶³. Portanto, se um objeto aparecer claro ou escuro em todas as bandas utilizada na composição colorida, ele permanecerá branco ou escuro.

¹⁶³ Isaac Newton foi pioneiro no estudo da natureza da radiação visível e sua decomposição através de um prisma. Foi também o primeiro a explicar que as cores dos objetos são resultado de como eles interagem e *refletem* a energia solar de alguma porção do espectro (MOREIRA, 2005; JENSEN, 2009).

Nas imagens, a intensidade da cor dos objetos depende desses processos. Dependendo da quantidade de energia refletida pelo objeto em cada banda do espectro e da sua projeção através de filtros coloridos, define-se qual será a cor do objeto na imagem. Como isso ocorre na prática é exemplificado nas Figuras 8.2, 8.3 e 8.4, com imagens do sensor ETM+ do satélite Landsat-7 ¹⁶⁴.



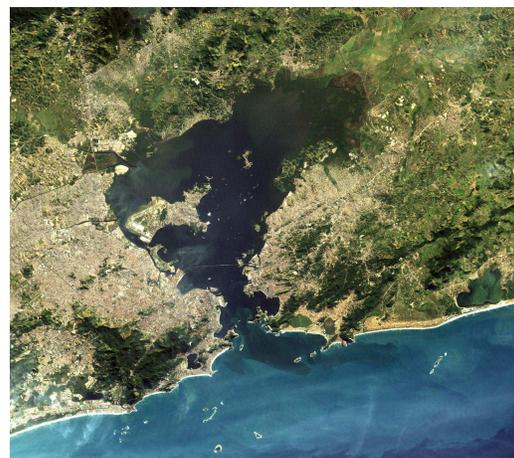
Banda 1



Banda 2



Banda 3



Composição Colorida cor verdadeira
3(R)2(G)1(B)

0 3 6 9 12 15
Km

¹⁶⁴ Imagens do acervo digital do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Figura 8.2 – Bandas monocromáticas da porção visível do espectro e eletromagnético e composição cor verdadeira (Imagem ETM + Satélite Landsat 7 – adquirida em 27/09/2003, cobrindo a Baía de Guanabara na cidade do Rio de Janeiro).

As 3 bandas da Figura 8.2 representam a porção visível do espectro eletromagnético. Nas bandas 1 e 2, os tons mais claros representam as áreas urbanas, os solos e os corpos d'água. Essa porção do espectro é aquela mais afetada pelo efeito do espalhamento da REM na atmosfera, que vai diminuindo conforme aumenta o comprimento de onda (do azul para o vermelho), causando um efeito “esfumaçado” visualmente perceptível nas bandas 1 e 2 e menor na banda 3¹⁶⁵, que apresenta mais nitidez em relação às bandas 1 e 2.

Na composição colorida, a água com material em suspensão aparece em azul-clara, e representa a refletividade nas bandas 1 e 2. A vegetação em verde representa a absorção da REM nas faixas do azul e vermelho. As áreas urbanas, por refletirem mais nas bandas 2 e 3, sua cor na composição colorida será resultante do processo de adição dos filtros verde e vermelho, no caso um tom de amarelo claro. A orla da praia aparece em branco nas 3 bandas, pois reflete com intensidade nas 3 bandas.

Na Figura 8.3, na banda 3 (faixa do visível), a vegetação e a água apresentam tons escuros enquanto as áreas urbanas e o solo apresentam tons bem mais claros. Na banda 4 (infravermelho próximo), faixa do espectro de maior reflexão da vegetação, as áreas com cobertura vegetal aparecem em tons claros. As áreas urbanas aparecem em tons de cinza médios, enquanto as águas, devido à alta absorção nestes comprimentos de onda, passam a apresentar tonalidades mais escuras. Na banda 5 (infravermelho

¹⁶⁵ Na região visível do espectro é alta a influência atmosférica (que decresce da faixa do azul para a faixa do vermelho).

médio) a vegetação e as áreas urbanas apresentam tons de cinza mais claro, com baixo contraste entre essas duas coberturas, provavelmente pelo fato da imagem ter sido adquirida em um período de baixa pluviosidade. Num período mais úmido a vegetação, pela disponibilidade hídrica, estaria absorvendo a REM e apresentaria nesta banda tons mais escuros.

Na composição colorida a área urbana, apresenta maior intensidade de radiância nas bandas 3 e 5 (filtro azul e vermelho respectivamente). Como a intensidade é maior na banda 3, esta cor está mais presente na representação das áreas urbanas (em tom lilás, uma variação do magenta). A vegetação aparece em verde-claro, em conformidade com a alta reflectância da vegetação na banda 4 (verde), com exceção de áreas de mangue no interior da bacia que, pelas condições de alagamento, apresentam tom de verde mais escuro. Os solos se confundem com as áreas urbanas pelo comportamento semelhante. Os corpos d'água aparecem em ciano escuro, devido à baixa reflectância da água na banda 3 e à alta absorção nas bandas 4 e 5.

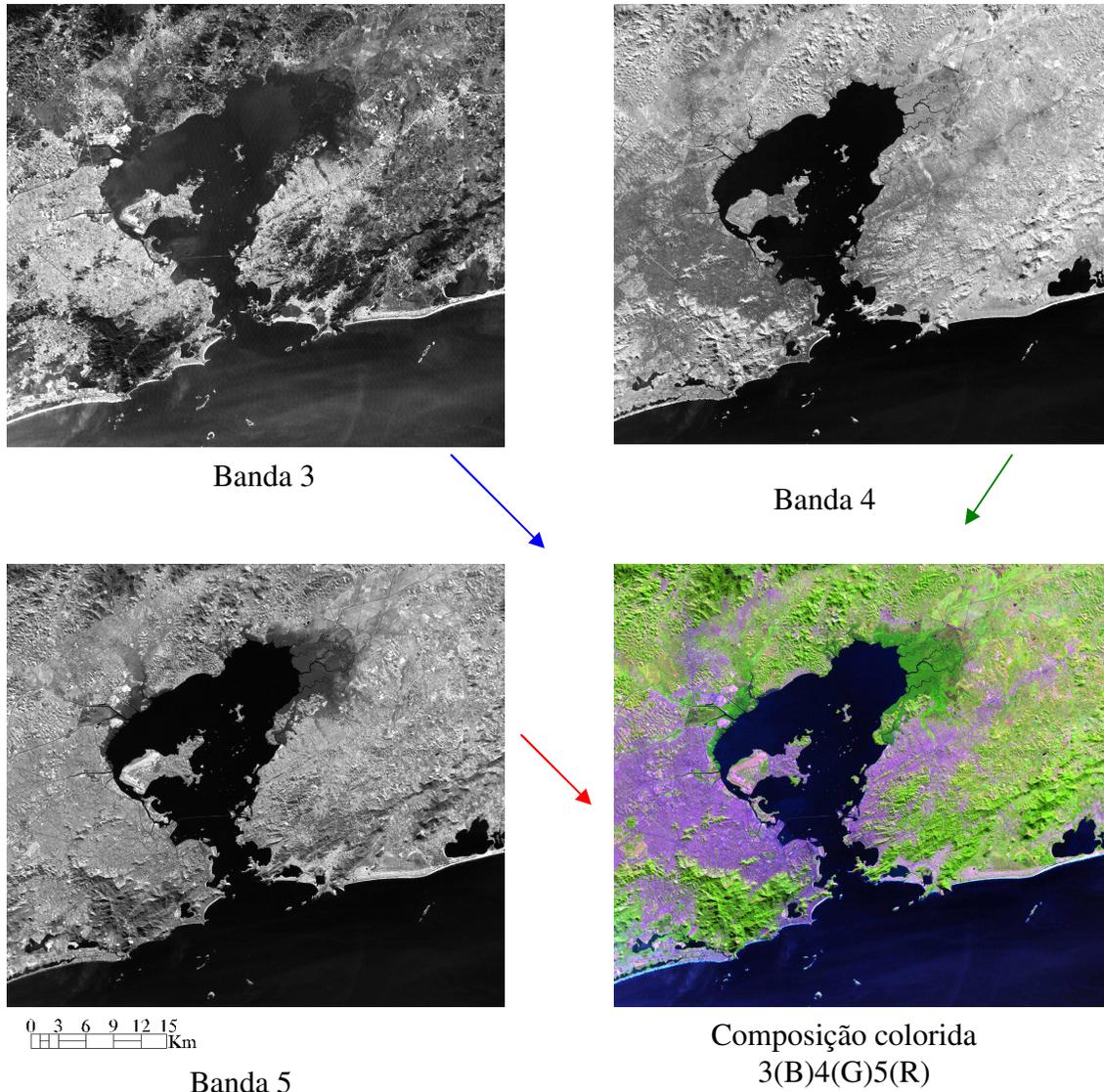


Figura 8.3 – Bandas monocromáticas da porção visível (banda 3), infravermelho próximo (banda 4) e infravermelho médio (banda 5) do espectro eletromagnético e composição colorida (sensor ETM + Satélite Landsat 7, adquirida em 27/09/2003, cobrindo a Baía de Guanabara na cidade do Rio de Janeiro).

Em geral, se um objeto é claro (*reflectância*) ou escuro (*absorção* ou área de sombra) em todas as imagens, ele deve aparecer branco ou preto na composição colorida. Quando ele aparece claro ou escuro em somente uma das bandas, a sua aparência na composição colorida, dependerá da combinação dessas bandas, realizada de acordo com os objetivos do analista. Uma forma de aumentar o contraste entre os objetos e destacá-los é gerar uma da composição colorida falsa-cor, como a exemplificada na figura 8.4.

Nesta imagem as áreas urbanas aparecem em ciano, como resultado da associação da banda 3 no filtro azul, da banda 5 no filtro vermelho (processo aditivo), confundindo-se com as áreas de solo exposto. A cor da vegetação, com diferentes tonalidades variando do vermelho ao amarelo-escuro, é decorrente da umidade para as áreas mais escuras, da influência do solo e de baixa pluviosidade do período (estresse hídrico da vegetação), para as áreas mais claras.

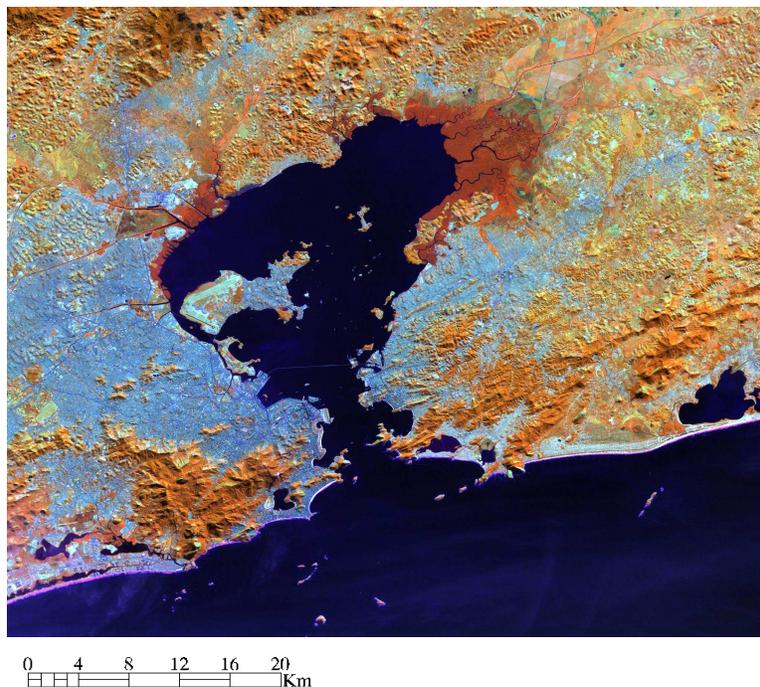


Figura 8.4 – Composição falsa-cor 3(B)4(R)5(G). Imagem ETM + Satélite Landsat 7, adquirida em 27/09/2003, cobrindo a Baía de Guanabara na cidade do Rio de Janeiro.

8.2 - Processamento digital de imagens orbitais

Uma imagem de sensoriamento remoto deve ser entendida como resultante do processo de registro, armazenamento e transformação da radiação eletromagnética (REM) em um dado passível de interpretação. Segundo Chuvieco (2002), qualquer operação que se aplique sobre as imagens, deve partir do seu entendimento enquanto entidade digital.

Estruturalmente, uma imagem digital é constituída por uma matriz numérica de três dimensões. Cada elemento da matriz (pixel) tem sua localização no espaço absoluto definida por um par de coordenadas x, y (linha-coluna, latitude, longitude) e por um atributo numérico (numero digital- ND)¹⁶⁶ representando a radiância. O ND pode variar de banda para banda, conforme a intensidade da energia (refletida ou emitida) pelos objetos e captada pelo sensor, que também é dependente do comprimento de onda. O ND é representado por um nível de cinza, sendo ele um número inteiro e finito e variando conforme a resolução radiométrica do sensor (Figura 8.5).

¹⁶⁶ Dado que:

$P_i(x, y, nd) \rightarrow nd = f(L) \quad L = \text{Radiância}$

ND na literatura pode ser encontrado como Digital Number, Pixel value, grey level, etc.

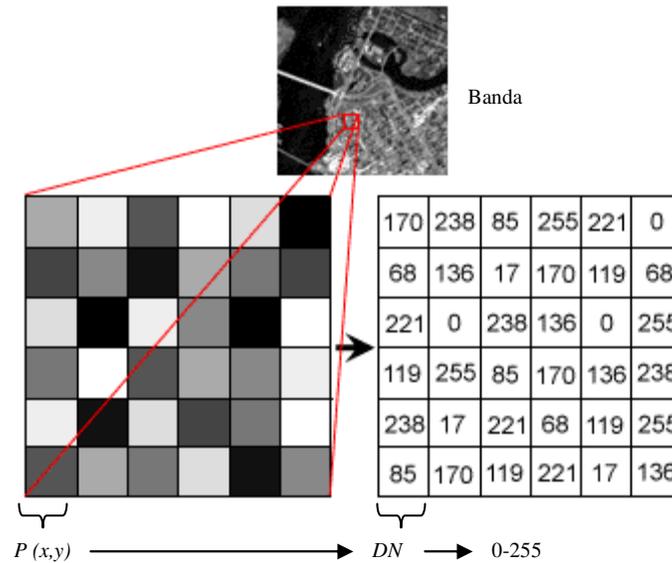


Figura 8.5 - Representação matricial de uma imagem digital com resolução radiométrica de 8 bits.

Fonte: Adaptado de CCR (2009).

A necessidade de melhorar a qualidade dos processos de extração de informações dos produtos digitais de sensoriamento remoto levou ao desenvolvimento de técnicas conhecidas como processamento digital de imagens (PDI). Estas técnicas baseiam-se em métodos matemáticos que buscam descrever as imagens quantitativamente. Segundo Crosta (1992), a função das técnicas de PDI é fornecer ferramental para facilitar a identificação e a extração das informações contidas nas imagens.

Qualquer sistema para análise de imagens digitais deve conter as funções que permitam fazer:

- Correções nas distorções das imagens;
- Realçar as imagens;
- Classificar as imagens.

As imagens de sensoriamento remoto estão sujeitas a distorções geométricas e radiométricas que precisam ser corrigidas para que os dados obtidos a partir delas sejam confiáveis. Na fase de aquisição das imagens, o movimento de rotação da Terra, a forma da Terra e as variações na estabilidade da plataforma espacial, causam distorções geométricas (topográficas) nas imagens, que devem ser ajustadas a uma projeção cartográfica, para que cada objeto na imagem tenha a maior correspondência possível com o terreno. Isto, é importante quando se pretende integrá-las em bases de dados digitais, com dados provenientes de outras fontes, ou para a sua apresentação (ou das informações extraídas) em forma de mapas.

Em muitos casos, dependendo das condições de relevo da área de estudo e da escala de trabalho, as imagens devem passar por um processo rigoroso de correção de distorções geométricas: a *ortorretificação*. Neste processo são incorporadas informações de altitude para a correção das imagens, agregando mais qualidade e acurácia às informações obtidas, principalmente nas medidas, geradas a partir das imagens.

O sinal captado pelo sensor pode sofrer interferência da atmosfera, do relevo, erros inerentes ao próprio sistema sensor e também erros na conversão do sinal. São erros que não podem ser evitados, e seus efeitos são importantes, na medida em que interferem na grandeza medida, ou seja, a radiância. A remoção desses erros é essencial, em determinadas aplicações¹⁶⁷.

As técnicas de realce de imagens permitem ao analista melhorar qualitativamente o aspecto visual da imagem, banda a banda ou para um conjunto de bandas. Podem ser

¹⁶⁷ Quando há necessidade de comparar imagens adquiridas em períodos diferentes, estimar a reflectância dos objetos, inferir medidas de temperatura, índice de vegetação, etc.

subdivididas por operarem com NDs dos pixels individualmente, em cada banda, ou por trabalharem os NDs de um conjunto de bandas¹⁶⁸. No primeiro caso, dependendo dos objetivos, podem-se utilizar técnicas de realce por histograma¹⁶⁹ ou técnicas de filtragem.

As técnicas de realce por histograma são úteis para manipular a distribuição (compressão e expansão) do range dos níveis de cinza da imagem em relação aos mínimos e aos máximos (inteiros e positivos) da escala de representação original (por exemplo, entre 0-255). A análise do histograma da imagem fornece parâmetros para o conhecimento estatístico da imagem, úteis para a definição de qual tipo de contraste será usado, tendo em vista os objetivos do analista.

As técnicas de filtragem visam reforçar ou suavizar algum padrão espacial, tendo como base a variação de tonalidade (frequência espacial) dos ND de um pixel e seus vizinhos. Os limites entre as frequências espaciais podem ocorrer de forma suave em regiões onde os pixels são mais homogêneos, ou de forma abrupta onde há muita variação. Dependendo da aplicação, um desses aspectos pode ser reforçado com as técnicas de filtragem¹⁷⁰.

A análise de imagens adquiridas em diferentes porções do espectro (conjunto de bandas espectrais de uma área) mostra que estas imagens tendem a apresentar correlações espectrais. Estas redundâncias podem ser reduzidas por meio de técnicas, que variam em termos de complexidade matemática, e que possibilitam agrupar, em um número menor de bandas todas as informações contidas nas imagens. Dependendo dos objetivos, podem-se realçar as diferenças ou semelhanças entre feições nas

¹⁶⁸ Normalmente chamados de realce radiométrico e realce espectral.

¹⁶⁹ Um histograma representa graficamente a intensidade média e o espalhamento dos ND da imagem (CROSTA, 1992), permitindo manipular os valores claros e escuros nas imagens.

¹⁷⁰ Como por exemplo, reduzir a variabilidade espacial presente em uma cobertura do solo para segmentação.

imagens ou ainda avaliar mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra, em imagens obtidas em períodos distintos.

Todos esses procedimentos (correção e realce) são importantes, porém nem sempre necessários, com exceção dos procedimentos de correção geométrica. A seleção e utilização dos recursos de PDI dependem das necessidades e objetivos do analista, em criar condições para que as informações obtidas sejam cada vez mais próximas às observadas no mundo real.

Muitos procedimentos de PDI visam também realçar aspectos da imagem, preparando-a para a classificação. A classificação de imagens digitais pode ser entendida como o processo de rotulação dos pixels que compõem a imagem de acordo com os diferentes usos e coberturas do solo (MOREIRA, 2005).

Os classificadores podem ser divididos em classificadores pixel a pixel e classificadores por regiões. Os primeiros utilizam apenas o nível de cinza de cada pixel para identificar o seu agrupamento no procedimento de classificação. Entretanto, segundo Crosta (1992), sabe-se que o conteúdo de informação de uma imagem de sensoriamento remoto baseia-se tanto no nível de cinza ou cor de cada pixel individualmente, como no arranjo espacial dos pixels (textura e forma). O processo de análise de pixels de forma isolada apresenta a limitação da análise pontual. Para superar estas limitações, propõe-se o uso da classificação por regiões. Esse tipo de classificação baseia-se no princípio de analisar não apenas o pixel, mas dividir a imagem em pequenos segmentos, considerados objetos na imagem. A segmentação baseia-se no reconhecimento de padrões de níveis de cinza da imagem. Primeiro a imagem é fracionada em termos de descontinuidade/similaridade entre os níveis de

cinza dos pixels e em seguida, considerando um fator de similaridade e área,¹⁷¹ os pixels são agrupados em regiões (ou objetos).

Para as imagens de altíssima resolução espacial outra abordagem se faz necessária: a *segmentação multiresolução*¹⁷². Segundo Antunes (2003), a abordagem convencional considerando somente a variância espectral, não gera bons resultados nessas imagens, devido justamente a sua alta variabilidade espectral. A segmentação multiresolução incorpora aspectos espaciais (forma e topologia) aos aspectos espectrais na formação das regiões. As relações topológicas existem também em diferentes escalas (tamanho de áreas). Isso permite que segmentos menores sejam agrupados a segmentos maiores, pertencentes a outro nível ou escala. Os objetos resultantes formarão uma rede hierárquica com vários níveis de hierarquia, participando de uma rede de relacionamento com outros objetos vizinhos e próximos (BLASCHKE et al, 2000).

Nas duas abordagens (segmentação e segmentação multiresolução), os objetos extraídos das imagens são considerados posteriormente, para efeito de classificação, como unidades.

Podemos considerar que para cada conjunto de elementos (pixels, ou objetos) com características semelhantes, será associada uma classe de uso ou cobertura do solo, sendo esta classe definida de acordo com os objetivos da classificação.

Tradicionalmente os métodos de classificação se dividem em: classificação supervisionada e classificação não-supervisionada (CROSTA,1992; CHUVIECO, 2002; MOREIRA, 2005). Na classificação supervisionada o usuário identifica alguns pixels ou regiões pertencentes às classes de interesse e com base em um conjunto de regras

¹⁷¹ A similaridade é baseada na média entre as regiões e a área é considerada o número mínimo de pixels para compor uma região.

¹⁷² A segmentação é usada principalmente, mas não exclusivamente, nas imagens de altíssima resolução espacial.

estatísticas (que varia em complexidade) aplicada sobre as amostras, o computador classifica as imagens. Na classificação não-supervisionada o programa, sem a interferência do usuário, realiza uma análise das imagens e determina o agrupamento dos pixels (ou regiões) tendo por base algoritmos estatísticos. O método não supervisionado é normalmente utilizado como exploratório pelo analista, visando conhecer o comportamento estatístico dos níveis de cinza da imagem, facilitando a coleta de amostras para a classificação supervisionada ou quando o analista não tem um bom conhecimento da região de estudo.

Esses procedimentos de classificação vêm sendo utilizados largamente e com bons resultados para as imagens de média resolução espacial. No entanto, devido à alta variabilidade espacial dos níveis de cinza que compõem as imagens de altíssima resolução e também, devido à baixa resolução espectral dessas imagens, os métodos tradicionais não separam com precisão as inúmeras feições representadas nestas imagens. Nesse sentido, outro tipo de abordagem se faz necessária. Dentre elas destacamos a análise orientada (baseada) em objetos¹⁷³, que, juntamente com a segmentação multirresolução, permitem integrar o conhecimento do interprete e as rotinas de processamento digital no processo de classificação de imagens.

Este tipo de análise baseia-se no conhecimento humano para classificar uma imagem. Cada objeto representa então uma feição do mundo real. O intérprete analisa as características e o comportamento (estatisticamente, geometricamente, relacionalmente) dos objetos individualmente e em cada nível hierárquico e cria um conjunto de regras para agrupá-los em classes temáticas. Dentre estas regras destaca-se a lógica *fuzzy*, que permite modelar a incerteza no processo de classificação, podendo o objeto pertencer a varias classes, com distintos graus de pertinência (DEFINIENS, 2003)

¹⁷³ Object-based image analysis (OBIA).

Os resultados obtidos por esta nova abordagem são significativos como comprovam estudos já citados neste trabalho dentre outros¹⁷⁴. No entanto, ainda há poucos pacotes de software que disponibilizam este tipo de análise como aponta Blasch e Kux (2007). Além disso, o alto custo desses pacotes limita o uso dessas técnicas entre os usuários das imagens de sensoriamento remoto, o que tem motivado o desenvolvimento de pacotes similares no Brasil¹⁷⁵, para distribuição gratuita.

Independentemente do método, todo resultado de um processo de classificação é um mapa temático, mostrando a distribuição geográfica de determinados temas. O mapa resultante, para ser confiável deve passar por algum tipo de avaliação qualitativa. Os métodos estatísticos de avaliação de acurácia mais utilizados em sensoriamento remoto baseiam-se numa matriz de erros ou matriz de confusão. A metodologia consiste em comparar concordâncias entre os dados obtidos pela classificação e um mapa de referência ou amostras coletadas em campo. Este tipo de análise permite conhecer a concordância entre os dados de referência e o mapeamento, assim como os erros de omissão e inclusão, sendo este, um dos procedimentos mais eficientes para se avaliar a exatidão temática da classificação segundo Congalton e Green (1999)¹⁷⁶.

Segundo Antunes (2003), para a classificação baseada em lógica *fuzzy* é interessante utilizar conjuntamente na avaliação, o índice de ambigüidade ou instabilidade da classificação. Este índice permite avaliar a classificação a partir do grau de incerteza associado à pertinência das classes. Quanto maior o grau de pertinência maior é a estabilidade da classificação.

¹⁷⁴ Vide trabalhos publicados no 2º International Symposium On Remote Sensing and Urban Areas realizado em Regensburg (Alemanha) em 2001 e sessão especial OBIA do International Geoscience and Remote Sensing Symposium- *Igarss*--2006 realizada em Denver –Colorado – EUA.

¹⁷⁵ Para detalhes sobre o projeto ver em: <http://www.lvc.ele.puc-rio.br/projects/interimage/index.html>

¹⁷⁶ Os coeficientes mais utilizados são o *Kappa* e *Tau*

As técnicas automáticas e analógicas de extração de informações a partir das imagens de sensoriamento remoto, assim como o conhecimento sobre a origem e formação as mesmas são úteis, pois fornecem os subsídios necessários que permitem explorá-las de forma qualitativa e quantitativa. Utilizá-las em estudos que buscam novas formas de conhecimento sobre o contexto ambiental intraurbano no qual vivem as pessoas é o objetivo deste trabalho.

PARTE III
MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A ANÁLISE
Capítulo 9

Este capítulo explica os procedimentos de pré-processamento realizados para a preparação das imagens de alta resolução espacial para, realizar os ajustes necessários e integrá-las ao Banco de Dados com as informações dos setores socioeconômicos e das quadras residenciais da cidade, para a definição das amostras e posterior classificação e quantificação dos elementos, que nesta análise sobre a diferenciação espacial, permitirão a caracterização residencial.

9.1 – Materiais

Foram utilizados os seguintes dados digitais:

- Imagens do satélite *QuickBird-2* nas bandas: pancromática com 0.60m de resolução espacial, compreendendo a faixa espectral de 0.45 – 0.90 μm e Multiespectral com resolução espacial de 2.4 m compreendendo as faixas de 0.45 – 0.52 μm (azul), 0.54 – 0.60 μm (verde), 0.63 – 0.69 μm (vermelho) e 0.76 – 0.90 μm (infravermelho próximo). Adquiridas em 03 de outubro de 2003, com ângulo de visada 10° *off nadir* tipo *ORStandard – 2A* com erro de posicionamento em torno de 23 metros¹⁷⁷ e resolução radiométrica de 16 bits.

¹⁷⁷ Podendo ser maior dependentemente do ângulo de visada do sensor e do relevo

- 22 Pontos de controle obtidos em levantamento realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), utilizando Differential Global Positioning System (DGPS) em setembro e outubro de 2006.
- Banco de Dados Cidade Viva (PMSJC, 2010), base geográfica de referência contendo:
 - Setores socioeconômicos de planejamento,
 - Grade numérica de elevação do terreno obtida a partir das curvas de nível digitalizadas da carta 1/10.000 do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC),
 - Ortofotos digitais da cidade de São José dos Campos, obtidas no ano de 2000, na escala de 1/30.000 e resolução espacial de 0,6m.

Foram também utilizados os seguintes *softwares* aplicativos:

- PCI – Geomática 9.0 para ortorretificação
- Envi 4.7 - Para a realização das etapas de pré-processamento sobre as imagens
- Spring 4.3 - Para a manipulação do banco de dados Cidade Viva (PMSJC, 2003), e seleção das quadras amostrais.
- Definiens 7.0 - Para a análise de imagens orientada a objetos.
- Microcomputador AMD Atlon Dual Core, Processador 5400B 3GHz 6Gb de RAM – Sistema Operacional Windows XP, versão 2002.

9.2 – Procedimentos metodológicos

9.2.1 - Pré-processamento

Os procedimentos de pré-processamento adotados visam preparar as imagens em termos posicionais, espectrais e espaciais para o mapeamento e a obtenção de medidas mais precisas sobre os resultados do mapeamento e permitir a análise de diferenciação espacial.

Ortorretificação

A ortorretificação das imagens digitais é um procedimento necessário quando se trabalha com os dados de alta resolução espacial, pois estas imagens apresentam maiores distorções que as imagens de média e baixa resolução espacial (ARAÚJO *et al*, 2007). Dentre os métodos de ortorretificação disponíveis, foi utilizado o modelo desenvolvido especialmente para as imagens do satélite *Quickbird-2* no aplicativo *OrthoEngine*¹⁷⁸. O procedimento é totalmente automático, desde que fornecidos os parâmetros de entrada para o sistema. Estes parâmetros, dependendo do tipo de imagem, podem ser fornecidos pela empresa responsável pela operação do satélite e permitem ao programa a reconstrução da geometria do sensor no momento do processo de aquisição da imagem (ARAÚJO *et al*, 2007), ou podem ser fornecidos pelo

¹⁷⁸ Vide em WWW.pcigeomatics.com

usuário através de modelo de representação numérica da altitude do terreno (DEM)¹⁷⁹, compatível com a resolução da imagem e pontos de controle terrestre coletados para a área de estudos. A avaliação dos resultados da ortorretificação pode ser realizada com base em dados cartográficos digitais existentes.

Fusão

Como vimos, o conteúdo informativo de uma imagem está diretamente relacionado às suas resoluções, sendo coadjuvante o papel das resoluções espectral e espacial. Algumas técnicas de PDI¹⁸⁰ permitem gerar um produto híbrido agrupando essas duas qualidades da imagem. Sobre as 4 bandas multiespectrais originais com resolução espacial de 2.4 metros e a banda pancromática com 0,6 m foram realizadas transformações dando origem a novas bandas multiespectrais que preservaram as características multiespectrais da imagem original, mas com a resolução espacial da banda pancromática.

O objetivo da utilização desta técnica é melhorar a definição dos detalhes visuais da imagem para a análise tanto qualitativa, quanto quantitativa. O método utilizado neste trabalho foi o de fusão por Principais Componentes, pois este método é o que apresenta melhor transferência de detalhe e conservação das informações espectrais das imagens originais (PINHO, 2005; NOVACK, 2009). Esta é uma técnica estatística para a transformação de dados multivariados de variáveis correlacionadas em um conjunto não correlacionado de novas variáveis. Em seguida a primeira componente é equalizada (média e variância) com a banda pancromática sendo realizada a transformação inversa, onde a primeira componente é substituída pela banda pancromática (SCHNEIDER, 2003). Obtém-se como resultado um novo conjunto de

¹⁷⁹ Digital Elevation Model. Foi utilizada uma Grade triangular de elevação, gerada a partir de curvas de nível das cartas topográficas 1/10.000 com equidistância entre as curvas mestras de 5 metros.

¹⁸⁰ Processamento Digital de Imagens.

bandas preservando o intervalo espectral original, com resolução espacial maior, no caso, 0.6 metros¹⁸¹. O software utilizado para este procedimento foi o Envi na versão 4.7. Para a análise quantitativa e qualitativa utilizou-se o Spring 4.3.

9.2.2 – Definição das áreas amostrais

Tendo em vista que este trabalho visa, a partir da análise do espaço concreto, criar uma caracterização de possíveis tipologias espaciais das áreas residenciais consolidadas do município de São José dos Campos, buscou-se trabalhar com unidades territoriais definidas pela prefeitura, que se configuram como uma tipologia: as Regiões Socioeconômicas de Planejamento Urbano.

A Secretária de Planejamento Urbano de São José dos Campos vem, desde 1995, elaborando um banco de dados socioeconômicos do município, enquanto instrumento que possibilite maior conhecimento do território e que também seja útil para a definição de políticas públicas. Por força de Lei n. 6378/03, definiram-se os setores socioeconômicos de planejamento (Anexo 7), compatibilizados com as bases dos setores censitários do IBGE. O setor socioeconômico consiste em agrupamentos de loteamentos ou bairros contíguos que apresentam características socioeconômicas semelhantes, e cada setor socioeconômico está contido em uma das seis Regiões Geográficas que compõem a macro divisão da cidade.

Cada setor possui um perfil descritivo caracterizado pelas variáveis:

- Demográficas (tamanho e perfil etário da população);
- Habitacionais (tipo de domicílio: casa, apartamento, cômodo), forma de ocupação (alugado, próprio, cedido), faixa de valores dos aluguéis;

¹⁸¹ Tecnicamente chamado de reamostragem espacial

- Econômicas (ramo de atividade da população empregada, níveis de desemprego, nível de instrução). Classe de consumo considerando o poder aquisitivo (igual ao utilizado para elaborar as normas das tipologias dos loteamentos)¹⁸².
- Circulação (acessibilidade de transporte coletivo¹⁸³ e existência de automóveis por domicílio).

Baseados nessas variáveis foram definidos 28 setores socioeconômicos distribuídos da seguinte forma: três, na região norte, três na porção central, seis a leste, seis ao sul, três a sudeste e dois a oeste (Anexo 7). Quatro setores foram definidos como setores especiais: áreas de ocupação irregular e favelas e um setor que não foi avaliado tendo em vista seu caráter Institucional¹⁸⁴, resultando em 23 setores para a análise.

Um exame nestes setores para a verificação da homogeneidade espacial dos elementos da cobertura de interesse deste trabalho permitiu agrupá-los, quando existia contiguidade¹⁸⁵. Permitiu também a exclusão de dois setores localizados nas franjas das regiões geográficas norte e leste, por estarem em áreas de expansão urbana e que por, ainda, se encontrar em processo inicial de ocupação (para o ano em questão), poderiam ser excluídos da análise¹⁸⁶. Ao todo, restaram 19 setores para a análise. Um na região Norte (junção dos Bairros de Santana e Alto da Ponte). Três na região Central, excetuando-se as áreas verticais e a subdivisão do setor Vila Ady-Anna e Esplanada em dois setores (Esplanada-Apolo e Vila Ema-Vila Betânia), seis ao sul, 5 a Leste, 2 a oeste e 2 a sudeste.

¹⁸² Tabela 2 capítulo 5.

¹⁸³ Existência de transporte coletivo a uma distância de até 500 metros ou 10 minutos a pé.

¹⁸⁴ Residências localizadas no Centro Técnico Aeroespacial – CTA.

¹⁸⁵ Respeitando-se as características da área quanto à renda, educação e desemprego.

¹⁸⁶ Região Norte setor socioeconômico dos Freitas+ Sertãozinho. Região Leste setor socioeconômico do Capão Grosso + Bom Retiro.

Dentro de cada setor socioeconômico, foram escolhidas quadras residenciais para serem analisadas, configurando o conjunto amostral deste trabalho. A definição dessas quadras amostrais foi realizada pelo processo de amostragem estratificada proporcional, considerando, num primeiro momento, o número total de quadras residenciais a serem analisadas e posteriormente, a escolha de quadras ocupadas, exclusivamente, por residências unifamiliares e de ocupação consolidada.

A obtenção do número total de quadras dentro de cada setor ocorreu a partir de consulta realizada nos dados digitais disponibilizados pela Prefeitura Municipal da cidade. A escolha das amostras foi realizada no aplicativo Spring 4.3. Posteriormente, as amostras foram exportadas em formato DFX¹⁸⁷, visando criar uma máscara para isolar na imagem somente as coberturas de interesse do trabalho e também reduzir a dimensão dos dados para a otimização dos procedimentos de processamento.

9.2.3 – Obtenção dos elementos da cobertura

Para analisar as áreas residenciais a partir dos elementos da diferenciação espacial, foi necessário, inicialmente, dividi-los em dois grupos.

O grupo-1 representa as classes obtidas a partir da classificação da imagem, sendo composto pelas seguintes classes de cobertura do solo urbano:

- tipo de telhado (cerâmica, amianto, concreto, outros),
- piscinas,
- vegetação (arbórea e rasteira),
- sombra.

¹⁸⁷ Do inglês *Drawing Interchange File Format*, formato vetorial de alta compatibilidade com outros softwares.

A classe Solo não foi incluída na análise, tendo em vista que as quadras amostrais selecionadas foram aquelas de ocupação consolidada. A Figura 9.1 apresenta os elementos da cobertura do grupo-1 no contexto da imagem e no contexto do espaço analisado.

Classe	Descrição dos objetos no contexto da imagem na composição 3, 2,1 (RGB)	Contexto espaço analisado*
<p>Vegetação arbórea e rasteiras</p> 	<p>Objetos irregulares e textura mais rugosa para a vegetação arbórea e mais lisa para a vegetação rasteira. Alta resposta espectral no infravermelho próximo. Variados tons de verde.</p>	<p>Presente em todos os setores, com densidades diferenciadas. A vegetação rasteira é mais difícil de identificar dentro das quadras residenciais.</p>
<p>Piscina</p> 	<p>Forma oval ou retangular, textura lisa e próxima a edificações. Cor azul nas imagens. Alta resposta nos canais 1 e 2 do visível.</p>	<p>Maior presença em área ocupada por população de média a alta renda.</p>

<p>Telhados de cerâmica</p> 	<p>Geometria retangular e textura lisa, com pouca variação. Cor laranja claro e escuro.</p>	<p>Presente em todos os setores analisados.</p>
<p>Telhados escuros</p>  	<p>Geometria retangular e textura lisa. Cor cinza claro e escuro.</p>	<p>Quando aparece em setores habitados por população de baixa renda pode ser amianto. Quando aparece em áreas de população com renda média a alta, normalmente, é telha de cimento esmaltado.</p>
<p>Telhados Claros</p> 	<p>Geometria definida (retangular ou quadrada). Alta resposta espectral (brilho) nos canais do visível.</p>	<p>É típico de setores onde habitam população de baixa renda que utiliza como cobertura o zinco, alumínio, entre outros.</p>

<p style="text-align: center;">Sombra</p> 	<p>Formato indefinido. Baixa resposta em todas as bandas. Proximidade de edifícios e vegetação arbórea.</p>	<p>Em setores onde há vegetação e são obedecidos os recuos entre as casas, as áreas de sombra são maiores que nas áreas de pouca vegetação, onde não há obediência aos recuos.</p>
---	---	--

* A vegetação arbórea corresponde à vegetação das ruas, que pelo tamanho e densidade, foi avaliada dentro das quadras e identificada pelas copas das árvores nas quadras amostrais.

Figura 9.1 - Características das classes do Grupo-1 no contexto da imagem e na área de estudo

9.2.4 - Mapeamento das classes do Grupo-1

Segmentação multiresolução

As classes desse grupo foram obtidas a partir de procedimentos de classificação de imagem baseada em objeto. Neste procedimento, inicialmente são extraídos da imagem, através de processo de segmentação por crescimento de regiões, os objetos representando o mundo real. Segundo Blaschke *et al* (2000), o agrupamento dos pixels, no software e-Cognition,¹⁸⁸ é realizado a partir da similaridade entre os objetos, definida por três critérios: heterogeneidade espectral (cor); heterogeneidade espacial (compactação e suavização); e escala. A cor, ou o critério espectral é dado pela soma

¹⁸⁸ Aplicativo utilizado neste trabalho, cujo nome a partir da versão 5.0 passou a ser Definiens.

dos desvios padrões dos níveis de cinza da imagem ponderados pelo peso atribuído pelo intérprete para cada banda. A compactação é a razão entre o perímetro do objeto e a raiz quadrada do número de pixels que o compõe, enquanto a suavização é a razão entre o perímetro do objeto e o perímetro do menor quadrado ou retângulo capaz de compreender objeto (DEFINIENS IMAGING, 2003). A compacidade representa o grau de irregularidade e a suavidade representa o grau de irregularidade do contorno de um objeto (PINHO, 2005). A escala determina o tamanho médio dos objetos a serem criados, e como todos os outros parâmetros são ponderados pelos tamanhos dos objetos, ela corresponde a um limiar de similaridade para a fusão dos objetos (PINHO, 2005). A escala também tem uma relação estreita com a resolução espacial do sensor e o tamanho dos elementos do mundo real que se quer representar.

Os critérios espectrais, espaciais e a escala são definidos empiricamente pelo analista de modo que os objetos do mundo real, que estão sendo modelados, sejam delimitados o mais próximo possível da realidade. Muitas vezes esta delimitação só é possível com parâmetros diferenciados para cada objeto, o que leva à necessidade de formação de uma rede hierárquica de objetos.

Definidos os parâmetros da segmentação e os atributos que melhor descrevem as classes procedeu-se a classificação.

Como o objetivo deste trabalho não é o desenvolvimento de uma metodologia de classificação orientada a objeto e sim a sua utilização para um determinado fim, não se fará aqui, a definição de novos atributos para a discriminação das coberturas intraurbanas¹⁸⁹. Os atributos utilizados aqui são aqueles identificados em trabalhos anteriores realizados por Antunes (2003), Pinho (2005, 2009), Araujo (2006), Novack

¹⁸⁹ O aplicativo Definiens 5.0 possui mais de 100 atributos (entre atributos do objeto e relação entre objetos) que podem caracterizar uma classe.

(2009) e Kux, *et al* (2009). Segundo estes autores, os atributos que melhor descrevem as características espectrais das classes utilizadas neste trabalho são aqueles descritos na Tabela 4.

Tabela 9.1 - Atributos espectrais utilizadas para a descrição das classes

Atributo	Descrição do atributo
Média	Média aritmética dos pixels que compõem os objetos numa determinada banda
Brilho	Soma das médias das bandas utilizadas dividido pelo número de bandas
Razão	Valor da média de uma determinada banda dividido pela soma das médias das outras bandas utilizadas.
Máxima Diferença	A menor média de um objeto numa determinada banda subtraída da maior média.
Valor mínimo de um pixel	Menor valor de pixel do objeto numa determinada banda
Valor máximo de um pixel	Maior valor de pixel do objeto numa determinada banda
NDVI* – Índice de vegetação	Calculado a partir da razão normalizada entre o fluxo radiante refletido pelo incidente em uma Superfície dado por: $b_4 + b_3 / b_4 - b_3$ (infravermelho próximo e vermelho).
Atributo relacional	Existência de subobjeto num nível inferior

*Normalised Difference Vegetation Index

Foram também utilizados dois atributos relacionais para caracterizar a classe *Piscina* e separar a classe *Vegetação arbórea* da *Vegetação rasteira*. Este atributo permite que uma classe seja classificada com base em relações entre os objetos, num mesmo nível ou em níveis deferentes da rede.

Após a análise estatística dos resultados da classificação para a validação dos resultados, o mapa temático resultante foi utilizado para a obtenção de elementos do Grupo-2.

9.2.5 – Obtenção dos elementos da diferenciação do grupo-2

O Grupo-2 corresponde àquelas classes que serão obtidas a partir de interpretação visual e dos resultados do mapeamento do Grupo 1, sendo elas:

- Tamanho do terreno. Obtido a partir da adaptação da metodologia utilizada por Souza (2003), que empregou a razão entre a área das quadras residenciais e o número médio de casas na quadra (obtido por interpretação visual) para definir a densidade habitacional dos setores residenciais da cidade de São José dos Campos. Os resultados foram avaliados em campo, comprovando a eficácia do método, exemplificado na Figura 9.2.



Área Quadra = ~ 10434m²
Numero de casas = 69
Área lote = ~ 151m²
Verificação em Campo = 150 m²

Figura 9.2– Obtenção do tamanho médio dos terrenos nas quadras residenciais Fonte: Souza (2003).

- Densidade de ocupação das quadras residenciais. Obtida pela razão entre a área da quadra e a média da área ocupada pela classe dos telhados (cerâmica, telhados claros, telhados escuros).
- Organização das quadras e lotes. Obtida pela análise qualitativa das quadras amostrais.

Os procedimentos metodológicos detalhados acima estão sumarizados no fluxograma da Figura 9.3.

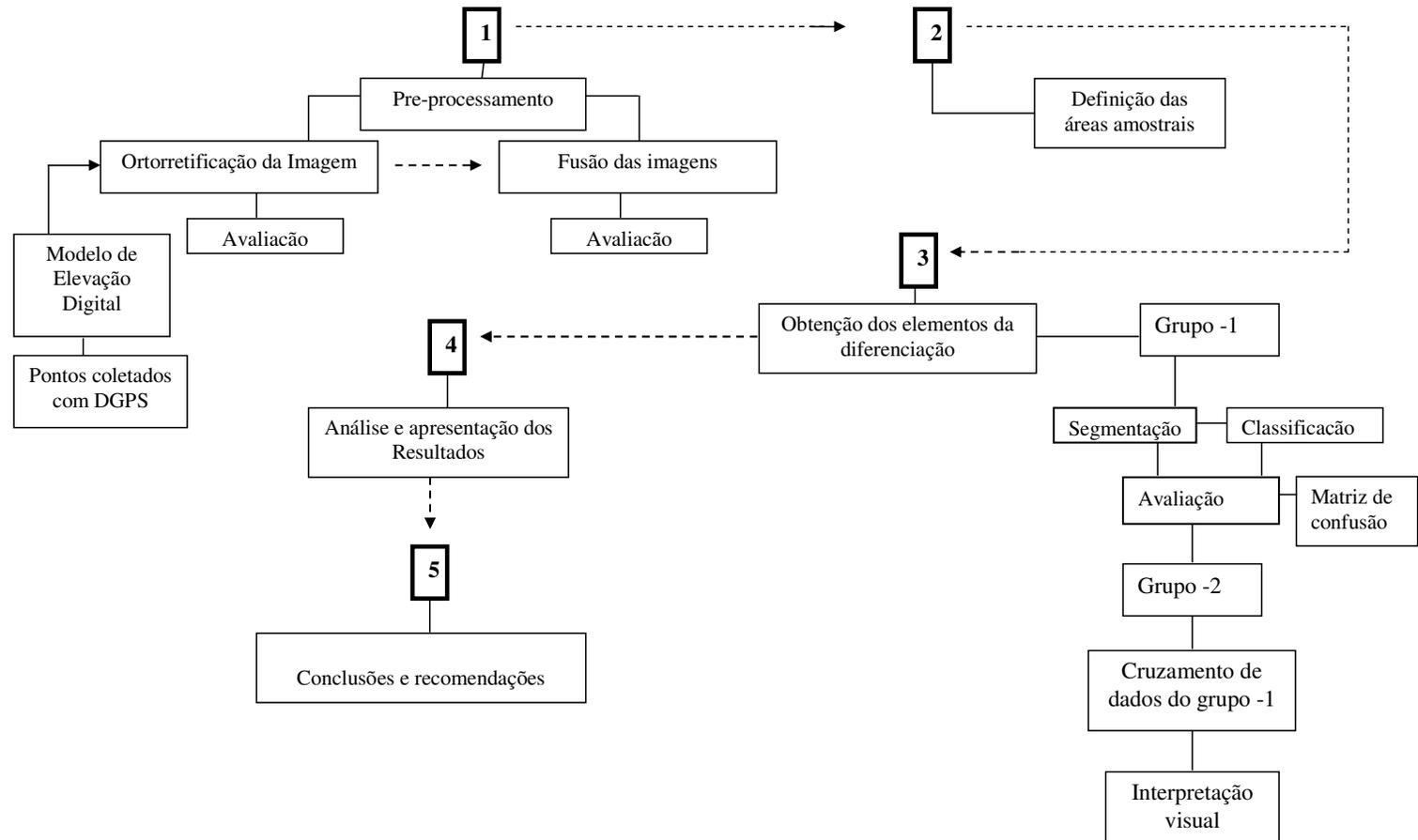


Figura 9.3 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos

PARTE IV

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Capítulo 10

Esta parte apresenta os principais resultados obtidos neste trabalho na análise das imagens.

10.1 - Pré-processamento das imagens

Ortorretificação

O procedimento de ortorretificação das imagens tinha como meta seu ajuste à base de dados da Prefeitura Municipal. A análise quantitativa do ajuste geométrico, feita de forma automática pelo sistema, foi realizada sobre as bandas separadamente, com base em 12 pontos coletados em pesquisa de campo e o modelo de elevação (DEM) disponibilizado pela prefeitura de São José dos Campos. O erro médio quadrático¹⁹⁰ encontrado foi de 1,85 pixels. Esta é uma medida de desvios de valores planimétricos calculados em relação aos valores originais. Cabe ressaltar que os valores esperados num processo de ortorretificação pelo método rigoroso podem ser menores. Nas imagens utilizadas neste trabalho, obtidas com maior ângulo de visada lateral, verificamos que os deslocamentos e as distorções também se tornam maiores, principalmente em locais onde o relevo é mais acentuado, bem como, nas áreas com construções verticais, como já demonstrados por vários autores. Em ambientes urbanos, quanto maior o ângulo *off* nadir é aconselhável realizar a correção da geometria de edificações mais altas. No entanto, estas correções foram desnecessárias nesta pesquisa, considerando que as áreas verticais não fazem parte da área objeto de estudo. Este procedimento é realizado quando há informações disponíveis, no caso, um

¹⁹⁰ Do inglês *Root Mean Square*

modelo digital de superfície¹⁹¹ (DSM), contendo dados da topografia e a altura relativa dos objetos¹⁹² (ARAUJO *et. al.* 2007).

A análise qualitativa das imagens é apresentada na Figura 10.1. As imagens originais à esquerda encontram-se deslocadas. A imagem superior apresenta um deslocamento linear em relação ao posicionamento dos pontos coletados em campo¹⁹³. A imagem inferior não se sobrepõe aos limites das quadras urbanas. Estes problemas são solucionados após o processo de ortorretificação, conforme pode ser constatado nas imagens da direita.

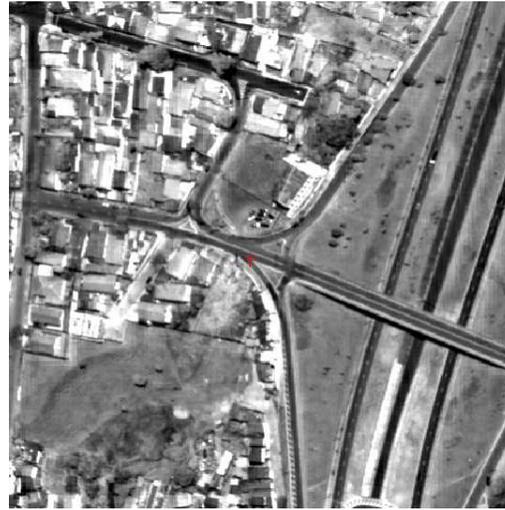
¹⁹¹DSM do inglês *Digital Surface Model*

¹⁹² Informação inexistente para a área de estudo

¹⁹³ Este exemplo é um extremo tendo em vista que a área se encontra bastante distante do centro da imagem original, onde as distorções tendem a ser maiores.



Banda Pancromática original. Deslocamento de 38,9 metros em relação ao ponto coletado em campo



Banda Pancromática ortirretificada. Deslocamento de 1,13 metros em relação ao ponto coletado em campo



Banda Pancromática original, Deslocamento em relação à malha de quadras da área de estudo.



Banda pancromática ortirretificada, sobreposta à malha de quadras da área d estudo

Figura 10.1 – Resultados dos procedimentos de ortorretificação das imagens

Fusão de imagens

Os resultados da reamostragem espacial das imagens pela técnica de Principais Componentes, visando melhorar qualitativamente a imagem, são apresentados na Figura 10.2.

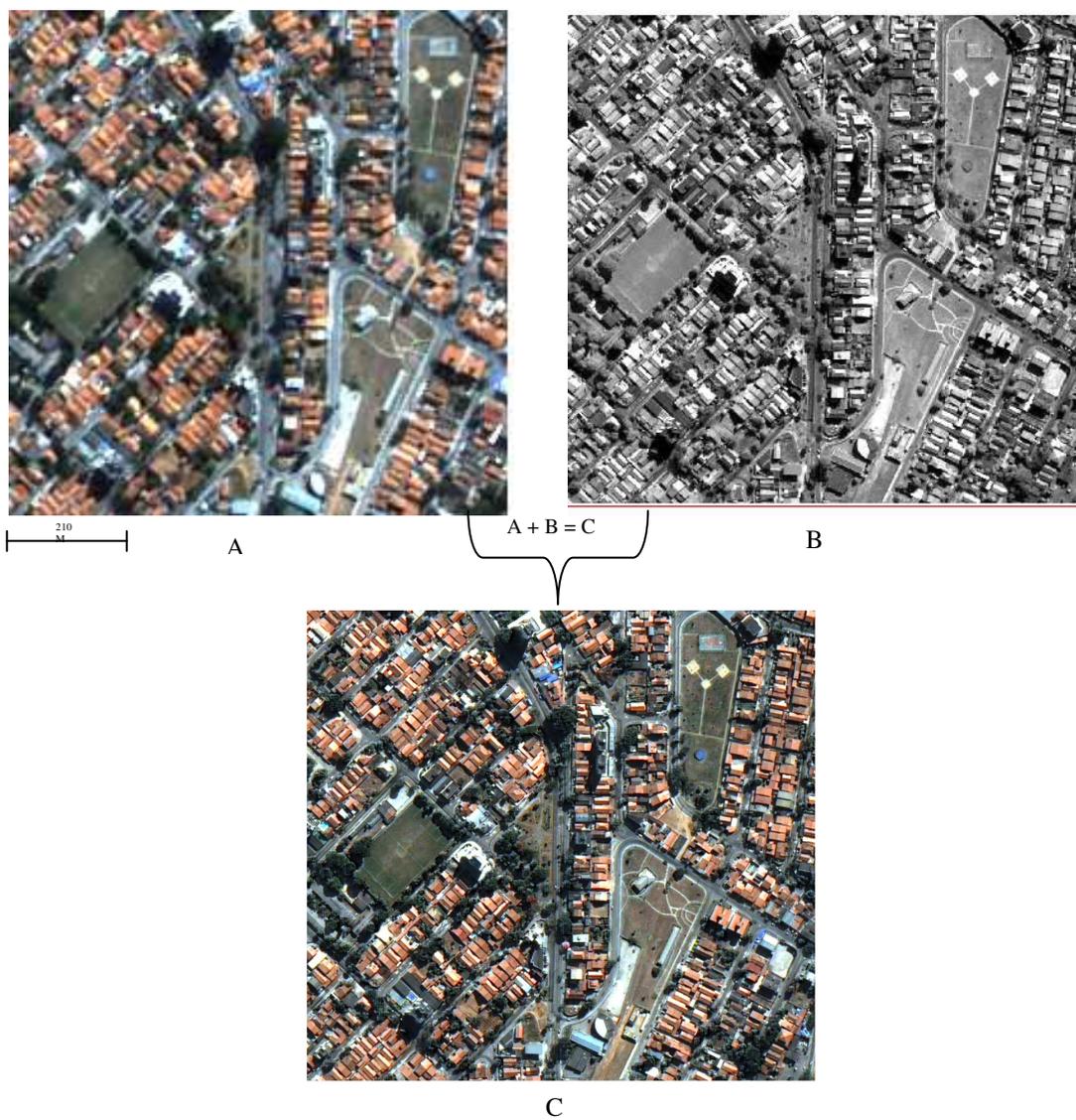


Figura 10.2 – Imagem multiespectral QuickBird composição das bandas do espectro visível RGB (321) com, 2.4 metros de resolução espacial (A). Banda pancromática com 0.6m de resolução espacial (B). Imagem contendo a informação espectral de A, espacial de B, resultante do processo de Fusão por Principais Componentes (C).

A avaliação qualitativa do processo de fusão foi realizada visualmente visando conferir a nitidez dos objetos na imagem fusionada. Um dos aspectos desta avaliação pode ser observado na Figura 10.2, onde a imagem A apresenta-se um pouco mais desfocada que a B. As cores originais também não sofreram alterações em relação às imagens originais. Para a avaliação quantitativa, inicialmente realizou-se uma reamostragem por vizinho mais próximo nas imagens sintéticas, visando deixá-las com a mesma resolução espacial das imagens originais, necessária para a avaliação estatística. A tabela 10.1 mostra os resultados desta avaliação.

Tabela 10.1 – Comparação estatística entre as imagens originais e fusionadas/sintéticas

	Banda 1		Banda 2		Banda 3		Banda 4	
	Original	Fusão	Original	Fusão	Original	Fusão	Original	Fusão
Média	337.91	337.78	494.66	494.93	340.42	340.51	646.93	646.95
Variância	2267.21	2700.76	8942.20	10166.70	10817.02	12236.26	17647.47	20613.69
Desvio padrão	47.62	51.97	94.56	100.83	104	110.62	132,84	143.57
Coefficiente de Correlação*	0.89		0.90		0.92		0.88	

* a partir de amostras

Observa-se que as médias das imagens originais e as sintéticas praticamente não sofreram alteração. As imagens fusionadas apresentam, pelo aumento das variâncias, maior contraste que as originais. De modo geral os dados não mostram distorções

significativas de luminosidade e contraste¹⁹⁴. A alta correlação entre as imagens é também um indicativo da similaridade entre elas.

10.2- Definição das amostras.

Nos 19 setores socioeconômicos da cidade de São José dos Campos, foram identificadas 4045 quadras residenciais. Optou-se por trabalhar com o mínimo de 10% de amostras, resultando num total de 404 quadras para a análise proposta neste estudo, conforme a Tabela 10.2 que mostra a divisão dos setores socioeconômicos por região geográfica. As 404 quadras amostrais podem ser observadas na sua totalidade no Anexo 8 e na Figura 10.3.

Tabela 10.2 – Definição das áreas amostrais por setor socioeconômico¹⁹⁵

REGIÃO GEOGRÁFICA	SETOR SOCIOECONÔMICO	TOTAL DE QUADRAS RESIDENCIAIS DO SETOR (2002)	NÚMERO DE QUADRAS AMOSTRAIS
NORTE	Freitas+ Sertãozinho	Excluído	0
	Santana + Alto da Ponte	353	35
CENTRAL*	Jardim Paulista+Vila Maria	272	27
	Esplanada +Apolo	110	11
	Vila Ema + Vila Betânia	48	5
SUL	Bosque Eucaliptos	245	25
	Jardim Satélite	143	14
	Parque Industrial	174	17
	Jardim Oriente + Morumbi	442	44
	Campo dos Alemães	398	40
	Vila São Bento + Torrão de Outro	106	11
	Vila Industrial	267	27
	Vista Verde + Motorama	168	17
	Pararangaba + Campos São José	190	19

¹⁹⁴ As médias e as variâncias caracterizam a iluminação da imagem durante o processo de aquisição (intensidade do sinal).

¹⁹⁵ Os nomes dados aos setores correspondem aos bairros mais conhecidos dentro das regiões geográficas

LESTE	Novo Horizonte	165	16
	Capão Grosso + Bom Retiro+Rural	Excluído	0
	Eugênio de Melo	139	14
OESTE*	Jardim das Indústrias + Alvorada	173	17
	Urbanova+Colinas+Aquarius	281	28
SUDESTE	Jardim da Granja	161	16
	Putim	210	21
	CTA- Institucional	Excluído	0
TOTAL: quadras residenciais		4045	404

* Excluída área de maior densidade de verticalização

Dentro de cada setor, nas quadras amostrais, foi realizado um procedimento para isolá-las do restante da imagem, visando equacionar a dimensão dos dados a serem processados como estratégia para a classificação, já que uma mesma classe de cobertura do solo, no intraurbano, corresponde a usos diferenciados. Como exemplo, citamos as coberturas de concreto amianto que aparecem tanto nas coberturas das residências quanto em galpões, fábricas, estacionamentos etc.

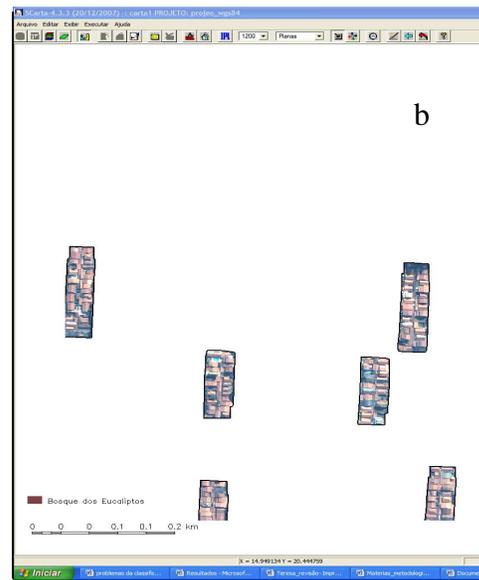
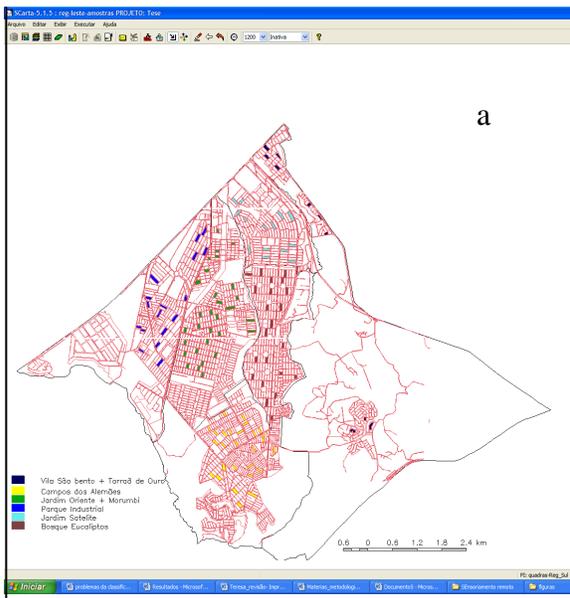


Figura 10.3 – Setores socioeconômicos da Região Geográfica Sul onde, em vermelho é mostrado o total de quadras e no colorido, as quadras amostrais (a) e a imagem recortada pelas quadras no setor socioeconômico do Bosque dos Eucaliptos (b).

10.3 - Elementos da diferenciação do Grupo-1

Para cada um dos 19 setores, contendo as quadras amostrais recortadas, criou-se um projeto dentro do aplicativo *Definiens 5.0* onde foram executados os procedimentos de segmentação, classificação e avaliação da classificação. A separação das amostras em pequenos projetos foi realizada considerando a heterogeneidade dos setores em relação aos elementos da cobertura e sua representação, enquanto objetos na imagem, frente aos parâmetros de segmentação para a criação dos mesmos. Foram definidos dois níveis de segmentação para o mapeamento das classes de interesse. Um nível mais fino, com escala variando entre 10 e 20, onde foram delimitados com maior precisão objetos menores, como piscinas em alguns setores, vegetação e sombra, em outros. No outro nível, a escala utilizada variou de 30 a 35, também dependendo do setor analisado e em função do tamanho dos telhados. No processo de definição dos parâmetros da segmentação, nos dois níveis, o maior peso foi dado ao atributo espectral das imagens em detrimento dos atributos de forma (0.9 e 0.1 respectivamente). A avaliação da segmentação foi realizada de forma qualitativa, buscando a delimitação entre os objetos e as classes de interesse¹⁹⁶. O processo possibilitou estabelecer duas redes hierárquicas entre as classes de interesse (Figura 10.4).

¹⁹⁶ Algumas técnicas buscam a calibração automática destes parâmetros para cada caso. São chamadas de *Mineração de dados* e um exemplo de sua utilização pode ser encontrada em Novack (2009). Elas, no entanto, fogem do escopo deste trabalho.

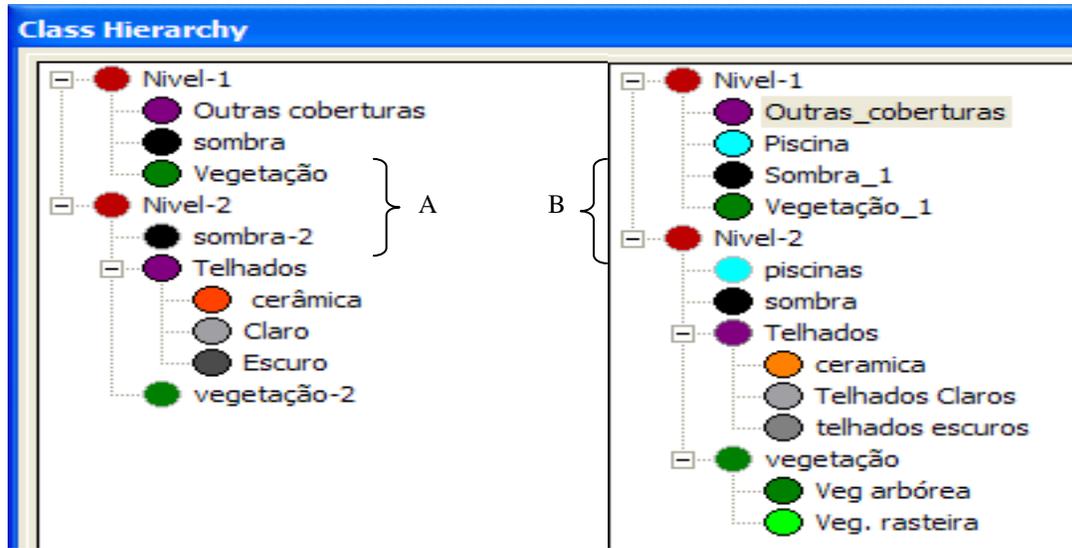


Figura 10.4 – Hierarquia de objetos em dois níveis de segmentação e hierarquia das classes de cobertura intraurbana das quadras residenciais unifamiliares para os setores amostrais.

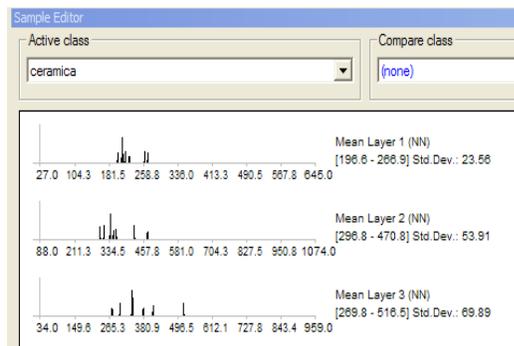
Na rede A, no Nível-1, delimitam-se objetos de pequena dimensão como as classes de *vegetação* e *sombra*, em alguns setores. A classe *Outras coberturas* refere-se no Nível-1, a todos os objetos que foram classificados no Nível-2, com outros parâmetros de segmentação. No Nível-2, os diferentes tipos de coberturas residenciais foram mapeados nas subclasses de telhados (*cerâmica*, *telhados claros* e *telhados escuros*). Normalmente, as classes de *telhados escuros* e *telhados claros*, quando em áreas de população de baixa renda são associadas aos telhados de amianto. Como o Nível-2, define todas as classes de interesse do Grupo-1, as classes *vegetação* e *sombra*, identificadas no Nível 1, foram transportadas para o Nível-2.

A rede B descreve os setores nos quais os objetos de menor dimensão no Nível-1 são associados às classes *sombra*, *vegetação* e *piscinas*. Nos setores da rede B, as

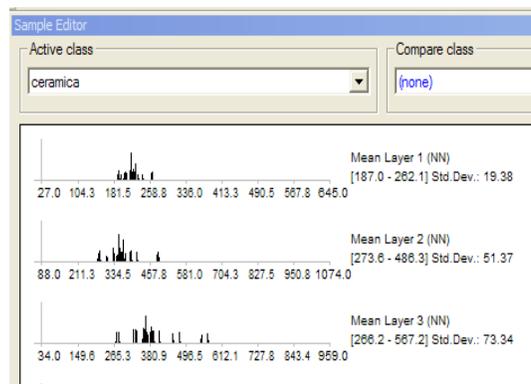
classes de *telhados escuros*, são associadas a telhas de concreto esmaltado sem pintura e as classes de *telhados claros* às telhas de concreto esmaltado pintado. Nestes setores, também há ocorrência da subclasse de *vegetação rasteira* no Nível-2.

10.3.1 - Classificação

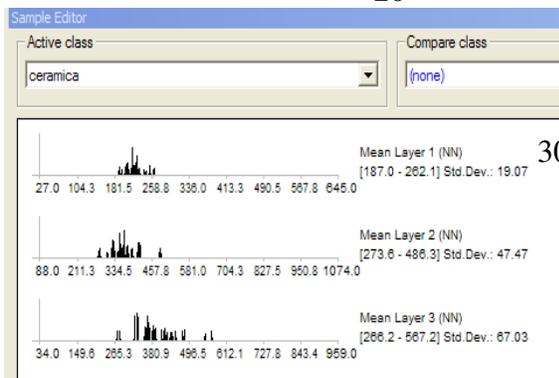
Para a classificação dos elementos do Grupo-1 foram selecionadas amostras para cada classe nos diferentes níveis de segmentação. A escolha das amostras para a classificação foi baseada em dois critérios. Como não existiam dados de referência para a avaliação do mapeamento, foi necessário o estabelecimento de um conjunto de amostras que permitisse ao mesmo tempo, descrever a variabilidade interna de cada classe, conhecer o seu comportamento em relação aos atributos utilizados para classificá-la, assim como utilizá-las para a avaliação dos resultados. A definição do número de amostras foi realizada após a análise do comportamento das classes em relação às medias espectrais nas bandas 1, 2,3 e 4. Após alguns testes, verificou-se que um máximo de 20 amostras de cada classe abrangeria toda a variabilidade interna da classe, com exceção das classes vegetação rasteira e piscinas, com 5 amostras cada uma, devido a sua baixa ocorrência. Um número maior tenderia a repetição dos dados conforme pode ser verificado no histograma da Figura 10.5 relativo à subclasse *cerâmica*. Para o processo de avaliação foram adicionadas mais 10 amostras de cada classe visando à validação da classificação.



10



20



30

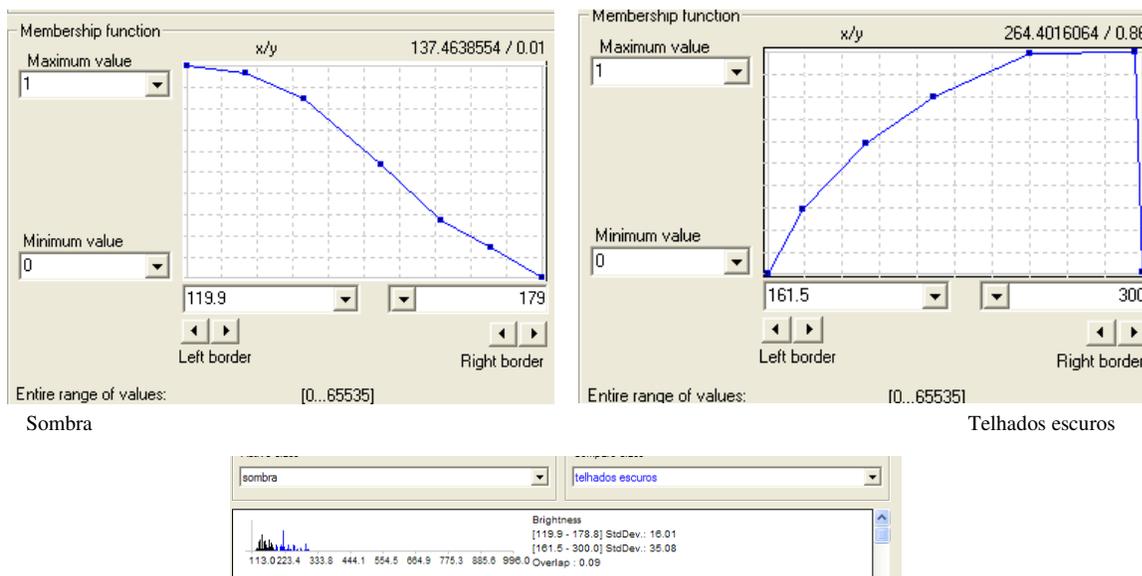
Figura 10.5 - Histograma da distribuição dos valores 197 encontradas para 10, 20 e 30 amostras da classe cerâmica.

10.3.1.1 - Atributos utilizados para classificação

As amostras da classe *vegetação* tiveram seu comportamento modelado pelo atributo correspondente ao NDVI, brilho e média espectral nas bandas 2 e 3 (azul e vermelho). A *vegetação rasteira*, herdeira do atributo da *vegetação*, foi definida pelos valores mais baixos de NDVI e, em alguns casos, por um atributo de textura proposto por Araújo (2006). Nesse atributo, a separação entre a vegetação arbórea e rasteira,

¹⁹⁷ Variando de 0-2047

considera o número de subobjetos, no Nível-1 contidos nos objetos de interesse, no Nível-2¹⁹⁸. Como a vegetação arbórea possui maior complexidade de cobertura (sombra entre as folhas) ela teoricamente possui também, um número maior de subobjetos (Araújo, 2006) que a vegetação rasteira. Para a classe *cerâmica* foi utilizado o atributo de razão entre as bandas 3 e 1 (vermelho e azul), proposto por Pinho *et. al.* (2009) e a razão da banda 1 em alguns casos. Nas classes de *telhados claros* e *escuros* foi utilizada a diferença de brilho entre eles, e os valores mínimos e máximos nas bandas 2 e 3 e, em alguns casos, a máxima diferença. A classe *sombra* foi definida pelo baixo brilho que esta apresenta em todas as bandas do espectro. Pelos altos valores da classe *piscina* na banda 1 (azul) do espectro visível, utilizou-se o atributo razão da banda 1 para descrevê-la. Todos os valores dos atributos foram ajustados, de acordo com a análise das amostras coletadas para cada setor socioeconômico. Um exemplo pode ser observado na função que descreve a classe *sombra* do setor socioeconômico Bosque dos Eucaliptos na Figura 10.6.



¹⁹⁸ Atributo do objeto, baseado na textura

Figura 10.6 – Atributo de brilho e função que descreve o comportamento da classe *sombra* e *telhados escuros* do setor socioeconômico Bosque dos Eucaliptos.

10.3.1.2 - Avaliação da Classificação

A avaliação qualitativa da classificação,¹⁹⁹ para cada setor contendo as quadras amostrais, evidenciou erros significativos que comprometeriam a continuidade deste trabalho, pois objetos pertencentes às classes *telhados escuros*, *cerâmica* e *sombra* foram classificados como *vegetação*. Pinho (2005), já havia identificado que áreas de sombra apresentam valores altos de NDVI (atributo da vegetação) em imagens com resolução radiométrica de 11bits, podendo estas, ser áreas de vegetação sombreada. As telhas cerâmicas também possuem valores mais baixos de NDVI, pois apresentam uma fina camada de briófitas (um tipo de musgo)²⁰⁰. Provavelmente, pelo mesmo motivo, muitos telhados escuros tenham sido classificados como vegetação. Verificou-se, também, que em algumas áreas, os telhados escuros foram classificados como *sombra*, possivelmente pela sobreposição de valores das funções do atributo de brilho utilizado para classificá-las, o que tornou necessário o ajuste desta função. Alguns telhados escuros foram também, classificados como *cerâmica*. As classes que melhores resultados apresentaram foram *piscina* e *telhados claros*. Como a classe *piscina* foi classificada no Nível-1 e sua existência é mais restrita a alguns setores socioeconômicos, quando houve sua ocorrência, foram-se ajustando os valores do atributo até chegar a quase totalidade da classificação dos objetos pertencentes a esta classe. No entanto, alguns objetos da classe *telhados claros*, ainda foram classificados como *piscinas*, no Nível-1. No Nível-2, a classe *telhados claros* foi a que apresentou melhor resultado, pois estes telhados apresentam alto brilho em relação às outras

¹⁹⁹ Realizada visualmente nas imagens e por meio da visualização do grau de instabilidade da classificação disponível no aplicativo Definiens.

²⁰⁰ Problema também identificado por Araújo (2006).

classes. Em alguns setores, as áreas de calçadas foram classificadas como *telhados claros*²⁰¹.

A análise qualitativa ainda evidenciou alguns erros na definição dos objetos (segmentação). Observou-se que em setores ocupados por população de baixa renda²⁰², a heterogeneidade das coberturas é elevada, assim como há variados tamanhos, tipos e disposição de elementos da cobertura nas quadras, o que influenciou a segmentação dessas áreas. Mesmo tendo delimitado corretamente, a grande maioria dos objetos, algumas áreas de sombra e vegetação, menores que o pixel da imagem (0.60m), não foram discriminadas no Nível mais fino da segmentação (Nível-1), fazendo com que essas áreas fossem incluídas em segmentos de outras classes. Embora, em setores onde o tamanho, a regularidade das formas e das coberturas das residências resultaria numa melhor segmentação, observa-se que algumas coberturas, pelo tamanho, iluminação e idade, são um problema tanto para a segmentação quanto para a classificação. Por exemplo, um mesmo telhado pode apresentar características espectrais distintas, sendo segmentado em vários objetos e classificado, da mesma forma, em mais de uma classe. Observou-se, também, que a delimitação das piscinas apresentou indefinição em algumas áreas, confundindo-se com os calçamentos ao redor das mesmas.

A principal conclusão da avaliação da classificação é que, mesmo considerando os avanços das técnicas automáticas de extração de informações das imagens e o aumento na acurácia dos levantamentos da cobertura intraurbana, como comprovam os trabalhos de Pinho (2005), Araújo (2006) e Novack (2009), estas técnicas ainda não dão conta de representar a complexidade da realidade com que se organiza o território, considerando a escala intraurbana e a produção do espaço para fins residenciais.

²⁰¹ Classe não considerada devido à baixa ocorrência.

²⁰² A caracterização dos setores em alta media e baixa renda é baseada na análise dos dados da Prefeitura de São José dos Campos (Anexo 6).

10.3.1.3 - A classificação híbrida

A conclusão acima trouxe, inicialmente, um problema para a materialização dos objetivos deste trabalho, que pressupõe uma classificação dos elementos do Grupo-1, com boa acurácia. O que foi contornado com um refinamento da classificação automática, através da classificação híbrida.

A classificação híbrida é uma abordagem que consiste na mescla de procedimentos automáticos com intervenção do intérprete. Ou seja, dá maior liberdade ao pesquisador para que ele agregue, aos dados obtidos na classificação automática, seu conhecimento sobre a área objeto de estudo, assim como, também, permite maior controle do analista sobre os dados gerados, possibilitando corrigir erros encontrados na delimitação dos objetos e na associação das classes (CASTRO FILHO, 2006). O maior inconveniente da classificação híbrida é a morosidade do processo, mas tendo em vista os objetivos deste trabalho, optou-se por realizá-la. Inicialmente, foi realizado um ajuste nos descritores, e em seguida as imagens foram classificadas automaticamente novamente, seguido dos ajustes manuais. Os resultados dos procedimentos da classificação híbrida podem ser observados na Figura 10.7.

A avaliação quantitativa²⁰³ dos resultados é apresentada na Tabela 10.3 e no Anexo 9.

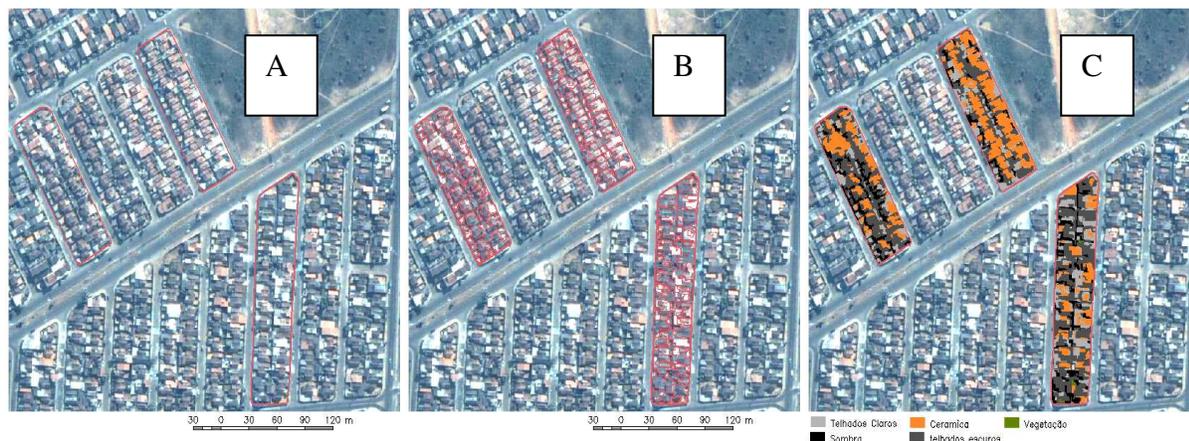


Figura 10.7 - Limites de quadras residenciais amostrais (A). Quadras segmentadas no nível 2- (B) e quadras classificadas (C).

Na Tabela 10.3, os valores de exatidão do usuário e do produtor (em porcentagem) referem-se à exatidão por classe e representam os erros de inclusão ou omissão. O primeiro, refere-se à razão entre o número total de objetos classificados corretamente na classe pelo número total de objetos de referência classificados e indica a probabilidade de um objeto pertencer à classe em que foi agregado, refletindo os erros de inclusão. O segundo é dado, pela razão entre o número de objetos classificados corretamente na classe, pelo número total de objetos de referência para a classe, refletindo erros de omissão.

²⁰³ Calculada a partir da matriz de confusão gerada pelo aplicativo Definiens.

Tabela 10.3 – Avaliação da classificação por quadras amostrais dos setores

Setor socioeconômico	Telhados						Vegetação				Sombra		Piscina		Kappa
	Cerâmica		Escuro		Claro		Arbórea		Rasteira		EU	EP	EU	EP	
	EU	EP	EU	EP	EU	EP	EU	EP	EU	EP					
Santana +Alto da Ponte	0.75	1	0.93	0.83	1	0.73	0.93	0.93	-	-	1	0.93	-	-	0,84
Vila Maria +Jardim Paulista	0.78	0.93	0.85	0.73	0.85	0.8	0.96	0.93	1	1	0.93	0.78	-	-	0.8
Esplanada + Apolo	0.88	1	0.72	0.87	0.97	0.97	0.85	0.41	0.3	0.6	0.89	0.83	1	1	0.78
Vila-Ema + Betânia	0.90	0.97	0.85	1	0.92	1	1	0.8	0.67	1	0.84	0.76	-	-	0.86
Bosque Eucaliptos	0.7	1	0.86	0.8	0.83	0.5	0.96	0.9	0.8	1	0.87	0.7	1	1	0.77
Jardim Satélite	0.85	1	0.75	0.95	1	0.88	1	0.8	1	1	0.8	0.67	1	1	0.82
Parque Industrial	0.8	0.83	0.7	0.9	0.94	0.97	1	0.57	0.67	1	1	0.97	1	1	0.81
Jardim Oriente + Morunbi	0.84	0.9	0.83	0.8	0.97	1	0.9	0.9	0.75	1	1	0.9	-	-	0.88
Campo dos Alemães	0.7	0.93	0.78	0.8	0.95	0.6	1	0.87	-	-	0.82	0.93	-	-	0.78

socioeconômicos

Campo dos Alemães	0.7	0.93	0.78	0.8	0.95	0.6	1	0.87	-	-	0.82	0.93	-	-	0.78
Vila São Bento + Torrão de Ouro	0.77	1	0.93	0.93	0.96	0.73	0.9	0.95	-	-	1	0.9	-	-	0.87
Vila Industrial	0.7	1	0.4	1	1	0.83	0.97	0.97	-	-	0.84	0.93	-	-	0.79
Vista Verde + Motorama	0.69	1	1	0.67	0.9	1	1	0.9	0.67	1	1	0.5	1	1	0.79
Pararangaba + Campos São José	0.81	1	0.82	0.77	0.9	0.97	1	0.9	-	-	0.93	0.4	-	-	0.76
Novo Horizonte	0.97	1	0.72	0.8	0.96	0.83	0.87	0.93	-	-	0.89	0.8	-	-	0.84
Eugenio de Melo	0.85	1	0.88	0.73	0.82	0.77	0.96	0.83	1	1	0.85	0.96	-	-	0.82
Jardim das Indústrias+ Alvorada	0.97	1	0.81	0.87	0.86	1	1	0.73	0.3	0.75	0.96	0.83	1	1	0.84
Urbanova + Colinas +Aquairus	0.9	1	0.81	0.7	0.8	0.87	1	0.77	0.45	1	0.93	0.87	1	1	0.82
Jardim da Granja	0.84	0.9	0.71	0.83	0.96	0.9	1	0.6	0.33	1	0.93	0.97	-	-	0.81
Putim	0.65	0.93	0.96	0.83	0.91	0.73	0.83	0.45	-	-	0.97	0.97	-	-	0.79

EU = Exatidão do Usuário **EP** = Exatidão do Produtor Coeficiente de concordância **Kappa**

Nas quadras amostrais dos setores Putim e Pararangaba-Campos São José, a presença de vegetação e sombra foi menor, e para eles foi utilizada a rede A da Figura 10.4. No primeiro, a classe *sombra* apresentou o maior erro de omissão, enquanto no segundo, foi a classe de *vegetação arbórea*.

A classe *sombra* apresenta o maior erro de omissão nos setores Vista Verde-Motorama e Pararangaba-Campos São José. Estes erros referem-se à inclusão desta classe nas classes de vegetação (em sua maioria) e na classe *telhados escuros*. Cabe salientar que a classe *sombra* é significativa em mapeamentos do solo intraurbano, pois as áreas de sombra são muitas e não permitem concluir a que objeto se refere (sombra de árvore, prédio, etc), conforme apontou Araújo (2006).

No setor Esplanada-Apolo as coberturas classificadas como vegetação arbórea, perfazem 85% dos casos. Algumas amostras desta classe foram incluídas na classe de *vegetação rasteira*, indicando a dificuldade na separabilidade destas duas classes. Trata-se de classes que apresentaram maiores erros de inclusão e omissão entre si. Em alguns setores, a classe *vegetação arbórea*, mostrou persistentes erros de omissão, confundindo-se com a classe de *sombra*, em áreas de vegetação sombreada e telhados escuros, reforçando a idéia da existência de briófitas nestes telhados.

As subclasses de telhados apresentaram maior confusão entre elas, exceções feitas a algumas áreas de ocorrência de telhados *escuros* e *cerâmica*, que se misturaram com as classes de *vegetação* ou *sombra*, conforme já citado. A classe de *piscinas* foi aquela que após a revisão possibilitou corrigir todos os erros.

O índice *Kappa*²⁰⁴ reflete o grau de concordância entre os dados de referência e a imagem classificada e a probabilidade desta concordância ser aleatória. De modo geral, todas as classes, de todos os projetos, apresentaram resultados de exatidão temática muito boa (*Kappa* mínimo de 0.65), conferindo qualidade aos resultados obtidos na classificação dos elementos do Grupo-1.

²⁰⁴ Obtido a partir da matriz de erros. A qualidade da classificação é dada pelos valores:

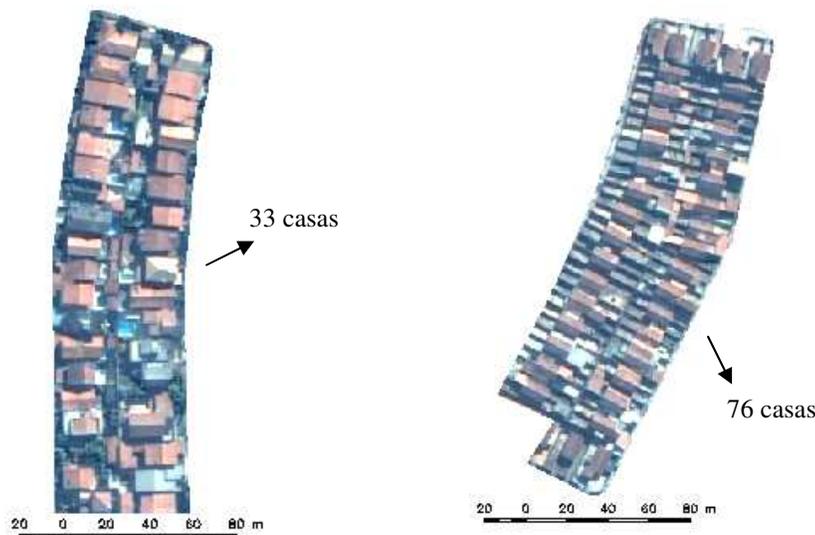
< 0,00 Péssima
0,00 – 0,20 Ruim
0,20 – 0,40 Razoável
0,40 – 0,60 Boa
0,60 – 0,80 Muito Boa
0,80 – 1,00 Excelente

As imagens classificadas com os elementos da cobertura do Grupo-1 foram inseridas no aplicativo Spring 4.3, para a realização de análise objetivando encontrar a área de cada classe dentro das quadras amostrais²⁰⁵.

10.4 - Elementos da diferenciação do Grupo-2

10.4.1 - Tamanho médio dos terrenos dos setores socioeconômicos

Dentro de cada um dos setores amostrais, foram escolhidas 5 quadras, sobre as quais, por meio da fotointerpretação, procedimento realizado na tela do computador, obteve-se o número total de casas por quadra (Figura 10.8) e então se estimou a média de casas por quadra dos setores.



²⁰⁵ Obtida através do cruzamento entre os polígonos das quadras amostrais e as quadras amostrais classificadas.

Figura 10.8 - Interpretação visual do número de casas por quadra. Exemplos de quadras dos setores socioeconômicos Esplanada-Apolo, com 33 casas e Putim, com 76 casas.

Para cada setor foi obtido o tamanho médio das quadras amostrais²⁰⁶. Três setores apresentaram distribuição assimétrica das médias (Eugenio de Melo, Putim e Urbanova-Colinas-Aquarius). Foi constatado que no setor de Eugenio de Melo, a variabilidade do tamanho das quadras que compõem os bairros deste setor é alta. O mesmo ocorreu com o setor Urbanova-Colinas-Aquarius, área ocupada por população de alta renda, onde existem vários condomínios fechados, cujo padrão interno responde pela variabilidade no tamanho das quadras deste setor, apresentando também tamanhos de terrenos diferenciados. Nestes dois casos, foi utilizada a média ponderada por agrupamento de classe na definição desta variável. No setor Putim, um conjunto de 9 quadras, com tamanho muito acima da média do total de quadras, respondia pela assimetria nos dados amostrais, não sendo representativas das quadras do setor como um todo. Para este caso, foram incluídas novas quadras amostrais na análise visando à obtenção desta medida.

Definido o tamanho médio das quadras em todos os setores amostrais, a razão entre estas e o número médio de casas por quadra do setor, obtidos na interpretação, determinou-se o tamanho médio dos terrenos para cada um dos setores socioeconômicos. As dimensões encontradas foram aproximadas para as dimensões previstas na lei de parcelamento do solo.

²⁰⁶ Resultante da obtenção de medidas de classe realizada no aplicativo Spring-4.3 e importados para o Excel.

10.4.2 - Densidade de ocupação das quadras residenciais

O parâmetro utilizado para encontrar a densidade média de ocupação das quadras residenciais de cada setor, foi a soma da porcentagem da área das subclasses da classe *Telhados (cerâmica, claro, escuro)* obtida na classificação da imagem para cada quadra²⁰⁷.

10.4.3 - Organização das quadras e lotes

A avaliação qualitativa deste elemento, visando verificar se a ocupação está relacionada com as normas de parcelamento do solo, evidenciou que apenas em algumas áreas de ocupação mais antiga, incluídas nos setores da Vila Maria-Jardim Paulista, Alto da Ponte-Santana e Vila Industrial foi encontrada essa correlação entre as normas (ou falta de normas para o período de ocupação) e o tamanho dos lotes. Nos dois primeiros com mais evidência e no segundo, em algumas quadras.

Os resultados dos elementos do Grupo-1 e do Grupo-2 estão sintetizados no Anexo 10 e nos Gráficos (10.1 a 10.10).

²⁰⁷ Obtido pela tabulação cruzada entre os resultados da classificação e a área da quadra

10.5 - Distribuição de elementos da diferenciação nas áreas residenciais

10.5.1 - Diferentes Tipos de material de cobertura dos telhados

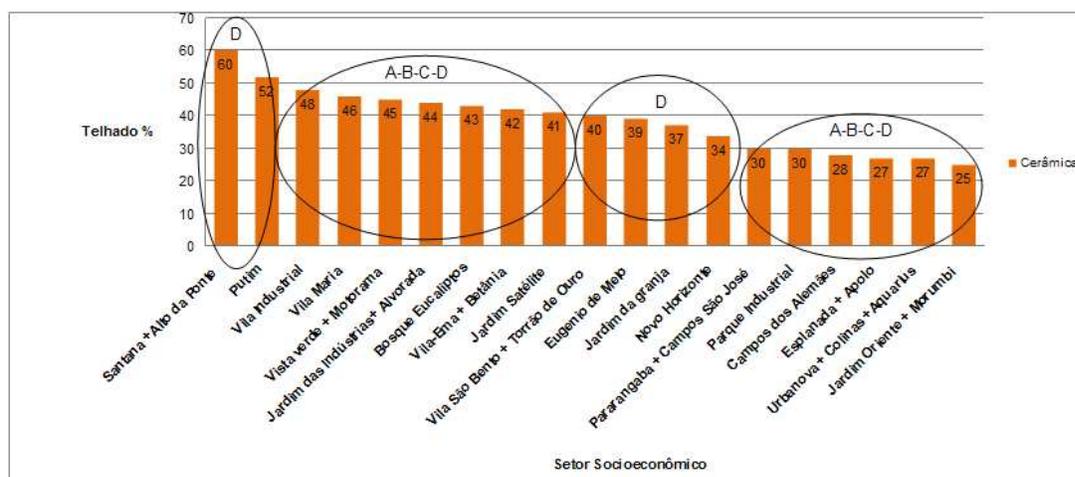


Gráfico 10.1 – Distribuição das telhas de cerâmica nos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

As telhas de cerâmica (Gráfico 10.1) possuem caráter positivo dentro do presente estudo, uma vez que estão relacionadas às condições de conforto térmico da residência, conforme apontado no Capítulo 3. Elas representam de modo geral, aumento no custo na construção da moradia. Observam-se quatro padrões na distribuição das telhas cerâmicas nas áreas residenciais. Quando a estes padrões acrescentam-se as características socioeconômicas dos setores (A, B, C e D), percebe-se a falta de significância destes padrões para a análise. Esperava-se que as áreas de maior concentração de telhados de cerâmica fossem as áreas ocupadas por população de alta renda, no entanto, observa-se que as maiores concentrações estão nos setores

de Santana-Alto da Ponte (na zona norte) e Putim (a sudeste), áreas de concentração de população de baixa renda. Isso pode ser explicado pelo fato de que há muitas quadras, nestes setores, ocupadas por conjuntos habitacionais, cujas normas de utilização de materiais, exigem o uso de telha de cerâmica nas coberturas²⁰⁸.

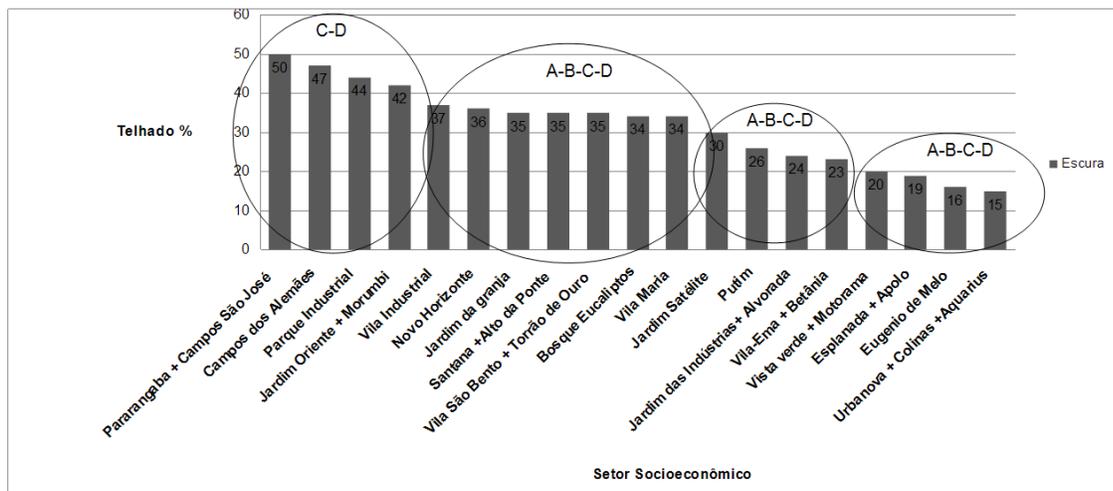


Gráfico 10.2 – Distribuição das telhas escuras nos setores socioeconômicos- (ordem decrescente)

No Gráfico 10.2, observa-se que os telhados escuros apresentam padrões diferenciados na sua distribuição. A análise dos padrões, juntamente com as características socioeconômicas dos setores, mostra que a maior porcentagem de telhados escuros, representando 40% das coberturas de telhados, encontram-se em setores onde predominam a ocupação da população de baixa renda (Pararangaba-Campos São José na zona leste da cidade. Jardim Oriente-Morumbi, Campo dos Alemães e Parque Industrial na zona sul). Nas áreas ocupadas por população de baixa renda, os telhados escuros possuem grande possibilidade de ser resultante do uso de

²⁰⁸ De acordo com as normas do O QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo. Decreto N.º 41.337, de 25 de novembro de 1996.

material de baixo custo. Como as telhas de cerâmica ou de concreto esmaltado demandam uma estrutura que encarece o custo da construção, o uso de telhado amianto (ou seus equivalentes mais baratos como a telha de fibrocimento), é uma opção de baixo custo.

As telhas escuras nas áreas de concentração de população de alta renda representam até 20% das coberturas, como é observado nos setores do Esplanada-Apolo e Urbanova-Colinas-Aquarius. Nas áreas de concentração de população de alta renda, há uma tendência, observada nos últimos anos, de utilização de telhas de concreto esmaltado. Esse material pode refletir como escuro ou claro nas imagens, dependendo do tipo de tratamento (antimusgo), e da coloração que se use. Nos setores de alta renda, principalmente, nas áreas mais novas do setor Urbanova-Colinas-Aquarius, Esplanada-Apolo e com menor frequência no Jardim das Indústrias-Alvorada, esta tendência é elevada e responde pela porcentagem das classes de telhados escuros e claros nesses setores. Vista Verde e Eugenio de Melo aparecem também com esta porcentagem. No caso de Eugenio de Melo, áreas de ocupação de baixa renda, na classificação deste setor, esta subclasse apresentou maior erro de omissão. O setor Vista Verde-Motorama possui certa particularidade, apresenta maior mistura de diferentes classes sociais em termos de conteúdo social no espaço, pois os bairros que conformam este setor abrigam população de todas as camadas sociais, nesse sentido, os telhados claros e escuros nesse setor podem ser tanto o amianto quanto concreto.

É importante ressaltar, que em trabalhos anteriores realizados por Pinho (2005), Souza (2003) e Souza *et al* (2007), pelo conhecimento e tamanho da área analisada, as classes de telhados claros e escuros, são generalizadas para telhados de concreto esmaltado e concreto amianto quando se encontram em áreas de população de alta renda e baixa renda respectivamente²⁰⁹. Nossa avaliação é que essas generalizações,

²⁰⁹ Essas generalizações são baseadas em análises contextuais

na análise de todos os setores residenciais da cidade, como no presente trabalho, não correspondem à realidade, já que do ponto de vista espectral essas classes não se separam.

A distribuição dos telhados claros nas áreas residenciais permite a definição de cinco padrões (Gráfico 10.3). Quando se analisa, socioeconomicamente esses padrões, eles perdem a sua significação no contexto da análise, embora, a maior concentração ocorra em áreas residenciais de população de baixa renda (Eugenio de Melo e Pararangaba-Campos São José, na zona leste).

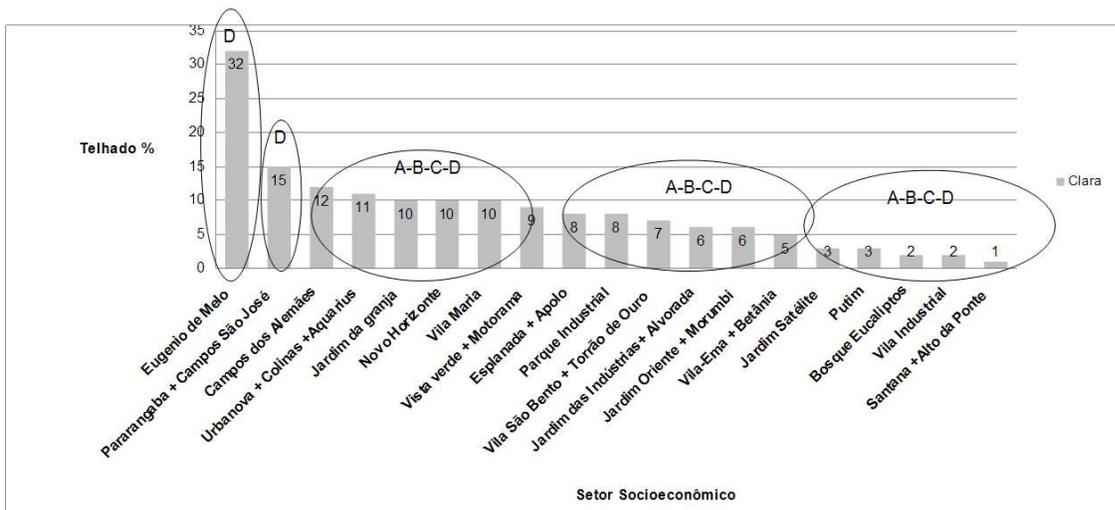


Gráfico 10.3– Distribuição das telhas claras nos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

A análise da distribuição dos diferentes tipos de telhados apresentou padrões de distribuição diferentes, porém, quando analisado em conjunto com as características socioeconômicas dos setores residenciais, estes padrões perdem sua significação, pois não permitem verificar, a partir do espaço concreto, elementos para a análise da desigualdade socioespacial. Pensando na possibilidade, que a identificação do material

das telhas claras e escuras poderia trazer para a análise, foi feita uma associação arbitrária dos resultados obtidos para essas classes, conforme demonstrado no Gráfico 10.4. Observam-se três padrões: 1) áreas ocupadas por população de média à alta renda (A e B); 2) áreas ocupadas por população de baixa e muito baixa renda (C e D), e 3) áreas de população de renda muito baixa (D). Pode-se concluir por esta simulação, que identificados os tipos de telhados é possível estabelecer uma correlação entre este elemento da diferenciação e a desigualdade socioespacial. Ou seja, tendo como ponto de partida o espaço, utilizando imagens de satélites, é possível se identificar as desigualdades socioespaciais, no intraurbano, demonstrando a importância de realizar estas pesquisas como instrumentais para a análise geográfica.

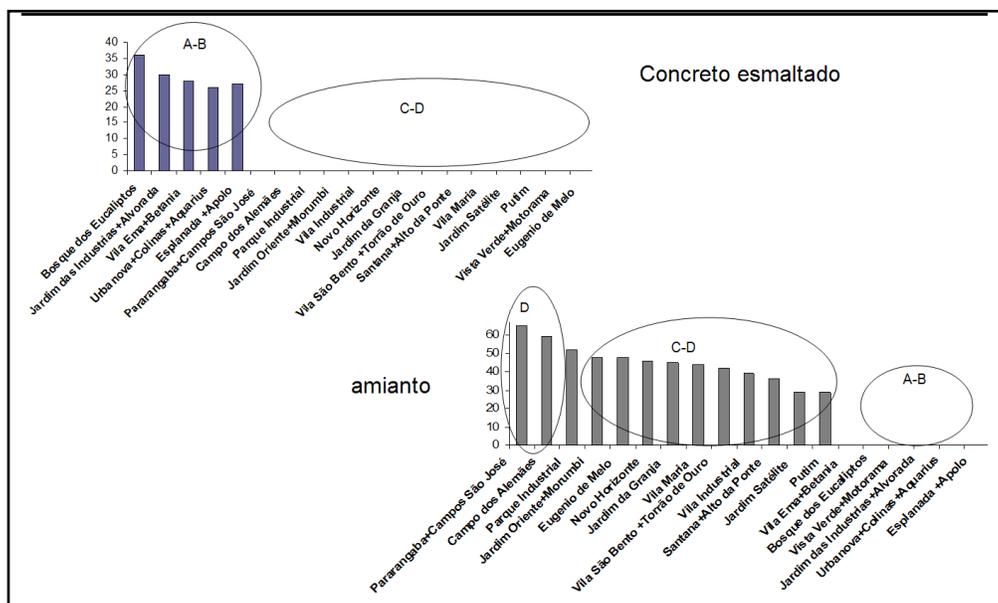


Gráfico 10.4– Simulação da distribuição das telhas de concreto esmaltado e concreto amianto nos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

10.5.2– Distribuição da vegetação arbórea e rasteira

Um dos aspectos relevantes para analisar a diferenciação geográfica refere-se à presença de vegetação arbórea na cidade em sua estreita relação com a melhoria de condições ambientais e o reflexo na sensação de bem-estar que a proximidade com locais de vegetação provocam. Encontramos, na área pesquisada, quatro padrões na distribuição da vegetação arbórea na cidade (Gráfico 10.5), que quando analisados em conjunto com as características sociais e econômicas do setor, permitem dizer que as áreas habitadas pela população de renda muito baixa é aquela onde as quadras residenciais apresentam menores porcentagens de arborização (até 4%). No setor Putim, área de ocupação da baixa renda, a classe de *vegetação arbórea* foi a que apresentou maior erro de classificação. Acreditamos, devido ao nosso conhecimento do setor, que talvez este pudesse ser incluído na faixa dos 4%. As quadras residenciais onde a porcentagem de arborização é maior (16%) é área de concentração da população de alta renda.

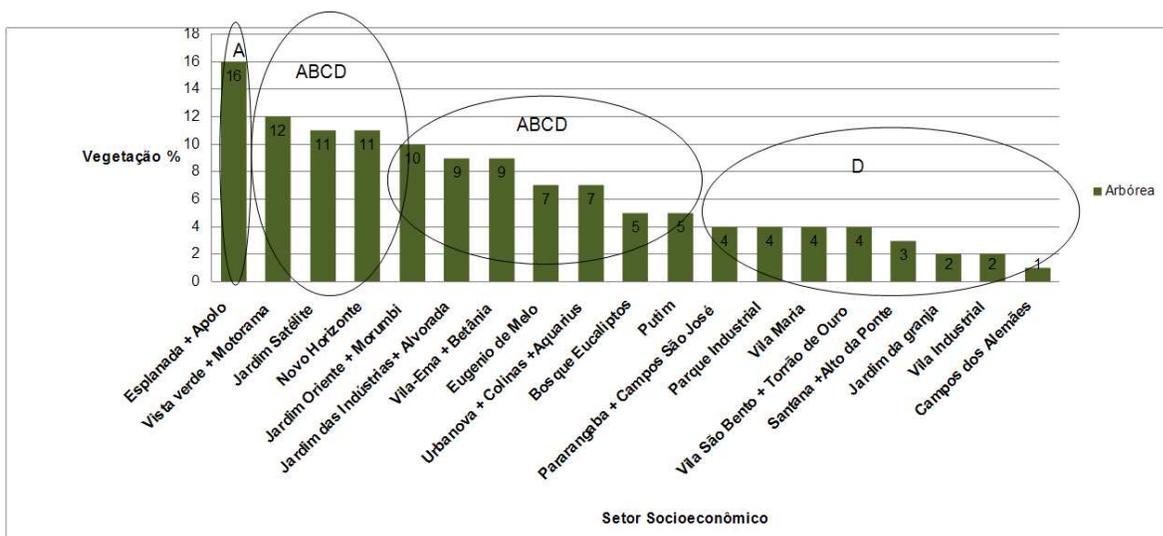


Gráfico 10.5 - Distribuição da vegetação arbórea nos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

Com porcentagem acima de 4% estão incluídos alguns setores de ocupação de população de baixa renda (Eugenio de Melo, Jardim Oriente-Morumbi e Novo Horizonte). Nestes setores, verificou-se que a distribuição da vegetação não é equitativa entre as quadras. Há ruas onde a arborização é abundante e em outras é praticamente inexistente, diferente dos setores incluídos no mesmo padrão, mas que apresentam uma distribuição mais homogênea da arborização.

No setor Urbanova-Colinas-Aquarius, ocupado por população de alta renda, a porcentagem relativamente baixa da vegetação arbórea parece estar relacionada a vários condomínios recém implantados com arborização em processo de crescimento. Como, a quase totalidade dessas casas possui jardins, verifica-se a alta porcentagem de vegetação rasteira nesse setor (Gráfico 10.6). A vegetação rasteira está implicitamente associada a maiores terrenos e, embora nem sempre, obediências aos recuos urbanísticos. Os dados obtidos permitem identificar sete padrões na distribuição deste elemento da cobertura. Quando se analisa socialmente estes padrões, observa-se que as menores ocorrências ou a inexistência é frequente nas áreas ocupadas pela população de muito baixa renda (D). Aparece com porcentagem variando de 8% a 11% nas áreas ocupadas pelas classes de renda média a alta e concentradas em área de população de alta renda.

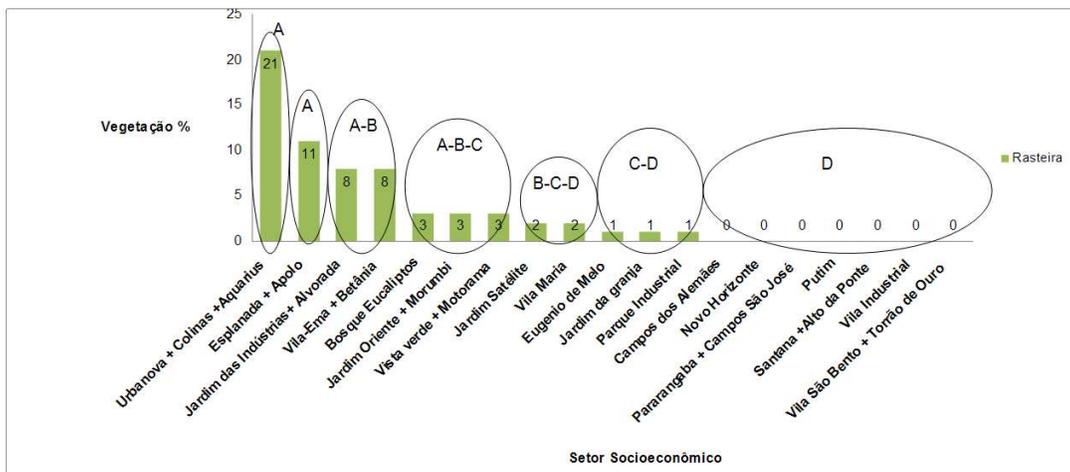


Gráfico 10.6 - Distribuição da vegetação rasteira nos setores socioeconômicos
(ordem decrescente)

O setor de maior porcentagem de arborização e alta concentração de vegetação rasteira é o Esplanada-Apolo, área de ocupação mais antiga onde se concentra população de alta renda. O setor de menor porcentagem de vegetação arbórea é Campo dos Alemães, onde também não se encontrou vegetação rasteira, sendo esta, área de concentração de população de baixa renda.

Os resultados obtidos permitem concluir que, em sua maioria, os setores onde vive a população de renda alta a média, são aqueles onde as quadras apresentam maior porcentagem de vegetação arbórea e rasteira. Nos setores de baixa renda, a vegetação arbórea, na maioria dos setores, não é distribuída de forma homogênea e a vegetação rasteira é praticamente inexistente. A análise da distribuição deste elemento permite concluir que a vegetação na cidade de São José dos Campos não é distribuída equitativamente pelos setores residenciais, e nesse sentido, nem todos os moradores da cidade usufruem igualmente de seus benefícios.

10.5.3 - Tamanho dos terrenos nos setores amostrais

A distribuição do tamanho médio dos terrenos mostra uma subdivisão das áreas residenciais em cinco faixas de tamanho médio dos terrenos (Gráfico 10.7).

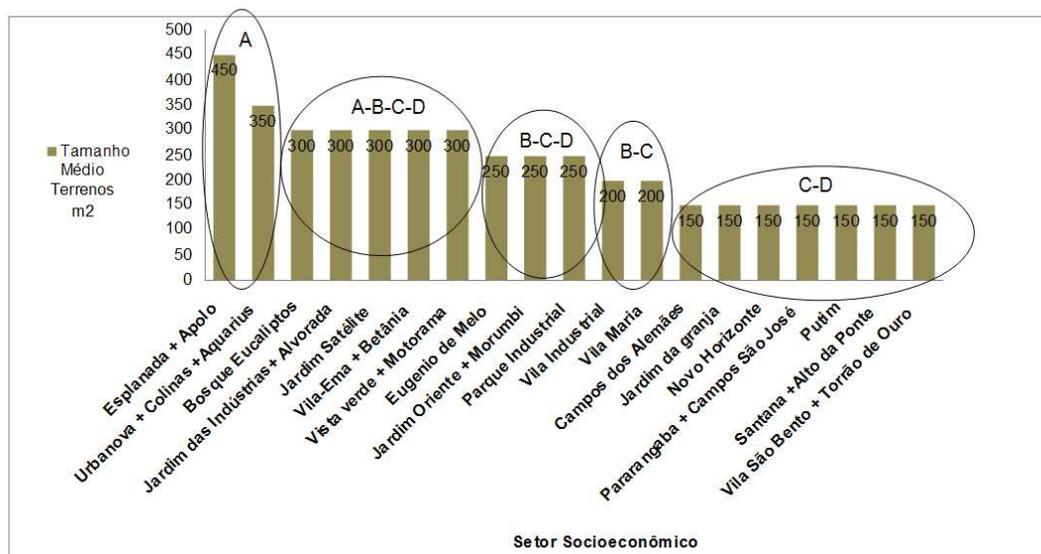


Gráfico 10.7 – Tamanho médio dos terrenos nos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

Os setores cujas dimensões estão entre 350 a 450m², compreendem os setores Esplanada-Apolo e Urbanova-Colinas-Aquarius, área com população de alta renda. Com dimensões de 300m², encontram-se os setores da Vila Ema-Betânia, Jardim Satélite, Vista Verde-Motorama, Bosque dos Eucaliptos e Jardim das Indústrias-Alvorada, áreas de concentração de população de renda média à alta. Nestes setores, os terrenos têm em geral uma edificação, dispõem de todos os recuos, ou seja, estão dentro das normas quanto aos recuos urbanísticos, possuindo espaços para jardins (como foi observado na distribuição do Gráfico 10.6) e garagens.

Nos setores de dimensão entre 200 e 250m² como Eugenio de Melo, Jardim Oriente-Morumbi, Parque Industrial, Vila Industrial, Jardim Paulista-Vila Maria, encontram-se terrenos com uma única construção, mas há também, uma parcela considerável de casas geminadas. Nos setores, cuja dimensão média é de 150m², como Campo dos Alemães, Jardim da Granja, Novo Horizonte, Pararangaba-Campos São José, Putim, Santana-Alto da Ponte, Vila São Bento-Torrão de Ouro, os lotes são praticamente totalmente ocupados, não existindo, em muitos casos, os recuos necessários para a circulação do ar e entrada do sol. Alguns locais dentro desses setores apresentam alta concentração de sobrados, agravando ainda mais a circulação do ar. Eles apresentam também, baixa porcentagem de vegetação arbórea e rasteira (com exceção do setor Novo Horizonte para a primeira e Jardim da Granja para a segunda).

10.5.4 - Densidade de ocupação

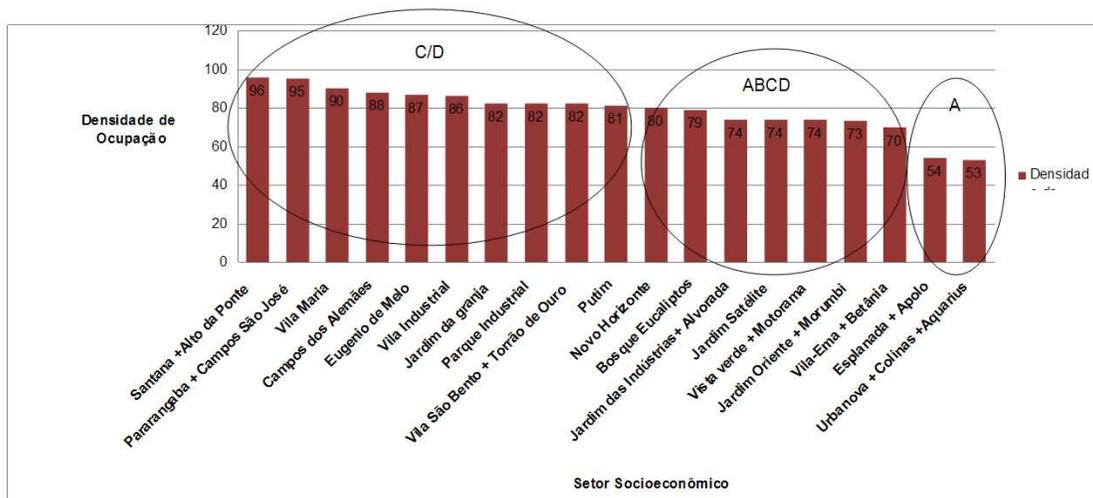


Gráfico 10.8 – Densidade de ocupação dos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

A densidade de ocupação indica menor disponibilidade de espaço nos terrenos. No Gráfico 10.8 encontramos três padrões deste elemento que, quando analisados com a composição social do setor nos permite verificar que os setores que apresentam

densidade de ocupação acima de 80% são os mesmos que tem as menores dimensões dos terrenos e representam setores onde também é baixa a porcentagem de vegetação arbórea e a vegetação rasteira é inexistente. Os setores ocupados pelas classes de renda média à alta estão todos em áreas onde a ocupação das quadras está abaixo de 80%, com apenas duas exceções (Jardim Satélite e Jardim Oriente-Morumbi). A densidade de ocupação, quando correlacionada com as outras coberturas, principalmente a vegetação arbórea e rasteira, tem relação direta com o grau de impermeabilização do solo, sendo portanto, um indicativo da qualidade ambiental do setor, o acúmulo dessas situações é um indicativo da ausência de conforto ambiental local.

10.5.5- Piscinas

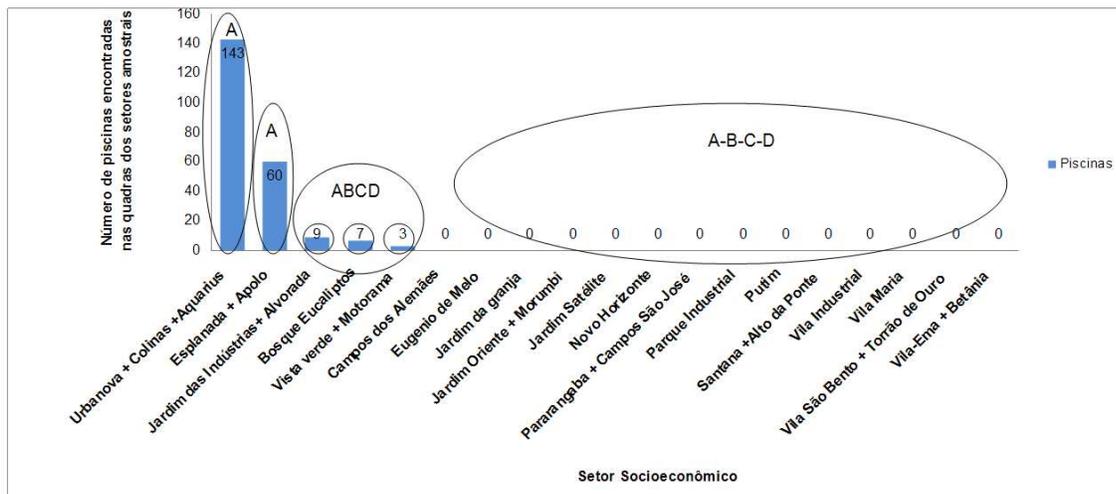


Gráfico 10.9 – Distribuição das piscinas nos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

O elemento piscina, assim como a organização interna das quadras, foi pontual. A presença de piscina indica maior disponibilidade de terreno e quando analisado em conjunto com outros elementos tende a ser fator de incremento na qualidade de vida e padrão urbano tendo, também, uma conotação econômica ligada a sua construção e manutenção.

Os dados observados no Gráfico 10.9 permitem dizer que a presença de piscinas é uma constante nas quadras residenciais do setor socioeconômico do Urbanova-Colinas-Aquarius (alta renda). Aparece com certa regularidade nas quadras do setor Esplanada-Apolo (Alta renda), em poucas unidades nos setores do Bosque dos Eucaliptos e Jardim das Indústrias, Vista Verde-Motorama. É inexistente nos setores ocupados por população de renda muito baixa. Cabe ressaltar que devido às particularidades do setor Vista Verde-Motorama, a classe D aparece como área de existência de piscinas, quando os dados mostram que elas não o são. A inclusão da classe A e B em locais de não ocorrência de piscinas é devido à inclusão nesse grupo, do setor Vila Ema-Betania, áreas de ocupação mais antiga de população de renda média em que a construção de piscinas nas casas ainda não se enquadrava no padrão construtivo adotado pela alta renda.

10.5.6 - Distribuição de sombra nos setores socioeconômicos

As sombras dentro das quadras analisadas resultam de recuos laterais entre as casas e de desníveis de telhados em casas com mais de um piso, da presença de vegetação arbórea e das áreas obstruídas pela visada lateral do satélite, assim a distribuição da classe sombra pode indicar um desses fatores, além, obviamente de possíveis erros de classificação. Nesse sentido, entendemos que a presença de sombras, nas quadras residenciais é um indicador da presença de vegetação arbórea, de recuos entre as construções, sendo também um fator de conforto térmico.

Observa-se que há uma distribuição equilibrada entre a porcentagem de sombra e as características de renda dos habitantes (Gráfico 10.10). Nos extremos encontram-se as maiores porcentagem desta classe nas quadras habitadas pela população de alta renda (19%) e as menores porcentagens nos setores de Eugenio de Melo e Vila Maria-Jardim Paulista, Pararangaba-Campos São José e Santana-Alto da Ponte, 5% e 1% respectivamente, ocupadas por população de baixa renda.

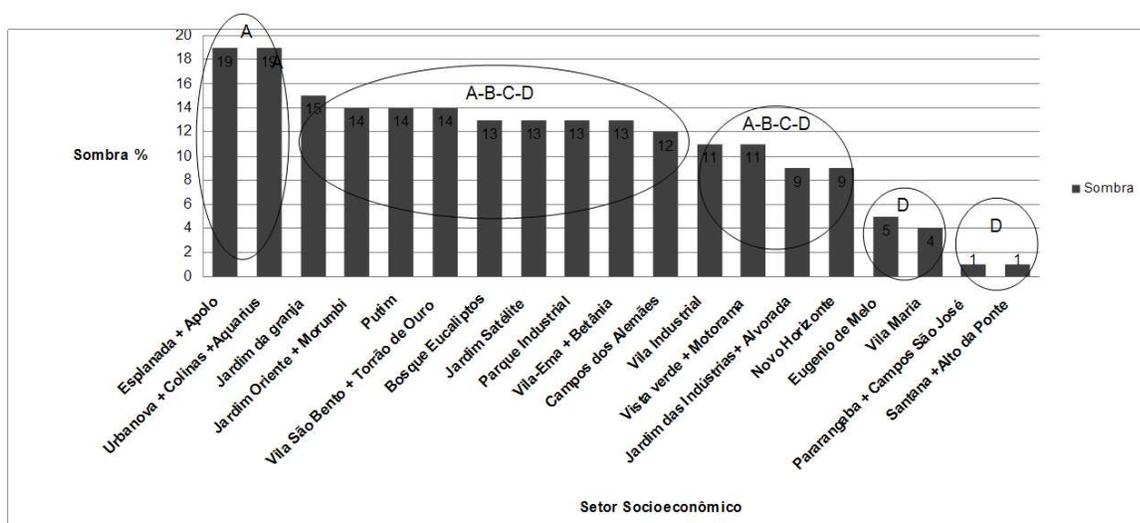


Gráfico 10.10 – Distribuição das sombras nos setores socioeconômicos (ordem decrescente)

Os resultados da análise dos elementos da diferenciação nos setores socioeconômicos permitem verificar uma desigualdade de distribuição dos mesmos nas quadras residências amostrais, ou seja, demonstram uma desigualdade socioespacial. É evidente a separação entre as áreas habitadas por população de renda alta e baixa mostrando desigualdades socioespaciais. Intermediando estes extremos encontram-se áreas, que de modo geral, para alguns elementos, não traduzem a diferenciação como desigualdade socioespacial para além dos extremos, como ocorre com a *densidade de*

ocupação, vegetação arbórea e sombra, enquanto outros elementos permitem tal comparação, como é o caso das *piscinas, vegetação rasteira e tamanho dos terrenos*.

A análise qualitativa dos elementos também revelou que, mesmo em áreas homogêneas do ponto de vista da textura, alguns elementos podem permitir, dentro dos setores, outras subdivisões, como é o caso do tamanho médio dos terrenos (no setor Urbanova-Colinas-Aquarius) e da distribuição desigual da vegetação nas quadras do setor.

Como já dito, a classificação automática da imagem apresentou erros que foram solucionados parcialmente pela classificação híbrida, que depende do conhecimento do pesquisador sobre a área da pesquisa e do uso de técnicas adequadas. Os erros encontrados na classificação automática mostram que, mesmo definindo os limites das quadras e isolando estas do restante das imagens, uma grande variedade de situações ainda persiste dentro das quadras residenciais, tornando mais complexa a representação do mundo real na escala intraurbana. Esse fato é relevante na medida em que reforça a contradição entre a alta tecnologia presente na geração das imagens de alta resolução espacial e as metodologias de extração de informação desses dados, necessitando cada vez mais da intervenção do pesquisador.

O mapeamento dos elementos da cobertura do solo permitiu determinar a porcentagem de ocorrência de cada elemento da cobertura do solo (vegetação, sombra, tipos de telhados, piscina) dentro das quadras amostrais que, juntamente com os demais elementos da diferenciação (tamanho médio dos terrenos e densidade de ocupação) possibilitaram verificar a diversidade de suas ocorrências e distribuições nos setores socioeconômicos. Quando a esta distribuição foram agregados os conteúdos sociais, os elementos da diferenciação se mostraram insuficientes para a análise da desigualdade social para além dos extremos (ocupação por população de alta

contrao-ndo-se com a de baixa renda), demonstrando a necessidade de utilizar dados socioeconômicos, com instrumental teórico adequado que permita realizar análises geográficas em profundidade. Análises comprometidas com a adequação de instrumentais teóricos e metodológicos de análise que permita identificar as diversidades de produção e ocupação do espaço urbano. Consideramos assim, que estes instrumentais aqui utilizados são referenciais que podem permitir avanços na relação necessária entre teoria, prática e utilização de bases técnicas de leitura de imagens de satélites no intraurbano

CONCLUSÕES

Considerando que esta pesquisa teve como principal objetivo, explorar o conteúdo informativo das imagens orbitais de alta resolução espacial para o estudo da diferenciação espacial de áreas residenciais no município de São José dos Campos, verificamos que é possível, com os instrumentos e as técnicas utilizadas, realizar um mapeamento que fornece subsídios importantes para analisar a desigualdade socioespacial de áreas residenciais. O ponto de partida para verificar a diferenciação espacial é o espaço, objeto de análise dos geógrafos. Este ponto de partida não é oposto aos que iniciam suas análises por dados sócio-econômicos e depois os mapeiam, pelo contrário, aponta que são métodos de análises complementares.

Os resultados obtidos, ao mesmo tempo em que reafirmam características socioeconômicas, constantes do zoneamento da área urbana de São José dos Campos, ampliam, redimensionam, e redefinem estas características mostrando que a partir da análise da diferenciação socioespacial é possível analisar as desigualdades socioespaciais.

Verificamos que a análise das imagens, utilizando processos técnicos, permite conhecer desigualdades sociais no espaço, produto das relações sociais do Estado capitalista, que mostram formas concretas de produção e reprodução do espaço, explicitadas na diferenciação geográfica. Mas, para aprofundar o conhecimento é necessário analisar os dados com instrumental teórico que permita compreender a complexidade.

Apresentamos, aqui, uma síntese tendo em vista que conclusões parciais foram apresentadas ao longo dos capítulos.

Lembramos que os avanços ocorridos nos últimos anos nos sistemas sensores orbitais, principalmente, o aumento da resolução espacial, assim como as novas metodologias de extração de informação permitem classificar, por uma série de atributos (espectrais, relacionais e de forma) o comportamento dos objetos presentes na superfície terrestre. Estes instrumentos analíticos que utilizados no intraurbano permitem aos geógrafos a compreensão, não apenas da forma, mas também do conteúdo da diferenciação espacial, apresentando elementos fundamentais para a análise da desigualdade socioespacial.

Em estudos sobre a desigualdade realizados para a cidade (Mapa de Pobreza, Índice de Exclusão/Inclusão, Atlas de Condições de Vida), os setores de Santana-Alto da Ponte, na zona Norte, Campos dos Alemães e Vila São Bento-Torrão de Ouro, na zona Sul e Pararangaba-Campos São José, na zona Leste, são identificados como áreas de alta concentração de pobreza e exclusão. Na análise aqui realizada e com os instrumentos utilizados mostramos que essas mesmas áreas são aquelas que apresentam precariedade de condições de vida em sua dimensão espacial, pois apresentam acúmulos de situações de um baixo padrão de urbanização.

Para alguns elementos, a diferenciação é mais evidente, principalmente, entre os extremos, como foi observado na distribuição da *vegetação arbórea*, *sombra* e *densidade de ocupação*, enquanto outros permitem ir um pouco além dos extremos como é o caso do *tamanho dos terrenos*, *piscinas*, e *vegetação rasteira*.

A distribuição e variabilidade dos diferentes materiais dos telhados (*cerâmica*, *claro* e *escuro*) dentro das quadras não permitiram concluir se é possível a verificação da desigualdade, embora, qualitativamente se reconheça sua importância na análise como

foi demonstrado no capítulo 3 e no Gráfico 10.4. Acreditamos, pelo conhecimento que temos do local de estudo, que se fosse possível identificar o tipo de material utilizado nas coberturas dos telhados escuros e claros, esta informação seria muito útil, dada sua importância no contexto econômico.

Cabe salientar também, que vários dos elementos aqui utilizados para averiguar a diferenciação socioespacial não são visíveis em pesquisas que utilizam dados de fontes secundárias.

A análise individual dos elementos da diferenciação não permite considerá-los como evidência absoluta de desigualdade social como foi colocado no capítulo 3 e 4, assim, como também não permite caracterizar o espaço tipologicamente, como o fazem os indicadores intraurbanos aqui citados.

Nesse sentido, isso nos leva a concluir que a imagem ou os elementos da diferenciação utilizados são limitados em representar a desigualdade socioespacial em sua diversidade. A imagem de alta resolução espacial, pelo conteúdo informativo que contém, permite identificar outras formas existentes na paisagem, que não foram exploradas neste trabalho, como as áreas de lazer (parques, clubes) centros comerciais, fábricas, galpões comerciais, traçado e qualidade do sistema viário, entre outras características do espaço concreto. Pensamos que a escolha das quadras residências amostrais limitou a análise dos elementos da diferenciação, desconsiderando o contexto social mais amplo em que se insere o setor socioeconômico, como por exemplo, leis de zoneamentos.

As Leis de zoneamento definem diferentes usos: uso estritamente residencial, uso industrial, uso comercial, usos mistos o que interfere no preço da terra, nas características de produção e reprodução do espaço intraurbano que influenciam o padrão de vida urbano e as condições de habitabilidade de áreas residenciais e a

valorização diferencial da terra urbana. Cabe ressaltar, entretanto, que tanto a paisagem quanto a imagem, não dão conta da complexidade da realidade, carecendo, de complementação de estudos teóricos e de pesquisa de campo. Da mesma forma os estudos que utilizam dados socioeconômicos, obtidos de fontes secundárias e depois os espacializam, também não dão conta da totalidade. Assim é fundamental que estes estudos sejam complementares.

A desigualdade social, no espaço intraurbano, tem sido estudada a partir de levantamentos realizados por pesquisas de campo e dados secundários, enquanto o estudo aqui realizado se baseia em elementos da paisagem, obtidos em imagens de alta resolução espacial. Os levantamentos de campo primeiro caracterizam as condições de vida das pessoas de um lugar, de seu território, de seu espaço. O uso das imagens orbitais caracteriza inicialmente, algumas condições do lugar, do território onde vivem as pessoas. Os dois pontos de partida permitem compreender a dinâmica socioespacial, e não são excludentes, são metodologias que se complementam para a compreensão das contradições e conflitos da produção e reprodução capitalista do espaço urbano, enquanto um fenômeno que se expressa por meio da diferenciação, da desigualdade e da segregação socioespacial. A complementação destas pesquisas é fundamental para agregar qualidade às pesquisas que procuram compreender a desigualdade e suas múltiplas dimensões.

A partir das evidências e limitações encontradas para a análise das imagens, consideramos, para avançar nos estudos da diferenciação espacial nas áreas residenciais, que se incluam na análise outros elementos do espaço, presentes na imagem. A pesquisa amostral não permitiu compreender a totalidade das áreas residências do município. O uso das quadras amostrais, embora uma necessidade metodológica, que visou excluir da análise outras formas de uso que não o residencial,

limitou a compreensão das quadras residenciais no contexto mais geral da sua dimensão econômica, social e política.

Outro aspecto importante é que tendo em vista a limitação espectral das imagens utilizadas, sugere-se a utilização dos dados orbitais do satélite WorldView-2. A exploração destas imagens pode trazer melhor acurácia no mapeamento das classes, inclusive, melhorias na separabilidade entre os tipos de materiais dos telhados (principalmente entre os claros e escuros). Esse sistema dispõe de 8 canais multiespectrais o que permite uma sensível melhora da acurácia na classificação da cobertura do solo intraurbana.

Reafirmamos a necessidade de complementação de levantamento de dados primários em campo, em especial para identificar o tipo de material dos telhados (amianto, concreto esmaltado, etc.), visando compreender a diversidade de materiais utilizados como exposto no Capítulo 3 e também para a elaboração de descritores contextuais para a classificação baseada em objeto.

Tendo em vista a observação do acúmulo de características negativas dos elementos em áreas residenciais, é importante também, realizar estudos comparativos entre a distribuição dos elementos da diferenciação e sua relação com a formação de variações térmicas intraurbanas, que permita compreender as condições de vida da população moradora em termos de conforto térmico. Assim, a determinação medidas de cobertura do solo em áreas residenciais pode ser útil para a elaboração de um padrão de qualidade do espaço baseado em elementos da imagem.

As imagens orbitais constituem-se em suporte importante para compreender a concretude da produção do espaço. É um instrumental analítico que permite coletar dados fundamentais para entender o intraurbano. Reafirmamos, porém, que as análises

devem estar alicerçadas em arcabouço teórico que explicita a dinâmica da produção e reprodução social do espaço, das normas que regem o uso do solo urbano, das formas de apropriação e propriedade da terra e das riquezas, com o objetivo de avançar no entendimento da complexidade e da totalidade. O uso de imagens orbitais não é meramente técnico, pois a técnica não existe sem suporte teórico e metodológico. Nesse sentido, avançar no entendimento da imagem enquanto possibilidade de representação atual da paisagem é fundamental para estudos geográficos no urbano e intraurbano que devem ser aprimoradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. V. **Avaliação da escala de influencia da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2008. Disponível em:

<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=000431266>

Acesso em: 14 maio de 2009.

ALVES, C. D.; PEREIRA, M. N.; MONTEIRO, A. M. V. Caracterização intra-urbana das áreas de expansão periféricas e periurbanas da Região Metropolitana de São Paulo com o uso de imagens de alta resolução espacial visando espacializar as áreas de vulnerabilidade socioambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 561-568. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15805-PRE/10415). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.01.13>>. Acesso em: 23 set. 2009.

ALVES, R. A. L. **Identificação de alvos urbanos em imagens Ikonos aplicando classificação orientada a segmentos** – Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica) - Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, 2005.

ANDERSON R.F et.al. **Sistema de classificação de uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensoriamento remoto**. Trad. H. Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

ANTUNES, A. F. B. **Classificação de ambiente ciliar baseada em orientação a objeto em imagens de alta resolução espacial**. Curitiba. 146p. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, 2003

ANTUNES, A. F.;CORTESE, S. C. Determinação de áreas de ocupação irregulares por meio de análise orientada a objetos In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO,13 (SBSR), 2007 Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007 p. 481-487 Disponível em:
<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.31.14.10/doc/481-487.pdf>

ARAÚJO, E. H. G. **Análise multi-temporal de cenas do satélite quickbird usando um novo paradigma de classificação de imagens e inferências espaciais. Estudo de caso**: Belo Horizonte, MG. 2006. 175 p. (INPE-13956-TDI/1062). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São

José dos Campos. 2006. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/07.24.19.43>>.

Acesso em: março. 2010.

ARAUJO, E. H. G.; KUX, H. J. H.; ALBUQUERQUE, P. C. G. **Ortorretificação de imagens Quickbird orStandard** - levantamento planialtimétrico de pontos de apoio e métodos de correção geométrica. São José dos Campos: INPE, 2007. 57 p. (INPE-14926-RPQ/262). Disponível em:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-17@80/2007/11.30.17.21>>. Acesso em: jan. 2010.

ASSOCIAÇÃO AEROESPACIAL BRASILEIRA (AAB). **50 anos de Era Espacial:** Resumo dos Debates das mesas Redondas Organizadas pela AAB em 5 de outubro de 2007. Disponível em:

http://www.aeroespacial.org.br/downloads/eventos/Sputnik50_Debates.pdf

Acesso em: Jul. 2009.

AVELAR, S.; ZAH, R.; CORRÊA, C.T. Linking socioeconomic classes and land cover data in Lima, Peru: Assessment through the application of remote sensing and GIS. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.11, n. 1, p. 27-37, 2009.

BARBOSA, M. J. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares**. Florianópolis, 307 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, 1997.

BARNESLEY, M.J.; STEEL, A.M.; BARR, S.L. Determining urban land use through an Analysis of the Spatial Composition of Building identified in LiDAR and Multispectral Image data. In: MESEV V. (ed.). **Remotely sensed cities**. London: Taylor and Francis, 2003, p. 83-108.

BLASCHKE, T.; LANG, S.; LORUP, E.; STROBL, J.; ZEIL, P. **Object-oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications**. 2000. Disponível em:

<http://www.definiens.com/publish.pdf>

Acesso em: dez. 2009

BLASCHKE, T. HAY, G.J. **Object-oriented image analysis and scale-space: theory and methods for modeling and evaluating multiscale landscape structure**. Disponível em: <http://www.definiens.com/publish.pdf> Acesso em: dez. 2009

BLASCHKE, T.; KUX, H.J.F. **Sensoriamento remoto e SIG avançados:** novos sistemas e sensores inovadores. 2ª edição São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 286p.

BOCHICHIO, V. **Introdução ao uso de sistema classificatório pelo coeficiente de similaridade na análise de dados de área urbana obtidos por fotointerpretação.** Tese (Doutorado Filosofia, Ciências e Letras) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente SP , 1973.

BOLOGNA M.F. **Experiência dos planos diretores de São José dos Campos.** Instrumentos eficazes de planejamento urbano ou obras de consulta acadêmica. Dissertação (Mestrado em Planejamento urbano e regional) - Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), São José dos Campos, 2000.

BONDUKI, N.G. **À guisa de conclusão:** das experiências concretas para a construção de um novo ideário em políticas urbanas. São Paulo: Nobel, 1996.

BONDUKI, N.G. **Política habitacional e inclusão social no Brasil:** revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. Disponível em:
http://www.usjt.br/arq.urb/numero_01/artigo_05_180908.pdf
Acesso em: 05 abr. 2009.

BORGES, L.S. **Mapa de pobreza de São José dos Campos.** Dissertação (mestrado em Planejamento urbano e Regional) Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. São José dos Campos, 2003.

BUENO, E. P; GUIDO, O. S. A geografia e o estudo da segregação sócio-espacial. **Geografia**, v. 29, n.1, jan. abr., 2004 Tioc Clari, SP 2004.

CASTILHO, R. **Sistemas orbitais e uso do território:** integração eletrônica e conhecimento digital do território. Tese (Doutorado, em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, 1999.

CASTRO FILHO, C.A P. **Metodologia de classificação orientada a segmentos para apoio ao cadastro urbano.** Dissertação (mestrado) – Instituto Militar de Engenharia– Rio de Janeiro, 2006 212p

CANADÁ CENTRE FOR REMOTE SENSING (CCRS). **Tutorial:** fundamentals of remote sensing. Disponível em:
http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php
Acesso em: jun. 2009.

CHUVIECO, E.S. **Teledetección ambiental** - la observación de la tierra desde el espacio. Barcelona: Ariel, 2002.

COBO, B.; SABÓIA, A. L. Uma contribuição para a discussão sobre a construção de indicadores para implementação e acompanhamento de políticas públicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS – ABEP, 2006, Caxambu. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2006. Disponível em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_411.pdf
Acesso em: nov. 2008.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 136 p.

CORRÊA, R. L. **O Espaço urbano**. 3 ed. São Paulo: Atica, 1995.

CORREA, R. L. Espaço: um conceito chave em geografia. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORREA, R. L. (orgs.). **Geografia: conceitos e temas**. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2000.

COSTA, S.M.F. **Avaliação de técnicas de processamento digital de imagens TM-Landsat aplicadas à delimitação de áreas urbanas**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos campos, 1989, 110p. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.01.29.53/doc/publicacao.pdf>
Acesso em: jan. 2010.

CROSTA, A.P. **Processamento digital de imagens**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992.

CUNHA, J.M.; JAKOB, A.A.E.; HOGAN, D. CARMOS, R.L A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. In: CUNHA, J. M. P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação**. 1 ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2006, v. 1, p. 143-168

DEFINIENS IMAGING. **eCognition: user guide 3**. München, Germany, 2003, 480 p.

DONNAY, J.P.; BARRNSLEY, M. J.; LONGLEY, P.A. **Remote sensing and urban analyses**. London: Taylor and Francis, 2001.

DURAND, C.; SOUZA, Í. M.; PEREIRA, M. N. Análise orientada a objeto para a extração automática de áreas urbanizadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, FLORIANÓPOLIS. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5187-5189. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em:

<<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.12.36>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R.; VALERIANO, M. M.; OLIVEIRA, J. B. **Comportamento espectral de solos do Estado de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 1992. 132 p. (INPE-5424-PRP/172). Projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP. Disponível em:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.23.05>>. Acesso em: 24 fev. 2010.

EPIPHANIO, J. C. N. Perfil da distribuição de imagens do CBERS-2 no período 2004-2006. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 867-873. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. (INPE-16350-PRE/10928). Disponível em:

<<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.24.11.16>

<<http://urlib.net/rep/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.24.11.16?languagebutton=pt-BR>>>.

Acesso em: 11 ago. 2009.

ESTEVAM, E. A. **Classificação de áreas de favelas a partir de imagens Ikonos** : viabilidade de uso de uma abordagem orientada a objetos . Dissertação (Mestrado em Ciências cartográficas) -Universidade Estadual paulista (UNESP) , Presidente Prudente, SP. 2006.

FERNANDEZ, M.T.M. **Macrosegregação residencial**: o deslocamento das áreas residenciais da classe de alta renda em São José dos Campos. Dissertação (Mestrado - Planejamento urbano e regional) - Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) São José dos Campos, 2002.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. 2ª edição, São Paulo: Oficina de textos, 2007, 102p.

FOSTER, B. Some urban measurements from Landsat data . **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v.49 n 10 pg 1693 -1707, 1983

FUCKNER, M.A.; FLORENZANO, T.G.; MORAES, E.C. Construção de bibliotecas espectrais urbanas a partir de dados ASTER para a aplicação de modelos de mistura de múltiplos componentes em São Paulo (SP) e Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal, Brasil: INPE, 2009. p. 1087-1094. Disponível em:

<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.22.08/doc/1087-1094.pdf>

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Sistema de Informações dos Municípios Paulistas (IMP)**. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/imp/index.php>
Acesso em: jul., 2009.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estudos Políticos e Sociais. **Déficit habitacional no Brasil**. Belo Horizonte, abr, 2007.

GENOVEZ, P. C. **Território e desigualdades**: análise espacial intra-urbana no estudo da dinâmica de exclusão/inclusão social no espaço urbano em São José dos Campos. 2002. 220 p. (INPE-12177-TDI/973). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/marciana/2003/04.14.11.49>>. Acesso em: jan 2010.

GONÇALVES, C. D.A.B., SOUZA. I.M.PEREIRA, M.N.; FREITAS. Análise do ambiente residencial urbano visando à inferência populacional a partir do uso de dados de sensoriamento remoto orbital de alta resolução. **Geografia**, Rio Claro, v 31 n. 2 p.371-402, maio/ago. 2006.

GONÇALVES, C. D. A. B.; PEREIRA, M. N.; SOUZA, Í. M. Uso de imagens CBERS para mapeamento de uso do solo urbano como subsídio ao planejamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 969-978. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12619-PRE/7912). Disponível em : <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.10.30>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

GOUVÊA, R.A.R. **O espaço urbano e a clandestinidade**: um estudo de caso dos loteamentos clandestinos no município de São José dos Campos. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade do vale do Paraíba (UNIVAP), São José dos Campos, 2003.

GUIMARÃES, J. R. S.; JANUZZI, P. M. IDH, Indicadores sintéticos e suas aplicações em políticas públicas. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e regionais** v.7, n.1, p. 73-89, maio 2005. Disponível em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/PDF/ABEP2004_296.pdf
Acesso em: nov. 2008.

HARVEY, D. **A justiça social e a cidade**. São Paulo: Hucitec, 1980

HARVEY, D. O trabalho, o capital e o conflito de classes em torno do ambiente construído nas sociedades capitalistas avançadas. **Revista Espaço e Debates**, n. 6, 1982.

HEROLD, M.; GARDNER, M., HADLEY, B. AND ROBERTS, D. The spectral dimension in urban land cover mapping from high-resolution optical remote sensing data. In: SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF URBAN AREAS, 3., Istanbul. **Proceedings...** Istanbul, Turkey: 2002

HEROLD, M., GARDNER, M. & ROBERTS, D. A. Spectral Resolution Requirements for Mapping Urban Areas, **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 41, 9, pp. 1907-1919. 2003.

HOLZ, R. K. **The surveilland science remote sensing of the environment**. Boston: Houghton Mifflin Company, 1973. 390p.

HUERTA, E. **GPS: posicionamiento satelital** 1a. ed. - Rosario: UNR Editora - Universidad Nacional de Rosario, 2005. 148 p. Disponível em: http://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf Acesso em: jul. 2009

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) **Relatório PRODES**. São José dos Campos, 2008a. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf Acesso em: jul 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Relatório DETER** . São José dos Campos, 2008b. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter/avaliacao/RelatorioMonitoramento.pdf> Acesso em: jul 2009.

JANUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil**. 3. ed. 2. imp. Campinas, São Paulo: Alínea, 2006. 141p.

JANUZZI, P. M. Considerações sobre o uso, mau uso e abuso dos indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. **RAP- Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro 36, n.1, p 51-72, Jan/Fev. 2002. Disponível em: http://www.ebape.fgv.br/academico/asp/dsp_rap_artigos.asp?cd_edi=14 Acesso em: nov. 2008.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução de José Carlos Neves Epiphânio *et al.* São José dos Campos, SP. Parêntese, 2009.

KAWABATA, C.Y. **Eng. Agríc.** v. 25, n.3, Jaboticabal, set./dez. 2005.

Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162005000300004&script=sci_arttext

Acesso em: maio 2009.

KOGA, D. **Medidas de cidades:** entre territórios de vida e territórios vividos. São Paulo: Cortez, 2003.

KURKDJIAN, M. L. N.O. Aplicações de sensoriamento remoto ao planejamento urbano. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6., 1993, Cartagena, 03-08 outubro 1993. **Anais...** Cartagena: SELPER, 1993.

KURKDJIAN, M. L. N.O. et al. **Macrozonamento da região do vale do Paraíba e litoral Norte do Estado de São Paulo.** São José dos campos: INPE, 1992.

KURKDJIAN, M.L.N.O. **Um método para identificação e análise de setores residenciais urbanos homogêneos, através de dados de sensoriamento remoto com vistas ao planejamento urbano.** 1986. 158f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986. (INPE 6358-TAE/026).

KUX, H. J. H.; NOVACK, T.; FONSECA, L. M. G. Mapeamento de favelas usando classificação orientada a objeto – estudo de caso em Paraisópolis, São Paulo (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 715-721. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15910-PRE/10520). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.12.17.27>>. Acesso em: 23 set. 2009

LACOSTE, Y. **Os países subdesenvolvidos.** 3. ed. São Paulo: Difusão Européia do livro, 1966. Coleção saber Atual.

LACOSTE Y. **Geografia do subdesenvolvimento.** 7. ed. São Paulo Difel, 1985.

LEE, A. **O custo das alternativas de substituição do telhado de cimento amianto.** São Paulo: Escola Politécnica de São Paulo- Depto de Engenharia de Construção Civil – PCC. Disponível em: <http://www.crisotilabrasil.org.br/site/pesquisas/pdf/O%20Custo%20das%20Alternativas.pdf> Acesso em: maio 2009.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

LU, D.; WENG, Q. Urban classification using full spectral information of Landsat ETM_ imagery in Marion County, Indiana. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 71, n. 11, Nov., p. 1275–1284, 2005.

MANTOVANI, J. E.; NOVO, E. M. L. M. Comportamento espectral da matéria orgânica dissolvida. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8. (SBSR), 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. p. 917-924. CD-ROM. ISBN 85-17-00014-5. (INPE-6164-PRE/2253). Disponível em:

<http://urlib.net/sid.inpe.br/deise/1999/02.01.09.35>

Acesso em: 08 jan 2010.

MARQUES FILHO, O; VIEIRA NETO, H. **Processamento digital de imagens**. Rio de janeiro: Brasport, 1999. 406p.

MENDES, R. Asbesto (amianto) e doença: revisão do conhecimento científico e fundamentação para uma urgente mudança da atual política brasileira sobre a questão. **Cad. Saúde Pública**, v.17, n.1, Rio de Janeiro,2001. Disponível em:

http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2001000100002

Acesso em: maio, 2009.

MENDONCA, F. J.; CAMARA NETO, G. **Levantamento da freqüência de cobertura de nuvens em dados do Landsat no período de 1973 a 1981**. São Jose dos Campos: INPE, 1983. 78 p. (INPE-2882-RPE/443).

MESEV, V. **Remotely sensed cities**. London, Uk: Taylor & Francis, 2003.

MONSERRAT FILHO, J. **Direito e política na era espacial: podemos ser mais justos no espaço do que na terra?**. Rio de janeiro: Viera & Lent, 2007.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. Viçosa: Ed UFV, 2005.

MundoGeo. Revista online. Disponível em:

<http://www.mundogeo.com.br/noticias-diarias> Acesso em: jul. 2009.

NAHAS, M. I. P. **Bases teóricas, metodológicas de elaboração e aplicabilidade de indicadores intra-urbanos na gestão municipal da qualidade de vida urbana em grandes cidades: o caso de Belo Horizonte**. Tese (Doutoramento) - Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, São Carlos, 2002, 373p.

NEPO/UNICAMP/PMSJC. **Pesquisa de instrumentação do planejamento**

urbano e avaliação do déficit habitacional em São José dos Campos, 2003.

Disponível em:

<http://www.sjc.sp.gov.br/spu/downloads/atlas.pdf>

Acesso em: ago. 2009.

NIERO, M.; FORESTI, C.; LOMBARDO, M. A. Utilização de dados Landsat no monitoramento da expansão urbana da Grande São Paulo, em áreas de proteção aos mananciais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2. (SBSR), 1982, Brasília. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1982. p. 879-896. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00046-1. (INPE-7782-PRE/3622). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/10.01.14.02>>. Acesso em: ago. 2009

NOVACK, T. **Classificação da cobertura da terra e do uso do solo urbano utilizando o sistema InterIMAGE e imagens do sensor QuickBird**. 2009. 214 p. (INPE-16594-TDI/1580). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2009. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/08.31.21.23>>.

Acesso em: março 2010.

NOVAES JÚNIOR, R. A.; COSTA, S. M. F. Metodologia para caracterização sócio-econômica do espaço construído utilizando geotecnologias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 5435-5442. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. (INPE-15794-PRE/10406). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.11.58>>. Acesso em: 07 out. 2010.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. 3. ed. São José dos Campos, SP: Edgard Blucher Ltda, 2008, 388p.

PEREIRA, M. N.; KURKDJIAN, M. L.N. O.; FORESTI, C. **Cobertura e uso da terra através de sensoriamento remoto**. São José dos Campos: INPE, 1989. (INPE-5032-MD/042).

PEREIRA, M.N.; GONÇALVES, C.D.A.B.; SOUZA, I.M.; GARCIA, S.; PORTELA, A.G.; ALMEIDA, C.M. **Uso de imagens de satélite como subsídio ao estudo processo de urbanização**. São José dos Campos: INPE, jun. 2005. (INPE-12912-RPI/251), São José dos Campos, Disponível em:

<http://mtc-m12.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/iris@1912/2005/09.29.12.22>

Acesso em: 18 ago. 2009

PINHO, C. M. D. **Análise orientada a objetos de imagens de satélites de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intra-**

urbano: o caso de São José dos Campos. 2005. 180 p. (INPE-14183-TDI/1095). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2005. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2005/11.23.13.40>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

PINHO, C. M. D.; UMMUS, M. E.; NOVACK, T. Simulação do comportamento espectral de alvos urbanos em sensores multiespectrais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009a, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 803-810. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15986-PRE/10595). Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.12.19.11> Acesso em: 04 ago. 2009.

POCHMANN, M. *et al.* **Atlas da exclusão social:** a exclusão no mundo. São Paulo: Cortez, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (PMSJC). Secretaria de Planejamento e Meio-ambiente. **SJCDados, arquivo digital dos dados do município de São José do Campos.** Disponível em: <http://www.sjc.sp.gov.br> Acesso em: ago. 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Secretaria de Planejamento Urbano (PMSJC. SPU) - **Plano diretor da cidade de São José dos campos.** Disponível em: http://www.sjc.sp.gov.br/spu/downloads/Caderno_Tecnico.pdf Acesso em: ago. 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS Secretaria da habitação (PMSJC-SH). Disponível em: <http://www.sjc.sp.gov.br/sh/index.asp> Acesso em: ago. 2009.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Desenvolvimento Humano e IDH.** Disponível em: <http://www.pnud.org.br/idh/> Acesso em: out. 2009.

REIS, N.G. **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas no tecido urbano,** São Paulo: Via das Artes, 2006.

RESCHILAN, P.R. **Rev. Ciênc. Hum, Taubaté,** v. 11, n. 1, p. 25-32, jan./jun. 2005.

RIBEIRO, L.C.Q.; PECHAMN, R. M. **O que é a questão da moradia.** São Paulo: Brasiliense, 1983. 71p.

RODRIGUES, A.M. Desenvolvimento ou reforma urbana: concepções e contradições. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1993. p.107-115.

RODRIGUES, A.M. **Moradia nas cidades brasileiras**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2001.

RODRIGUES, A. M. **Na procura do lugar o encontro da identidade**: um estudo do processo de ocupação de terras: Osasco. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1988.

SANTOS, M. **A urbanização Brasileira**. 2.ed. São Paulo: Hucitec, 1994, 157p.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: EDUSP, 2006.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. **O Brasil** – território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SANTOS, M. Paisagem e espaço. In: _____. **Metamorfose do espaço habitado** - fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. São Paulo: Hucitec, 1988.

SCANDAR NETO, W. J.; JANUZZI, P. M. ; SILVA, P.L.N. Sistema de indicadores sintéticos: do que precisam os gestores de programas sociais? In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008, Caxambu- MG –Brasil. **Anais...** Campinas: ABEP, 2008. Disponível em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/docsPDF/ABEP2008_1511.pdf Acesso em: fev. 2009.

SCHOTT. J.R. **Remote sensing**: the image chain approach. Oxford: University Press, 1997.

SEVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO H.; DA SILVA, I.J.O. **Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v51n1/01.pdf> .Acesso em: maio 2009.

SHACKELFORD, A.K.; DAVIS, C.H. A hierarchical fuzzy classification approach for high-resolution multispectral data over urban areas. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 41, n. 9, p. 1920-1932, Sept. 2003. Object Identifier 10.1109/TGRS.2003.814627.

SILVA, L. T.; EPIPHANIO, J. C. N. Perfil dos Usuários CBERS: 1ª Pesquisa - 2007. São José dos Campos: INPE, 2008. 106 p. (INPE-15306-RPQ/817). Disponível em: <http://urlib.net/rep/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.30.14.20?languagebutton=pt-BR>
Acesso em: 11 ago. 2009.

SMALL, C. Multiresoloton Analysis of urban reflectance. In: IEEE/ISPRS JOINT WORKSHOP ON REMOTE SENSING. 8-9 November 2001 – Rome, Italy. Disponível em: http://www.ldeo.columbia.edu/~small/Urban/IEEE_Small2001.pdf
Acesso em: fev. 2010.

SMALL, C. A global analysis of urban reflectance. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, n. 4, 20 Febr., p. 661–681, 2005.

SCHNEIDER, J.E; BELLON, O.R.P.; ARAKI, H. Experimentos em fusão de imagens de alta resolução. **Bol. Ciênc. Geod.**, sec. Artigos, Curitiba, v. 9, n. 1, p.75-88, 2003.

SOUZA, C.A.B. **Análise da trajetória industrial de base tecnológica da cidade de São José dos campos**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade do vale do Paraíba, UNIVAP, São José dos Campos, 1997.

SOUZA, **Avaliação de dados de sensoriamento remoto de alta resolução espacial para estimativa populacional urbana**. São José dos Campos SP: INPE, 2002. (INPE-8985-PRE/4663/B).

SOUZA, I. M. **Análise do espaço intra-urbano para estimativa populacional intercensitária utilizando dados orbitais de alta resolução espacial**. 2003. 104 p. (INPE-11607-TAE/59). Dissertação de Mestrado - Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP, São José dos Campos. 2003. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2004/12.24.09.50> . Acesso em: 07 out. 2010.

SOUZA, R. C. A.; KUX, H. J. H. Comportamento espectral de alvos urbanos: simulação com as bandas espectrais do satélite CBERS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1099-1106. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12628-PRE/7921). Disponível em: <http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.21.20> . Acesso em: 07 out. 2010.

SOUZA, I. M.; ALVES, C. D.; ALMEIDA, C. M.; PINHO, C. M. D. Caracterização socioeconômica do espaço residencial construído utilizando imagens de alta resolução espacial e análise orientada a objeto. **Geografia** - v. 16, n. 1, p. 119-142, jan./jun. 2007 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências

SPOSATI, A. **Mapa de exclusão/inclusão da cidade de São Paulo**. Local: São Paulo: Editora PUC-SP, 1996.

STEFFEN, C. A.; MORAES, E. C.; GAMA, F. F. Radiometria óptica espectral. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. 1 CD-ROM. ISBN 85-17-00014-5. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1908/2005/05.25.14.28>>. Acesso em: 28 set. 2009.

TORRES, H. G. Segregação residencial e políticas públicas: São Paulo na década de 1990. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, n.54, São Paulo, 2004.

VILAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1998.

XIUying Z.; XUEZHI, F.; SATYANARAYANA, B.; Youshui Z. Inferring urban land use from IKONOS image. In: GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM (IGARSS '04), 2004, Alaska, USA. **Proceedings...** Anchorage: IEEE International, 2004. Digital Object Identifier: 10.1109/IGARSS.2004.1369856.

Virilio, P. **A arte do motor**. Tradução Paulo Roberto Pires. São Paulo: Estação Liberdade, 1996.

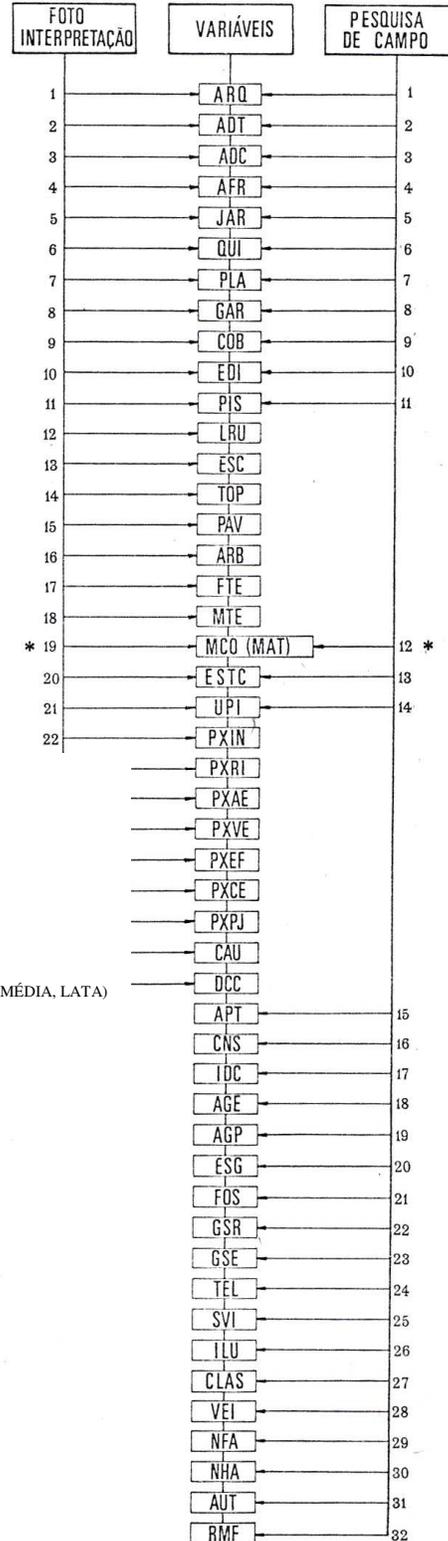
ANEXOS

ANEXO -1

- 1 - ARQUITETURA DO EDIFÍCIO
- 2 - ÁREAS DO TERENO
- 3 - ÁREAS DA CONSTRUÇÃO
- 4 - AFASTAMENTO FRONTAL
- 5 - JARDIM
- 6 - QUINTAL
- 7 - PASSAGENS LATERAIS
- 8 - GARAGEM
- 9 - COBERTURAS GARAGEM
- 10 - EDÍCULA
- 11 - PISCINA
- 12 - LARGURAS DA RUA
- 13 - ESCOAMENTO
- 14 - TOPOGRAFIA
- 15 - PAVIMENTAÇÃO
- 16 - ARBORIZAÇÃO
- 17 - FORMAS DE TELHADO
- 18 - MATERIAIS DO TELHADO
- 19 - MATERIAL COB DO TELHADO (FI)
MATERIAL COB DO TELHADO
PRINCIPAL (PC)
- 20 - ESTACIONAMENTO
- 21 - USOS PRINCIPAIS DO IMÓVEL
(RESIDENCIAL, MISTO, OUTRO)
- 22 - PROXIMIDADES DE INDÚSTRIAS
- 23 - PROXIMIDADES DE RIOS URBAOS
- 24 - PROXIMIDADE DE AUTO- ESTRADAS
- 25 - PROXIMIDADES DE VIAS EXPRESSAS
- 26 - PROXIMIDADES DE FERROVIAS
- 27 - PROXIMIDADES DE CEMITÉRIO
- 28 - PROXIMIDADES DE PARQUES E JARDINS
- 29 - CONDIÇÕES DE ASPECTO URBANÍSTICO
- 30 - DISTANCIA DO CENTRO DA CIDADE

- 15 - QUANTIDADES DE APTO POR EDIFÍCIO
- 16 - CONSERVAÇÃO DA CONSTRUÇÃO
- 17 - IDADE DA CONSTRUÇÃO
- 18 - AGUA ENCANADA
- 19 - AGUA DE POÇO
- 20 - ESGOTO
- 21 - FOSSA
- 22 - GÁS DE RUA
- 23 - GASES ENGARRAFADO
- 24 - TELEFONE
- 25 - SITUAÇÃO VIÁRIA DA CONSTRUÇÃO
- 26 - ILUMINAÇÃO DA VIA
- 27 - CATEGORIA DA CONSTRUÇÃO (CAT. ECONOMICA, BAIXA, MÉDIA, LATA)
- 28 - VALOR ESTIMADO DO IMÓVEL
- 29 - NUMERO DE FAMILIA NO IMÓVEL
- 30 - NUMERO DE HABITANTES NO IMÓVEL
- 31 - AUTOMÓVEIS
- 32 - RENDA FAMILIAR MENSAL

Fonte: Bochichio (1973).



ANEXO - 2

QUADRO 3.1: Critérios para a Construção do Mapa da Exclusão / Inclusão Social de São Paulo – 1996

<p>Autonomia: o conceito de autonomia é compreendido, no âmbito do Mapa da Exclusão / Inclusão Social, como a capacidade e a possibilidade do cidadão em suprir suas necessidades vitais, especiais, culturais, políticas e sociais, sob as condições de respeito às idéias individuais e coletivas, supondo uma relação com o mercado, onde parte das necessidades deve ser adquirida, e com o Estado, responsável por assegurar outra parte das necessidades; a possibilidade de exercício de sua liberdade, tendo reconhecida sua dignidade, e a possibilidade de representar pública e partidariamente os seus interesses sem ser obstaculizado por ações de violação dos direitos humanos e políticos ou pelo cerceamento à sua expressão. Sob esta concepção o campo da autonomia inclui não só a capacidade do cidadão se autosuprir, desde o mínimo de sobrevivência até necessidades mais específicas, com a de usufruir de segurança social pessoal mesmo quando na situação de recluso ou apenado. É este o campo dos direitos humanos fundamentais.</p>
<p>Qualidade de vida: a noção de qualidade de vida envolve duas grandes questões: a qualidade e a democratização dos acessos às condições de preservação do homem, da natureza e do meio ambiente. Sob esta dupla consideração entendeu-se que a qualidade de vida é a possibilidade de melhor redistribuição – e usufruto – da riqueza social e tecnológica aos cidadãos de uma comunidade; a garantia de um ambiente de desenvolvimento ecológico e participativo de respeito ao homem e à natureza, com o menor grau de degradação e precariedade.</p>
<p>Desenvolvimento humano: o estudo do desenvolvimento humano tem sido realizado pela ONU/PNUD, por meio do Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH). Com base em suas reflexões, entende-se que o desenvolvimento humano é a possibilidade de todos os cidadãos de uma sociedade melhor desenvolverem seu potencial com menor grau possível de privação e de sofrimento; a possibilidade da sociedade poder usufruir coletivamente do mais alto grau de capacidade humana.</p>
<p>Equidade: o conceito de equidade é concebido como o reconhecimento e a efetivação, com igualdade, dos direitos da população, sem restringir o acesso a eles nem estigmatizar as diferenças que conformam os diversos segmentos que a compõem. Assim, equidade é entendida com possibilidade das diferenças serem manifestadas e respeitadas, sem discriminação; condição que favoreça o combate das práticas de subordinação ou de preconceito em relação às diferenças de gênero, políticas, étnicas, religiosas, culturais, de minorias etc..</p>
<p>Cidadania: é aqui considerada como o reconhecimento de acesso a um conjunto de condições básicas para que a identidade de morador de um lugar se construa pela dignidade, solidariedade e não só pela propriedade. Esta dignidade supõe não só o usufruto de um padrão básico de vida como a condição de presença, interferência e decisão na esfera pública da vida coletiva.</p>
<p>Democracia: a possibilidade do exercício democrático é componente de inclusão local na medida em que esta supõe cidadania e não acesso a renda e serviços, o que coloca as pessoas no patamar da sobrevivência sem alcançar a condição de sujeitos cidadãos.</p>
<p>Felicidade: seguramente, o caminho maior da inclusão é a felicidade. Atingi-la supõe muito mais do que a posse, o acesso a condições objetivas de vida. Ela traz à tona a subjetividade, e nela o desejo, a alegria entre um conjunto de sentimento em busca da plenitude humana. Vale dizer, uma situação que permita que o potencial das capacidades humanas sem restrições a povos ou pessoas possa se expandir. De cada um conforme a sua capacidade, e a cada um conforme sua necessidade.</p>

Fonte: Mapa da Exclusão / Inclusão Social da Cidade de São Paulo, 1996

ANEXO - 2: Continuação

Índice Inclusão/Exclusão Social de São Paulo

CATEGORIAS	INDICADORES COMPOSTOS	VARIAVEIS - MAPA 1995
IEX Autonomia	IEX PRECÁRIA CONDIÇÃO DE SOBREVIVÊNCIA FAMILIAR	Chefes de família abaixo da linha da pobreza (sem rendimento) Chefes de família na linha de pobreza (com ganho até 2SM)
	IEX AUTONOMIA DE RENDA	Chefes com ganhos até 1,5 SM Chefes com ganhos de mais de 1,5 SM a 3 SM Chefes com ganhos de mais de 3 SM a 5 SM Chefes com ganhos de mais de 5 SM a 10 SM Chefes com ganhos de mais de 10 SM a 20 SM Chefes com ganhos de mais de 20 SM
	IEX POPULAÇÃO DE RUA	Oferta de Emprego Concentração de indigência adulta
		Concentração de risco infantil
IEX Qualidade de vida	IEX QUALIDADE AMBIENTAL	Domicílios precariamente servidos por água Domicílios precariamente servidos por esgoto Domicílios precariamente servidos por coleta de lixo
	IEX CONFORTO SANITÁRIO	Densidade habitacional Oferta banheiro/domicílio
	IEX PRIVACIDADE	Densidade pessoa/banheiro Oferta dormitório/domicílio
	IEX CONFORTO DOMICILIAR	Densidade pessoa/dormitório
	IEX HABITAÇÃO PRECÁRIA	Concentração de moradias precárias (favela, cortiço e improvisados) Concentração de população moradora em habitação precária (favela, cortiço e improvisados) Garantia de moradia
	IEX QUALIDADE DOS DOMICÍLIOS	Índice composto
	IEX	Potencial de atração de investimento público Uso do tempo útil
	IEX DEFICIT DE SERVIÇOS SOCIAIS	Potencial de acesso à saúde básica Potencial de acesso à creche Potencial de acesso à educação infantil Potencial de acesso ao 1º grau
IEX Desenvolvimento Humano	IEX ALFABETIZAÇÃO PRECÁRIA	Chefes de família não alfabetizados Chefes de família com alfabetização precária
	IEX DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL DO CHEFE	Chefes de família com 1 a 3 anos de estudos Chefes de família com 4 a 7 anos de estudo Chefes de família com 8 a 14 anos de estudo Chefes de família com mais de 15 anos de estudo
	IEX ESTÍMULO A EDUCAÇÃO	Alfabetização precoce (aos 5 anos de idade) Alfabetização tardia (10 a 14 anos de idade)
	IEX RISCO DE MORTE	Concentração da longevidade da população Mortalidade na infância Mortalidade juvenil Anos potenciais de vida perdidos
	IEX VIOLENCIA	Casos de furto Casos de roubo Casos de roubo de veículos Casos de homicídio
IEX Equidade		Concentração de mulheres chefes de família Concentração de mulheres chefes de família não alfabetizadas

ANEXO - 3

Síntese da composição dos indicadores IQVU-BH

COMPONENTES	INDICADORES
VARIÁVEL ABASTECIMENTO	
Equipamentos	• Área por habitante de hiper e supermercados, mercearias, restaurantes e similares.
Cesta Básica	• Economia de compra possível
VARIÁVEL ASSISTÊNCIA SOCIAL	
Equipamentos	• Número de entidades de Assistência Social
VARIÁVEL CULTURA	
Meios de Comunicação	• Tiragem por habitante de jornais locais
Patrimônio Cultural	• Número de bens tombados e de grupos culturais
Equipamentos Culturais	• N°. Equipam. e freqüência de público • Área/hab de livrarias e papelarias.
Programações artístico-culturais	• Número e freqüência às atividades culturais oferecidas.
VARIÁVEL EDUCAÇÃO	
Pré-Escolar	• Taxa de matrícula e alunos/turma
1ª a 4ª séries/5ª a 8ª séries/2º grau	• Taxa de matrícula, no.de alunos por turma e índice de aproveitamento
VARIÁVEL ESPORTES	
Equipamentos Esportivos	• Área por habitante: quadras, piscinas, campos, clubes e congêneres.
Promoções Esportivas	• Número de eventos esportivos e freqüência de público
VARIÁVEL HABITAÇÃO	
Disponibilidade Habitação	• Área construída por habitante, sujeita a IPTU
Habitação	• Padrão de acabamento das moradias
Conforto habitacional	• Número de pessoas por dormitório
VARIÁVEL INFRA-ESTRUTURA URBANA	
Limpeza Urbana	• "Nota" p/ coleta, varrição e capina.
Saneamento	• Taxa e freqüência de fornecimento de água tratada, • Disponibilidade de rede de esgoto
Energia Elétrica	• Taxa de fornecimento domiciliar • Iluminação pública
Telefonia	• Taxa de ruas com rede telefônica • Qualidade das ligações
Transporte coletivo	• Possibilidade de acesso de transporte (pavimentação) • Número e conforto dos veículos

ANEXO - 3: continuação

(continuação)

COMPONENTES	INDICADORES
VARIÁVEL MEIO AMBIENTE	
Conforto Acústico	• N° de perturbações ruidosas
Qualidade do ar	• Autuações veículos transporte coletivo
Área Verde	• Área/hab com cobertura vegetal
VARIÁVEL SAÚDE	
Atenção à Saúde	• Número por habitante de: leitos hospitalares, postos de saúde, outros equipamentos de Assist. Médica e equipamentos odontológicos.
Vigilância à Saúde	• Taxa de sobrevivência até um ano • Taxa de nascidos c/ peso normal
VARIÁVEL SERVIÇOS URBANOS	
Serviços pessoais	• N° de agências bancárias, pontos de táxi e postos de gasolina
Serviços de Comunicação	• N° de agências de correio, bancas de revistas e telefones públicos • Funcionamento telefones públicos
VARIÁVEL SEGURANÇA URBANA	
Atendimento Policial	• Número de equipamentos, efetivo policial e viaturas. • Tempo de espera para atendimento policial
Segurança Pessoal	• Ausência de: homicídios, tentativas de homicídios, violações de domicílio, estupros, roubos, porte ilegal de armas, atentados ao pudor e lesões corporais.
Segurança Patrimonial	• Ausência de roubo e furto de veículos e a moradias e estabelecimentos.
Segurança no Trânsito	• Ausência de acidentes com ou sem vítimas, ocasionados por direção perigosa de veículos, abalroamentos, colisões, choques, atropelamentos e capotamentos.
Segurança Habitacional	• Grau de pré-disposição ao risco geológico

Fonte: Nahas (2002).

ANEXO - 4

Exigências de infraestrutura necessária para cada tipo de loteamento

Infra-Estrutura por Tipo de Loteamento				
	Loteamento Tipo "A"	Loteamento Tipo "B"	Loteamento Tipo "C"	Loteamento Tipo "D"
Infra-estrutura:	<ul style="list-style-type: none"> - Terraplenagem; - Galerias de Águas Pluviais; - Rede de Água Potável; - Rede de Esgoto; - Rede de Energia Elétrica Domiciliar e Iluminação Pública; - Guias, Sarjetas e Pavimentação; - Paisagismo das áreas verdes e arborização das vias de circulação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Terraplenagem; - Galerias de Águas Pluviais; - Rede de Água Potável; - Rede de Esgoto; - Rede de Energia Elétrica Domiciliar e Iluminação Pública; - Guias, Sarjetas e Pavimentação (Nos corredores de transportes). - Paisagismo das áreas verdes e arborização das vias de circulação 	<ul style="list-style-type: none"> - Terraplenagem; - Galerias de Águas Pluviais; - Rede de Água Potável; - Rede de Esgoto; - Rede de Energia Elétrica Domiciliar e Iluminação Pública; 	<ul style="list-style-type: none"> -Loteamento destinado exclusivamente, a implantação de programas habitacionais de interesse social, pelas entidades governamentais e instituições congêneres.

Fonte: Gouvêa (2003).

ANEXO - 5

QUADRO 4.1: Variáveis Componentes dos Indicadores Base e Síntese do Mapa da Pobreza Urbana de São José dos Campos / SP – 2000

INDICADOR FINAL DE POBREZA URBANA	INDICADORES SÍNTESE	INDICADORES BASE	VARIÁVEIS	
	CONDIÇÃO DO DOMICÍLIO		Densidade de moradores por domicílio	Pessoas residentes em D.P.P. / D.P.P.
			Domicílios do tipo cortiço	D.P.P. tipo do domicílio: cômodo / D.P.P.
			Domicílios cedidos ou ocupados de outra forma	D.P.P. condição de ocupação do domicílio: cedido + outra forma / D.P.P.
	CONDIÇÃO DE SANEAMENTO		Domicílios sem abastecimento de água por rede geral	D.P.P. abastecimento de água – poço ou nascente + outro / D.P.P.
			Domicílios sem esgotamento sanitário por rede geral	D.P.P. com banheiro ou sanitário – esgotamento sanitário – fossa rudimentar + vala, rio, lago + outro + sem sanitário / D.P.P.
			Domicílios sem coleta domiciliar de lixo	D.P.P. destino do lixo – colocado em caçamba + queimado + enterrado + jogado em terreno baldio + jogado em rio, lago ou mar + outro destino / D.P.P.
	CONDIÇÃO SOCIAL DO RESPONSÁVEL PELO DOMICÍLIO		Responsáveis pelos domicílios com renda mensal de até 1 salário mínimo	Pessoas responsáveis pelos D.P.P. – rendimento nominal mensal – até ½ salário mínimo + Pessoas responsáveis pelos D.P.P. – rendimento nominal mensal – mais de ½ a 1 salário mínimo / Pessoas resp. pelos D.P.P.
			Responsáveis pelos domicílios analfabetos	Pessoas responsáveis pelos D.P.P. – sem instrução e menos de 1 ano de estudo / Pessoas responsáveis pelos D.P.P.
			Responsáveis pelos domicílios que não chegaram ao Ensino Médio	Pessoas responsáveis pelos D.P.P. – 1 a 8 anos de estudo / Pessoas responsáveis pelos D.P.P.
CONDIÇÃO DE EDUCAÇÃO DOS RESIDENTES		Crianças analfabetas	Pessoas residentes - não alfabetizadas – 10 a 14 anos de idade / Pessoas residentes de 10 a 14 anos de idade	
		Adultos analfabetos	Pessoas residentes - não alfabetizadas – 15 a 60 anos de idade / Pessoas residentes de 15 a 60 anos de idade	
		Idosos analfabetos	Pessoas residentes - não alfabetizadas – 60 anos de idade ou mais/ Pessoas residentes de 60 anos de idade ou mais	

Siglas: DPP – Domicílio Particular Permanente

ANEXO - 6

Perfil socioeconômico dos setores

REGIÃO GEOGRÁFICA	SETOR SOCIOECONÔMICO	Classe consumo por maior ocorrência no setor	Desemprego*	Principal ramo de ocupação da pop. residente	Escolaridade*
NORTE	Santana + Alto da Ponte	C e D	Média elevada	Serviços/ público	média
CENTRAL*	Vila Maria + Jardim Paulista	B e C	Média elevada	Serviços/ comércio	média
	Esplanada + Apolo	A e B	Inferior à média	Serviços /indústria/público	Superior à média
	Vila Ema + Vila Betânia	B e A	Inferior à média	Serviços /indústria/público	Superior à média
SUL	Bosque Eucaliptos	B e C	média	Serviços/comercio/ indústria	média
	Jardim Satélite	C e B	Inferior à média	Serviços/comercio/ indústria	Superior à média
	Parque Industrial	C e B	média	Serviços e indústria	média
	Jardim oriente + Morumbi	C e B	média	Serviços/indústria	média
	Campo dos Alemães	D, E e C	Acima da média	serviços	Inferior à média
	Vila São Bento + Torrão de Ouro	D e C	Média elevada	serviços	Abaixo da média
LESTE	Vila Industrial	C	média	serviços	média
	Vista verde + Motorama	B, C, A e d	Inferior à média	Serviços/indústria	Superior à média
	Pararangaba + Campos São José	D e C	Média elevada	Serviços e comercio	Inferior a média
	Novo Horizonte	D e C	Média elevada	serviços	Inferior à média
	Eugenio de Melo	C e D	Acima da média	indústria	Inferior a média
OESTE*	Jardim das Industrias + Alvorada	B	Inferior a média	Serviços/indústria	Superior à média
	Urbanova+Colinas+Aquarius	A	Inferior à média	Serviços/público	Superior à média
SUDESTE	Jardim da Granja	C	Média elevada	Serviços/público	Média
	Putim	C e D	Média elevada	serviços	Inferior à média

Elaboração própria a partir dos dados da Prefeitura

* Fonte: PMSJC/NEPO/UNICAMP (2003)

Taxa de desemprego médio na cidade 21%

min - 7%

Max - 2%

Escolaridade média por idade e anos de estudo

15 - 18 anos 8,8

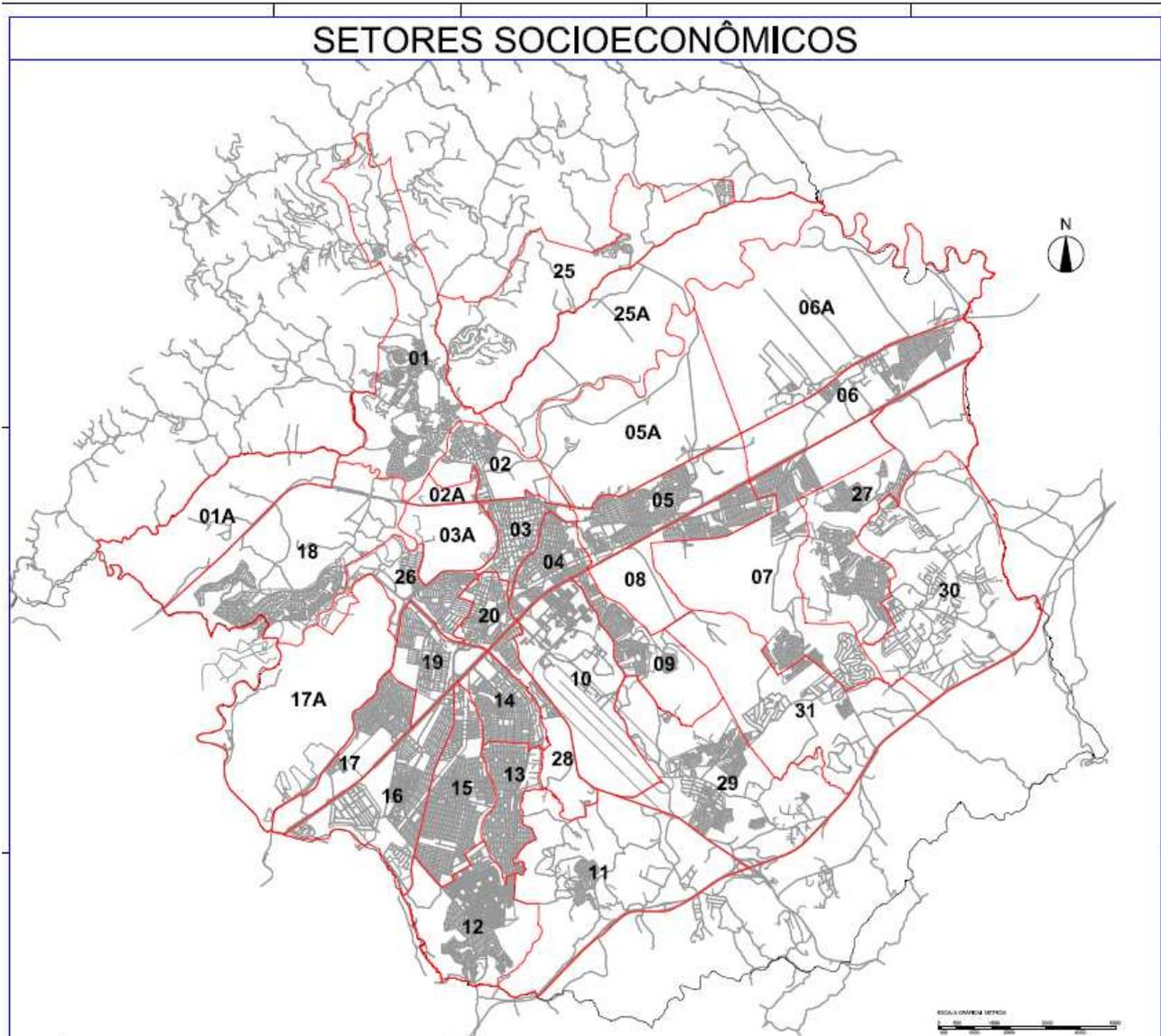
19 - 24 10

25 - 44 9

45 - 64 7

ANEXO - 7

Setores socioeconômicos

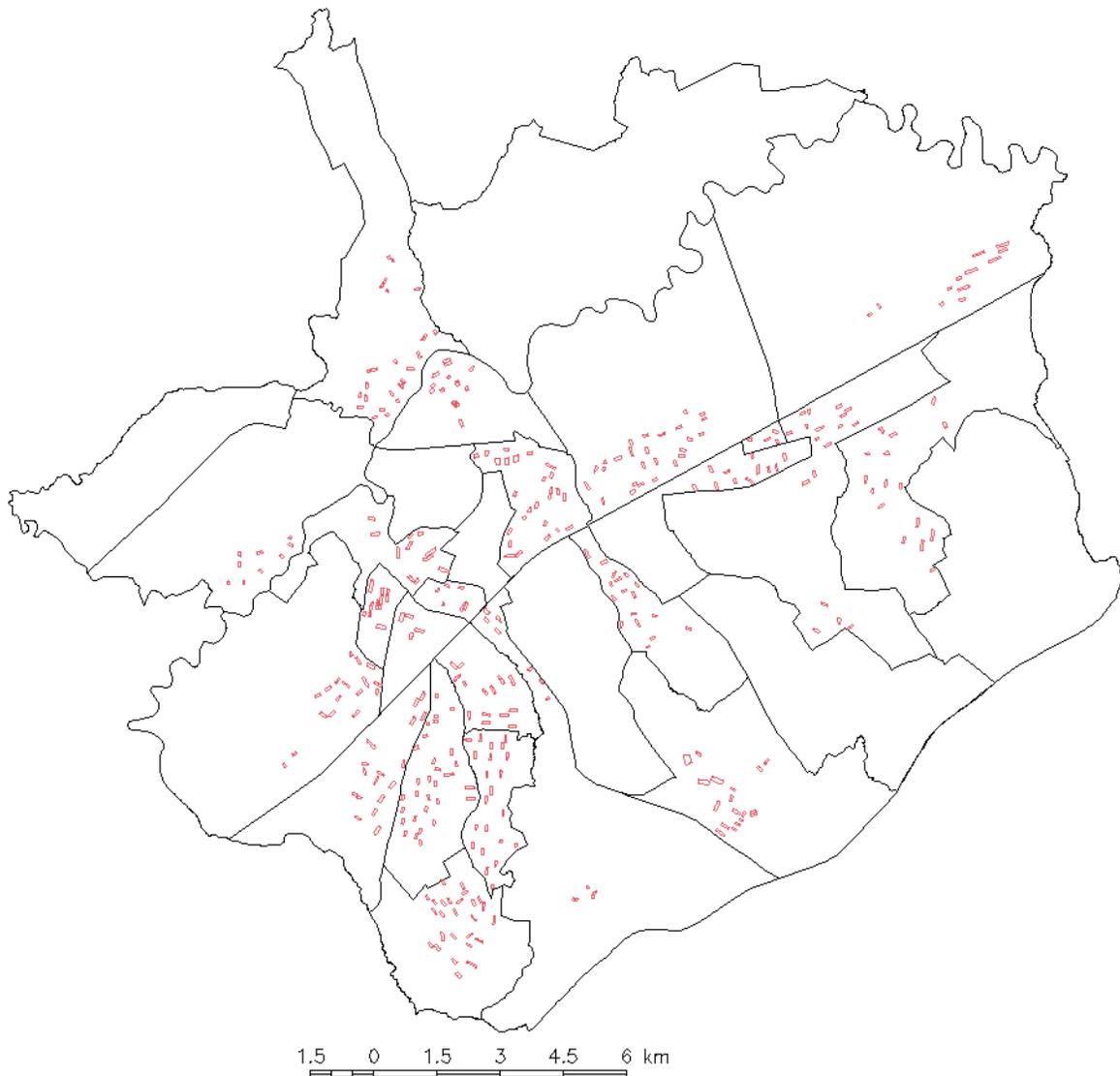


Fonte: PMSJC (2009)

Setores 22, 23, e 24 são setores especiais de planejamento (favelas e áreas de ocupação clandestina).

ANEXO – 8

Quadras amostrais dos setores socioeconômicos



ANEXO - 9

Matriz de Confusão por setor Socioeconômico

Setor Eugenio de Melo

User Class \ Sample	Cerâmica	Vegetação	Claros	Sombra	Veg_rasteira	Escuros	Sum
Telhado ceramica	30	0	4	0	0	1	35
Vegetação	0	25	0	0	0	1	26
Claros	0	0	23	1	0	4	28
Sombra	0	2	0	22	0	2	26
Veg_rasteira	0	0	0	0	3	0	3
Escuros	0	2	1	0	0	22	25
unclassified	0	1	2	0	0	0	3
Sum	30	30	30	23	3	30	
Producer	1	0.833333	0.766667	0.956522	1	0.733333	
User	0.857143	0.961538	0.821429	0.846154	1	0.88	
Hellden	0.923077	0.892857	0.793103	0.897959	1	0.8	
Short	0.857143	0.806452	0.657143	0.814815	1	0.666667	
KIA Per Class	1	0.797222	0.711299	0.947101	1	0.678237	
Overall Accuracy	0.856164						
KIA	0.822662						

Setor Novo Horizonte

User Class \ Sample	Cerâmica	Vegetação	Claros	Sombra	Escuros	Sum
Telhado cerâmica	30	1	0	0	0	31
Vegetação	0	28	1	1	2	32
Telhados Claros	0	0	25	0	1	26
Sombra	0	0	0	24	3	27
telhados escuros	0	1	3	5	24	33
unclassified	0	0	1	0	0	1
Sum	30	30	30	30	30	
Producer	1	0.933333	0.833333	0.8	0.8	
User	0.967742	0.875	0.961538	0.888889	0.727273	
Hellden	0.983607	0.903226	0.892857	0.842105	0.761905	
Short	0.967742	0.823529	0.806452	0.727273	0.615385	
KIA Per Class	1	0.915254	0.798387	0.756098	0.74359	
Overall Accuracy	0.873333					
KIA	0.84193					

ANEXO – 9 Continuação

Setor Pararangaba+Campos São José

User Class \ Sample	Telhado cerâmica	Vegetação	Sombra	Claro	Escuro	Sum
Telhado cerâmica	30	0	4	1	2	37
Vegetação	0	27	6	0	3	36
Sombra	0	1	12	0	0	13
Telhado Claro	0	0	1	29	2	32
Telhado escuro	0	2	3	0	23	28
unclassified	0	0	4	0	0	4
Sum	30	30	30	30	30	
Producer	1	0.9	0.4	0.966667	0.766667	
User	0.810811	0.75	0.923077	0.90625	0.821429	
Hellden	0.895522	0.818182	0.55814	0.935484	0.793103	
Short	0.810811	0.692308	0.387097	0.878788	0.657143	
KIA Per Class	1	0.868421	0.343066	0.957627	0.713115	
Overall Accuracy	0.806667					
KIA	0.759934					

Setor Vila Industrial

User Class \ Sample	Cerâmica	Escuros	Vegetação	Sombra	Claros	Sum
telhado cerâmica	30	8	1	1	3	43
Telhados escuros	0	9	0	0	0	9
Vegetação	0	0	29	1	0	30
Sombra	0	5	0	28	0	33
Telhados Claros	0	0	0	0	20	20
unclassified	0	4	0	0	1	5
Sum	30	26	30	30	24	
Producer	1	0.346154	0.966667	0.933333	0.833333	
User	0.697674	1	0.966667	0.848485	1	
Hellden	0.821918	0.514286	0.966667	0.888889	0.909091	
Short	0.697674	0.346154	0.935484	0.8	0.833333	
KIA Per Class	1	0.301233	0.957576	0.912773	0.805556	
Overall Accuracy	0.828571					
KIA	0.786069					

ANEXO – 9 Continuação

Setor Vista Verde+Motorama

User Class \ Sample	Cerâmica	Claros	Vegetação	Sombra	Piscinas	Rasteira	Telhados escuros	Sum
Telhado cerâmica	30	0	0	14	0	0	0	44
Telhados Claros	0	20	0	0	0	0	2	22
Vegetação	0	0	25	0	0	0	0	25
Sombra	0	0	0	15	0	0	0	15
Piscinas	0	0	0	0	1	0	0	1
Rasteira	0	0	3	1	0	5	1	10
Telhados escuros	0	0	0	0	0	0	6	6
Unclassified	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	30	20	28	30	1	5	9	
Producer	1	1	0.892857	0.5	1	1	0.666667	
User	0.681818	0.909091	1	1	1	0.5	1	
Hellden	0.810811	0.952381	0.943396	0.666667	1	0.666667	0.8	
Short	0.681818	0.909091	0.892857	0.5	1	0.5	0.666667	
KIA Per Class	1	1	0.865525	0.430556	1	1	0.649573	
Overall Accuracy	0.829268							
KIA	0.786776							

Setor Jardim Satélite

User Class \ Sample	Cerâmica	Vegetação	Sombra	Claros	Escuros	Piscinas	Veg.rasteiras	Sum
Cerâmica	30	0	2	2	1	0	0	35
Vegetação	0	24	0	0	0	0	0	24
Sombra	0	5	20	0	0	0	0	25
Telhados Claros	0	0	0	14	0	0	0	14
Telhados Escuros	0	0	7	0	21	0	0	28
Piscinas	0	0	0	0	0	1	0	1
Veg.rasteiras	0	0	0	0	0	0	4	4
Unclassified	0	1	1	0	0	0	0	2
Sum	30	30	30	16	22	1	4	

Producer	1	0.8	0.666667	0.875	0.954545	1	1
User	0.857143	1	0.8	1	0.75	1	1
Hellden	0.923077	0.888889	0.727273	0.933333	0.84	1	1
Short	0.857143	0.8	0.571429	0.875	0.724138	1	1
KIA Per Class	1	0.755963	0.589506	0.860294	0.942424	1	1
Overall Accuracy	0.857143						
KIA	0.823435						

ANEXO – 9 Continuação

Setor jardim da Granja

User Class \ Sample	Cerâmica	Vegetação	Sombra	Claros	Escuros	Veg. rasteira	Sum
Cerâmica	27	0	0	1	4	0	32
Vegetação	0	18	0	0	0	0	18
Sombra	0	1	29	0	1	0	31
Telhados Claros	1	0	0	27	0	0	28
Telhados escuros	2	7	0	1	25	0	35
Veg. rasteira	0	3	1	0	0	2	6
Unclassified	0	1	0	1	0	0	2
Sum	30	30	30	30	30	2	
Producer	0.9	0.6	0.966667	0.9	0.833333	1	
User	0.84375	1	0.935484	0.964286	0.714286	0.333333	
Hellden	0.870968	0.75	0.95082	0.931034	0.769231	0.5	
Short	0.771429	0.6	0.90625	0.870968	0.625	0.333333	
KIA Per Class	0.873333	0.546269	0.958127	0.877419	0.783476	1	
Overall Accuracy	0.842105						
KIA	0.805668						

Setor Bosque Eucaliptos

User Class \ Sample	Cerâmica	Vegetação	Sombra	Telhados Claros	Telhados escuros	Piscinas	Veg. rasteira	Sum
Cerâmica	30	0	7	6	0	0	0	43
Vegetação	0	26	0	0	1	0	0	27
Sombra	0	1	21	0	2	0	0	24
Telhados Claros	0	0	0	10	2	0	0	12
Telhados	0	1	2	1	24	0	0	28

escuros								
Piscinas	0	0	0	0	0	4	0	4
Veg. rasteira	0	1	0	0	0	0	4	5
Unclassified	0	0	0	3	1	0	0	4
Sum	30	29	30	20	30	4	4	
Producer	1	0.896552	0.7	0.5	0.8	1	1	
User	0.697674	0.962963	0.875	0.833333	0.857143	1	0.8	
Hellden	0.821918	0.928571	0.777778	0.625	0.827586	1	0.888889	
Short	0.697674	0.866667	0.636364	0.454545	0.705882	1	0.8	
KIA Per Class	1	0.873276	0.641463	0.455556	0.752941	1	1	
Overall Accuracy	0.809524							
KIA	0.767458							

ANEXO – 9 Continuação

Setor Parque Industrial

User Class \ Sample	Vegetação	Sombra	Cerâmica	Claros	Piscina	Escuros	Veg. rasteira	Sum
Vegetação	16	0	0	0	0	0	0	16
Sombra	0	29	0	0	0	0	0	29
Telhado Cerâmica	2	1	25	0	0	3	0	31
Telhados claros	0	0	2	29	0	0	0	31
Piscina	0	0	0	0	1	0	0	1
Telhados escuros	9	0	3	0	0	27	0	39
Veg. rasteira	1	0	0	0	0	0	2	3
unclassified	0	0	0	1	0	0	0	1
Sum	28	30	30	30	1	30	2	
Producer	0.571429	0.966667	0.833333	0.966667	1	0.9	1	
User	1	1	0.806452	0.935484	1	0.692308	0.666667	
Hellden	0.727273	0.983051	0.819672	0.95082	1	0.782609	0.8	
Short	0.571429	0.966667	0.694444	0.90625	1	0.642857	0.666667	
KIA Per Class	0.520635	0.958743	0.790278	0.958056	1	0.865179	1	
Overall Accuracy	0.854305							
KIA	0.819907							

Setor Putim

User Class \ Sample	Cerâmica	Claro	Escuro	Sombra	Vegetação	Sum
Telhado cerâmica	28	8	3	0	4	43
Claro	1	22	1	0	0	24
Escuro	1	0	25	0	0	26
Sombra-2	0	0	1	29	0	30
Vegetação-2	0	0	0	1	5	6
Unclassified	0	0	0	0	2	2
Sum	30	30	30	30	11	
Producer	0.933333	0.733333	0.833333	0.966667	0.454545	
User	0.651163	0.916667	0.961538	0.966667	0.833333	
Hellden	0.767123	0.814815	0.892857	0.966667	0.588235	
Short	0.622222	0.6875	0.806452	0.935484	0.416667	
KIA Per Class	0.900758	0.67352	0.792063	0.956766	0.428364	
Overall Accuracy	0.832061					
KIA	0.785006					

ANEXO – 9 Continuação

Setor Santana +Alto da Ponte

User Class \ Sample	Cerâmica	Claro	Escuro	Sombra	Vegetação	Sum
Telhado cerâmica	30	6	4	0	0	40
Claro	0	19	0	0	0	19
Escuro	0	0	25	1	1	27
Sombra-2	0	0	0	15	0	15
Vegetação-2	0	0	1	0	14	15
Unclassified	0	1	0	0	0	1
Sum	30	26	30	16	15	
Producer	1	0.730769	0.833333	0.9375	0.933333	
User	0.75	1	0.925926	1	0.933333	
Hellden	0.857143	0.844444	0.877193	0.967742	0.933333	
Short	0.75	0.730769	0.78125	0.9375	0.875	
KIA Per Class	1	0.678571	0.783333	0.928309	0.923529	
Overall Accuracy	0.880342					
KIA	0.847201					

Setor São Bento+Torrão de Ouro

User Class \ Sample	Vegetação	Sombra	Cerâmica	Claros	Escuros	Sum
Vegetação	20	1	0	0	1	22
Sombra	0	27	0	0	0	27
Ceramica	1	0	30	8	0	39
Claros	0	0	0	22	1	23
Escuros	0	2	0	0	28	30
Unclassified	0	0	0	0	0	0
Sum	21	30	30	30	30	
Producer	0.952381	0.9	1	0.733333	0.933333	
User	0.909091	1	0.769231	0.956522	0.933333	
Hellden	0.930233	0.947368	0.869565	0.830189	0.933333	
Short	0.869565	0.9	0.769231	0.709677	0.875	
KIA Per Class	0.943577	0.876316	1	0.681356	0.915315	
Overall Accuracy	0.900709					
KIA	0.87545					

ANEXO – 9 Continuação

User Class \ Sample	Cerâmica	Vegetação	Sombra	Claros	Escuros	Piscinas	Veg. rasteira	Sum
Cerâmica	30	0	0	1	2	0	0	33
vegetação	0	23	0	0	0	0	0	23
sombra	0	0	26	0	2	0	0	28
Telhados Claros	0	0	0	20	5	0	0	25
telhados escuros	0	0	4	1	21	0	0	26
piscinas	0	0	0	0	0	5	0	5
Veg. rasteira	0	6	0	0	0	0	5	11
unclassified	0	1	0	1	0	0	0	2
Sum	30	30	30	23	30	5	5	
Producer	1	0.766667	0.866667	0.869565	0.7	1	1	
User	0.909091	1	0.928571	0.8	0.807692	1	0.454545	
Hellden	0.952381	0.867925	0.896552	0.833333	0.75	1	0.625	
Short	0.909091	0.766667	0.8125	0.714286	0.6	1	0.454545	
KIA Per Class	1	0.725385	0.8368	0.84409	0.638583	1	1	
Overall Accuracy	0.849673							
KIA	0.819112							

Setor Urbanova+Aquarius+Colinas

Setor VilaEma+Betania

User Class \ Sample	Vegetação	sombra	cerâmica	claros	escuros	Veg. rasteira	Sum
Vegetação	24	0	0	0	0	0	24
sombra	3	16	0	0	0	0	19
telhado cerâmica	0	3	29	0	0	0	32
Telhados claros	0	0	1	12	0	0	13
Telhados escuros	2	0	0	0	12	0	14
Veg. rasteira	1	1	0	0	0	4	6
unclassified	0	1	0	0	0	0	1
Sum	30	21	30	12	12	4	
Producer	0.8	0.761905	0.966667	1	1	1	
User	1	0.842105	0.90625	0.923077	0.857143	0.666667	
Hellden	0.888889	0.8	0.935484	0.96	0.923077	0.8	
Short	0.8	0.666667	0.878788	0.923077	0.857143	0.666667	
KIA Per Class	0.743529	0.71164	0.952814	1	1	1	
Overall Accuracy	0.889908						
KIA	0.861646						

ANEXO – 9 Continuação

Setor campo dos Alemães

User Class \ Sample	Vegetação	Cerâmica	Claros	Escuros	Sombra	Sum
Vegetação	26	0	0	0	0	26
Cerâmica	0	28	12	0	0	40
Claros	0	0	18	1	0	19
Escuros	3	2	0	24	2	31
Sombra	1	0	0	5	28	34
Unclassified	0	0	0	0	0	0
Sum	30	30	30	30	30	
Producer	0.866667	0.933333	0.6	0.8	0.933333	
User	1	0.7	0.947368	0.774194	0.823529	
Hellden	0.928571	0.8	0.734694	0.786885	0.875	
Short	0.866667	0.666667	0.580645	0.648649	0.777778	
KIA Per Class	0.83871	0.909091	0.541985	0.747899	0.913793	
Overall Accuracy	0.826667					
KIA	0.783333					

Setor Vila Maria

User Class \ Sample	Vegetação	Cerâmica	Escuros	Sombra	Claros	Veg. rasteira	Sum
Vegetação	28	0	0	1	0	0	29
Cerâmica	0	28	4	0	4	0	36
Telhados escuros	1	1	22	1	1	0	26
Sombra	0	0	0	14	1	0	15
telhados claros	0	1	3	0	24	0	28
Veg. rasteira	0	0	0	0	0	3	3
Unclassified	1	0	1	2	0	0	4
Sum	30	30	30	18	30	3	
Producer	0.933333	0.933333	0.733333	0.777778	0.8	1	
User	0.965517	0.777778	0.846154	0.933333	0.857143	1	
Hellden	0.949153	0.848485	0.785714	0.848485	0.827586	1	
Short	0.903226	0.736842	0.647059	0.736842	0.705882	1	
KIA Per Class	0.916071	0.910476	0.673043	0.751323	0.750442	1	
Overall Accuracy	0.843972						
KIA	0.806512						

ANEXO – 9 Continuação

Setor jardim Oriente+Morumbi

User Class \ Sample	Vegetação	Sombra	Cerâmica	Claro	Escuro	Veg rasteira	Sum
Vegetação	27	3	0	0	0	0	30
Sombra	0	27	0	0	0	0	27
Telhado cerâmica	0	0	27	0	5	0	32
Telhado claro	0	0	0	30	1	0	31
Telhado escuro	2	0	3	0	24	0	29
Veg rasteira	1	0	0	0	0	3	4
Unclassified	0	0	0	0	0	0	0
Sum	30	30	30	30	30	3	
Producer	0.9	0.9	0.9	1	0.8	1	
User	0.9	1	0.84375	0.967742	0.827586	0.75	
Hellden	0.9	0.947368	0.870968	0.983607	0.813559	0.857143	
Short	0.818182	0.9	0.771429	0.967742	0.685714	0.75	
KIA Per Class	0.87561	0.878571	0.873554	1	0.753226	1	
Overall Accuracy	0.901961						
KIA	0.878745						

Setor Jardim das Industrias+Alvorada

User Class \ Sample	Cerâmica	Vegetação	Sombra	Claros	Escuros	Piscinas	Veg. rasteira	Sum
Cerâmica	30	0	0	0	1	0	0	31
Vegetação	0	19	0	0	0	0	0	19
Sombra	0	0	25	0	0	0	1	26
Telhados Claros	0	0	0	12	2	0	0	14
Telhados escuros	0	1	5	0	26	0	0	32
Piscinas	0	0	0	0	0	3	0	3
Veg. rasteira	0	6	0	0	0	0	3	9
Unclassified	0	0	0	0	1	0	0	1
Sum	30	26	30	12	30	3	4	
Producer	1	0.730769	0.833333	1	0.866667	1	0.75	
User	0.967742	1	0.961538	0.857143	0.8125	1	0.333333	
Hellden	0.983607	0.844444	0.892857	0.923077	0.83871	1	0.461538	
Short	0.967742	0.730769	0.806452	0.857143	0.722222	1	0.3	
KIA Per Class	1	0.686671	0.793578	1	0.825243	1	0.732143	
Overall Accuracy	0.874074							
KIA	0.845434							

ANEXO – 9 Conclusão

Setor Esplanada+Apolo

User Class \ Sample	Vegetação	Cerâmica	Sombra	Claros	Escuros	Piscinas	Veg. rasteira	Sum
Vegetação	11	0	1	0	0	0	1	13
Cerâmica	0	30	1	0	3	0	0	34
sombra	2	0	25	0	1	0	0	28
Telhados Claros	1	0	0	29	0	0	0	30
Telhados escuros	7	0	1	1	26	0	1	36
Piscinas	0	0	0	0	0	5	0	5
Veg. rasteira	5	0	2	0	0	0	3	10
Unclassified	1	0	0	0	0	0	0	1
Sum	27	30	30	30	30	5	5	
Producer	0.407407	1	0.833333	0.966667	0.866667	1	0.6	
User	0.846154	0.882353	0.892857	0.966667	0.722222	1	0.3	
Hellden	0.55	0.9375	0.862069	0.966667	0.787879	1	0.4	
Short	0.37931	0.882353	0.757576	0.935484	0.65	1	0.25	
KIA Per Class	0.353909	1	0.797158	0.958793	0.826997	1	0.572789	
Overall Accuracy	0.821656							
KIA	0.78433							

ANEXO – 10

Distribuição dos elementos por quadra do setor

Elemento da Cobertura	Telhados (%)			Vegetação (%)		Sombra (%)	Piscinas *	Tam médio terr (r)	
	Cerâmica	Escuro	Claro	Arbórea	Rasteira				
Santana +Alto da Ponte	60	35	1	3	0	1	0	1	
Vila Maria	46	34	10	4	2	4	0	2	
Esplanada + Apolo	27	19	8	16	11	19	60	4	
Vila-Ema + Betânia	42	23	5	9	8	13	0	3	
Bosque Eucaliptos	43	34	2	5	3	13	7	3	
Jardim Satélite	41	30	3	11	2	13	0	3	
Parque Industrial	30	44	8	4	1	13	0	2	
Jardim Oriente + Morumbi	25	42	6	10	3	14	0	2	
Campo dos Alemães	28	47	12	1	0	12	0	1	
Vila São Bento + Torrão de Ouro	40	35	7	4	0	14	0	1	
Vila Industrial	48	37	2	2	0	11	0	2	
Vista Verde + Motorama	45	20	9	12	3	11	3	3	
Pararangaba + Campos São José	30	50	15	4	0	1	0	1	
Novo Horizonte	34	36	10	11	0	9	0	1	
Eugenio de Melo	39	16	32	7	1	5	0	2	
Jardim das Indústrias+ Alvorada	44	24	6	9	8	9	9	3	
Urbanova + Colinas +Aquarius	27	15	11	7	21	19	143	3	
Jardim da Granja	37	35	10	2	1	15	0	1	
Putim	52	26	3	5	0	14	0	1	

* Numero de piscinas encontradas nas quadras dos setores amostrais

***% de ocupação das quadras pelas subclasses da classe Telhados