

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL
PAULISTA**

"Júlio de Mesquita Filho"

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Campus de Presidente Prudente

VALÉRIA LIMA

**A Sociedade e a Natureza na paisagem urbana:
análise de indicadores para avaliar a
qualidade ambiental**

Tese de Doutorado

Presidente Prudente, 2013

VALÉRIA LIMA

**A Sociedade e a Natureza na paisagem urbana: análise de
indicadores para avaliar a qualidade ambiental**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, linha de pesquisa "Dinâmica e Gestão Ambiental", da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual Paulista, campus de Presidente Prudente.

Orientadora: **Prof. Dr. Margarete Cristiane Trindade de Costa Amorim**

Presidente Prudente

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Lima, Valéria.

L711s A sociedade e a natureza na paisagem urbana : análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental / Valéria Lima. - Presidente Prudente: [s.n], 2013

358 f. : il.

Orientador: Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Inclui bibliografia

1. Qualidade ambiental. 2. Paisagem urbana. 3. Indicadores ambientais. 4. Geoprocessamento. I. Amorim, Margarete Cristiane de Costa Trindade. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental.

TERMO DE APROVAÇÃO

VALÉRIA LIMA

A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental

Tese aprovada como requisito para obtenção do título de Doutora em Geografia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – campus de Presidente Prudente.

Orientadora: Margarete Cristiane Trindade de Costa Amorim

Banca examinadora: Professor Dr. Edson Luís Piroli (UNESP/OURINHOS)

Professor Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli (UNESP/FCT)

Professora Dr. Rúbia Gomes Morato (UNIFAL)

Professor Dr. Ailton Luchiari (USP)

Presidente Prudente, 02 de maio de 2013

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais e a minha querida irmã por tudo que significam para mim; pela força, apoio e incentivo nesta pesquisa. Também dedico a uma pessoa que foi muito especial e nenhuma palavra caberia para explicar o quanto representou em minha vida: *Dona Maria da Glória*.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa foi resultado de uma trajetória de dedicação com o apoio de muitas pessoas, incluindo amigos, familiares, professores e pesquisadores.

Agradeço à Fapesp pelo financiamento para o desenvolvimento desta pesquisa, sem o qual esse trabalho não teria sido possível.

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro ao estágio de doutorado no exterior, que complementou minha formação acadêmica. Agradeço também ao Professor Lúcio Cunha que me recebeu na Universidade de Coimbra e me co-orientou nesta atividade.

À UNESP de Presidente Prudente agradeço pelo acesso a estrutura que auxiliou o desenvolvimento das atividades da pesquisa. Aos funcionários da pós graduação, em especial à Cíntia.

Agradeço pela orientação, paciência, apoio e incentivo da Professora Margarete Amorim e a todos os professores que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço, acima de tudo, aos meus pais e irmã: José Nilson Lima, Avelina da Glória Silva Lima e Vanessa da Glória Lima. Reconheço o apoio e a força que sempre me deram, mesmo diante dos problemas. Além disso, agradeço pelo amor incondicional que faz diferença em minha vida.

A toda minha família, em especial aos meus avós: Edeufino da Silva, Mizael Lima e Marinete da Conceição Lima, agradeço pelo apoio, carinho e compreensão.

Agradeço aos amigos e pesquisadores pelas orientações e ajuda: Flávia Ikuta e Marcelino e as alunas da UFMS: Samanta e Dayane pelo auxílio nos trabalhos de campo de Nova Andradina.

Às amigas: Sílvia Regina Pereira, Fernanda Oshiro, Patrícia Agostini, Leda Correia Pedro, Andréia Afonso Lopes, Bethânia Alves de Menezes e Diana Fagundes Bueno, agradeço pela força, compreensão, carinho, apoio e amizade que, muitas vezes, só foram possíveis a distância.

A Natacha Aleixo, Marília, Verônica e Lilian pelos momentos de descontração e reflexões importantes em nossas vidas.

Ao amigo “desnaturado” Régis, por todos os momentos e conversas intensas e descontraídas.

Também a Graziela e Jane por estarem presente nos diversos momentos da minha vida, mesmo a distância.

Ao Fernando Garcia agradeço pelo apoio, carinho, compreensão e acima de tudo, por me proporcionar alegrias e compartilhar tanto os bons momentos quanto os difíceis, sempre com humor e descontração.

Agradeço ao terapeuta Reginaldo Maffei que me ajudou nesta trajetória com a terapia dos florais, o Reiki e das longas conversas para driblar os obstáculos que surgiram ao longo do percurso.

Por fim, agradeço a todos presentes e ausentes, diretos e indiretos, citados e não citados mas que, de alguma forma, caminharam me apoiando e contribuindo para a conclusão desta tese.

EPÍGRAFE

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar,
não seremos capazes de resolver os problemas causados
pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”

Albert Einstein

RESUMO

A análise da qualidade ambiental em áreas urbanas recai na questão de definir quais indicadores utilizar, já que para esta análise é necessário definir indicadores referentes aos aspectos ambientais, sociais e econômicos da paisagem urbana. A hipótese confirmada desta tese foi a de que, através do estabelecimento de pesos, ou seja, da quantificação de indicadores ambientais, com o uso de técnicas de análises espaciais, é possível analisar a qualidade ambiental em paisagens urbanas com formas e organizações diferentes e verificar o grau de comprometimento ambiental dessas áreas. Dentro da perspectiva sistêmica, o objetivo foi discutir os principais indicadores de qualidade ambiental, selecionados através dos aspectos sociais, aspectos econômicos, infraestrutura urbana, clima urbano e vegetação. Os selecionados foram: tipo de cobertura, classes de renda, saneamento ambiental, temperatura do ar e densidade da vegetação. Os procedimentos metodológicos foram aplicados em duas paisagens urbanas diferentes, sendo Presidente Epitácio/SP e Nova Andradina/MS, para verificar sua viabilidade na análise da qualidade ambiental em áreas que possuam formas de apropriação e organização diferentes. Através da técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*), no software Spring 5.1, que consiste em análises combinatórias entre os indicadores, foi gerada uma rotina de programação com os pesos de cada um e processada no LEGAL (*Linguagem de Álgebra de Mapas*), resultando nas cartas de Qualidade Ambiental Urbana das duas cidades. De uma forma geral, ambas apresentaram qualidade ambiental regular, de acordo com os critérios e procedimentos utilizados. Esse resultado tem relação direta com o saneamento ambiental devido à presença de domicílios com esgotamento sanitário, via fossa rudimentar, ou seja, fossa negra.

PALAVRAS – CHAVE: Qualidade ambiental. Paisagem urbana. Indicadores ambientais. Geoprocessamento.

Society and Nature in the urban landscape: analysis of indicators to assess the environmental quality

ABSTRACT

An analysis of environmental quality in urban areas falls back on defining which indicators to use, since, for this analysis, it is necessary to define indicators that refer to environmental, social and economic aspects of the urban landscape. The confirmed hypothesis in this thesis was that, by establishing weights, that is, by quantifying environmental indicators using spatial analysis techniques, it is possible to analyze environmental quality in urban landscapes with different forms and organizations and verify the degree of environmental commitment of these areas. From a systemic perspective, the objective was to discuss the main indicators of environmental quality, selected through social aspects, economic aspects, urban infrastructure, urban climate and vegetation. Those selected were: type of coverage, income class, environmental sanitation, air temperature and vegetation density. The methodological procedures were applied on two different urban landscapes, Presidente Epitácio, SP and Nova Andradina, MS, to verify their feasibility in analyzing environmental quality in areas that have different forms of appropriation and organization. Using the AHP (Analytic Hierarchy Process) technique in Spring 5.1 software, which consists of combinatory analyses among indicators, a programming routine was generated with weights in each and then processed in LEGAL (*Map Algebra Language*), resulting in Urban Environmental Quality maps for the two cities. In general, both presented average environmental quality according to the criteria and procedures used. This result has a direct relation to environmental sanitation due to the presence of households with sanitary depletion, through rudimentary pits, or cesspits.

KEY WORDS: Environmental quality. Urban landscape. Environmental indicators. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURA

Figura 01 - Localização dos municípios analisados na pesquisa.....	27
Figura 02 - Estrutura da pesquisa.....	31
Figura 03 - Esquema Ambiente Urbano.....	51
Figura 04 - Sistema Ambiental Urbano.....	53
Figura 05 - Fluxos de energias recebidos e liberados pelo ambiente urbano e alguns impactos gerados.....	55
Figura 06 - Classes de análise da paisagem urbana, variáveis e indicadores ambientais.....	80
Figura 07 - Vegetação nas cidades.....	94
Figura 08 - Benefícios da vegetação nas cidades.....	95
Figura 09 - Classes dos indicadores ambientais.....	97
Figura 10 - Resolução especial.....	104
Figura 11 - Exemplo da aplicação da técnica AHP no Spring.....	119
Figura 12 - Diferença entre a Lógica Booleana e a <i>Fuzzy</i>	121
Figura 13 - Representação do espectro eletromagnético.....	124
Figura 14 - Curva espectral da vegetação.....	126
Figura 15 - A raia divisória São Paulo - Paraná - Mato Grosso do Sul.....	148
Figura 16 - Mapa de galerias pluviais e pontos de alagamentos de Presidente Epitácio/SP.....	155
Figura 17 - Localização dos pontos de controle do trabalho de campo na cidade de Presidente Epitácio/SP.....	157

Figura 18 – Localização dos pontos de controle do trabalho de campo na cidade de Nova Andradina/MS.	167
Figura 19 – Setores censitários selecionados da área urbana de Presidente Epitácio/SP.....	179
Figura 20 – Setores censitários selecionados da área urbana de Nova Andradina/MS.....	179
Figura 21 – Imagem do satélite worldView-II de Nova Andradina de de 20 de fevereiro de 2011. Composição Colorida R(5) G(3) B(2).....	187
Figura 22 - Imagens do Satélite worldView-II de Presidente Epitácio de 13 de abril de 2010 e outra de 22 de março de 2010. Composição Colorida R(5) G(3) B(2)	188
Figura 23 – Exemplos da identificação dos tipos de cobertura. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio.....	198
Figura 24 – Exemplos da identificação de cobertura de telhas de cimento e metálica. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio.....	199
Figura 25 - Exemplos da identificação de cobertura de telhas de cimento e metálica. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio.....	200
Figura 26 - Exemplos da identificação dos tipos de telhas. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio.....	201
Figura 27- Exemplos da identificação dos tipos de telhas. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio.....	202
Figura 28 – Exemplo da segmentação das imagens WordView-II no Spring.	203
Figura 29 – Trajetos do trabalho de campo de coleta de temperatura e umidade do ar de Presidente Epitácio/SP na imagem Alos.....	282

Figura 30 - Imagem do satélite Goes de 02/04/2012 às 21h00.....	283
Figura 31 - Trajetos do trabalho de campo de coleta de temperatura e umidade do ar de Nova Andradina na imagem Alos.....	288
Figura 32 - Imagem do satélite Goes de 02/04/2012.....	289
Figura 33 - Localização de algumas áreas destacadas na análise - Presidente Epitácio/SP.....	298
Figura 34 - Localização de algumas áreas destacadas na análise - Nova Andradina/MS.....	302
Figura 35 - Composição colorida do visível das imagens Alos de Presidente Epitácio/SP.....	308
Figura 36 - Composição colorida falsa cor das imagens Alos de Presidente Epitácio/SP.....	309
Figura 37 - NDVI de Presidente Epitácio/SP.....	310
Figura 38 - Composição colorida falsa cor das imagens Alos de Nova Andradina/MS.....	313
Figura 39 - NDVI das imagens Alos de Nova Andradina/MS.....	314
Figura 40 - NDVI da imagem CBERS da cidade de Nova Andradina/MS....	317
Figura 41 - Critérios utilizados da relação de importância entre os indicadores ambientais.....	323

LISTA DE CARTAS TEMÁTICAS

Carta 01 - Domicílios permanentes por setor censitário - Presidente Epitácio/SP.....	191
Carta 02 - Pessoas residentes em domicílios permanentes por setor - Presidente Epitácio/SP.....	192
Carta 03 - Média do número de moradores em domicílios por setor - Presidente Epitácio/SP.....	193
Carta 04 - Domicílios permanentes por setor censitário - Nova Andradina/MS.....	194
Carta 05 - Pessoas residentes em domicílios permanentes por setor - Nova Andradina/MS.....	195
Carta 06 - Média do número de moradores em domicílios por setor - Nova Andradina/MS.....	196
Carta 07 - Cobertura do solo -Presidente Epitácio/SP.....	205
Carta 08 - Cobertura do solo Nova Andradina/MS.....	206
Carta 09 - Tipos de cobertura- Presidente Epitácio/SP.....	207
Carta 10 - Tipos de cobertura - Nova Andradina/MS.....	208
Carta 11 - Uso do solo de Presidente Epitácio/SP.....	211
Carta 12 - Uso do solo de Nova Andradina/MS.....	212
Carta 13 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de 1/8 a 2 salários - Presidente Epitácio/SP.....	215
Carta 14 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de 2 a 5 salários - Presidente Epitácio/SP.....	216
Carta 15 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de 5 a 10 salários - Presidente Epitácio/SP.....	217
Carta 16 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de mais de 10 salários - Presidente Epitácio/SP.....	218
Carta 17 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de 1/8 a 2 salários - Nova Andradina/MS.....	219
Carta 18 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de 2 a 5 salários - Nova Andradina/MS.....	220

Carta 19 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de 5 a 10 salários - Nova Andradina/MS.....	221
Carta 20 - Porcentagem de domicílios com renda mensal per capita de mais de 10 salários - Nova Andradina/MS.....	222
Carta 21 - Classes de renda de Presidente Epitácio/SP.....	223
Carta 22 - Classes de renda de Nova Andradina/MS.....	224
Carta 23 - Domicílios com abastecimento de água da rede geral - Presidente Epitácio/SP.....	226
Carta 24 - Domicílios com abastecimento de água da rede geral - Nova Andradina/MS.....	227
Carta 25 - Abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade - Presidente Epitácio/SP.....	228
Carta 26 - Abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade - Nova Andradina/MS.....	229
Carta 27 - Domicílios com outra forma de abastecimento de água - Presidente Epitácio/SP.....	230
Carta 28 - Domicílios com outra forma de abastecimento de água - Nova Andradina/MS.....	231
Carta 29 - Domicílios com energia elétrica - Presidente Epitácio/SP.....	234
Carta 30 - Domicílios com energia elétrica - Nova Andradina/MS.....	235
Carta 31 - Domicílios com energia elétrica de companhia distribuidora - Presidente Epitácio/SP.....	236
Carta 32 - Domicílios com energia elétrica de companhia distribuidora - Nova Andradina/MS.....	237
Carta 33 - Domicílios com energia elétrica de outras fontes - Presidente Epitácio/SP.....	238
Carta 34 - Domicílios com energia elétrica de outras fontes - Nova Andradina.....	239
Carta 35 - Domicílios sem energia elétrica - Presidente Epitácio/SP.....	240

Carta 36 - Domicílios sem energia elétrica - Nova Andradina/MS.....	241
Carta 37 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial - Presidente Epitácio/SP.....	242
Carta 38 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial - Nova Andradina/MS.....	243
Carta 39 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via fossa séptica - Presidente Epitácio/SP.....	244
Carta 40 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via fossa séptica - Nova Andradina/MS.....	245
Carta 41 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via fossa rudimentar - Presidente Epitácio/SP.....	246
Carta 42 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via fossa rudimentar - Nova Andradina/MS.....	247
Carta 43 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via vala - Presidente Epitácio/SP.....	248
Carta 44 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via vala - Nova Andradina/MS.....	249
Carta 45 - Domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via rio ou lago - Presidente Epitácio/SP.....	250
Carta 46 - Domicílios com esgotamento sanitário via outro escoadouro - Presidente Epitácio/SP.....	251
Carta 47 - Domicílios com esgotamento sanitário via outro escoadouro - Nova Andradina/MS.....	252
Carta 48 - Domicílios sem banheiro - Presidente Epitácio/SP.....	253
Carta 49 - Domicílios sem banheiro - Nova Andradina/MS.....	254
Carta 50 - Domicílios com lixo coletado - Presidente Epitácio/SP.....	256
Carta 51 - Domicílios com lixo coletado - Nova Andradina/MS.....	257
Carta 52 - Domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza - Presidente Epitácio/SP	258

Carta 53 - domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza - Nova Andradina/MS.....	259
Carta 54 - Domicílios com lixo coletado em caçamba de serviços de limpeza - Presidente Epitácio/SP	260
Carta 55 - Domicílios com lixo coletado em caçamba de serviços de limpeza - Nova Andradina/MS.....	261
Carta 56 - Domicílios com lixo queimado na propriedade - Presidente Epitácio/SP..	262
Carta 57 - Domicílios com lixo queimado na propriedade - Nova Andradina/MS....	263
Carta 58 - Domicílios com lixo enterrado na propriedade - Presidente Epitácio/SP..	264
Carta 59 - Domicílios com lixo enterrado na propriedade - Nova Andradina/MS.....	265
Carta 60 - Domicílios com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro - Presidente Epitácio/SP	266
Carta 61 - Domicílios com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro - Nova Andradina/MS	267
Carta 62 - domicílios com outro destino do lixo - Presidente Epitácio/SP	268
Carta 63 - domicílios com outro destino do lixo - Nova Andradina/MS.....	269
Carta 64 - Pavimentação das vias públicas - Presidente Epitácio/SP.....	270
Carta 65 - Pavimentação das vias públicas - Nova Andradina/MS.....	272
Carta 66 - Saneamento ambiental - Presidente Epitácio/SP.....	276
Carta 67 - Saneamento ambiental - Nova Andradina/MS.....	277
Carta 68 - Temperatura do ar - Presidente Epitácio/SP.....	285
Carta 69 - Umidade do ar - Presidente Epitácio/SP.....	286
Carta 70 - Temperatura do ar - Nova Andradina/MS.....	291
Carta 71 - Umidade do ar - Nova Andradina/MS.....	292
Carta 72 - Classes de temperatura do ar de Presidente Epitácio/SP.....	293
Carta 73 - Classes de temperatura do ar de Nova Andradina/MS.....	294
Carta 74 - Temperatura da superfície da cidade de Presidente Epitácio/SP.....	297
Carta 75 - Temperaturas de superfície da cidade Nova Andradina/MS.....	301
Carta 76 - Densidade de vegetação da cidade de Presidente Epitácio/SP.....	311

Carta 77 - Densidade de vegetação da cidade de Nova Andradina/MS.....	316
Carta 78 - Classificação da densidade da Vegetação de Nova Andradina/MS através do NDVI com base nas imagens CBERS.....	319
Carta 79 - Qualidade ambiental de Presidente Epitácio/SP.....	331
Carta 80 - Qualidade ambiental de Nova Andradina/MS.....	332

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Escala de valores AHP para comparação pareada.....	118
Tabela 02 - Pesos finais dos indicadores ambientais.....	324
Tabela 03 - Pesos das classes do indicador “tipo de cobertura”	326
Tabela 04 - Pesos das classes do indicador “classes de renda”	326
Tabela 05 - Pesos das classes do indicador “saneamento ambiental”	325
Tabela 06 - Pesos das classes do indicador “temperatura do ar”	326
Tabela 07 - Pesos das classes do indicador “densidade de vegetação”	328

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	25
CAPÍTULO I - Sociedade e Natureza na Paisagem Urbana: Ambiente e Qualidade ambiental.....	32
1. Sociedade e natureza na paisagem urbana.....	33
1.1 “Natureza e sociedade”	33
1.1.1 Ambiente.....	39
1.2 Qualidade ambiental.....	48
1.3 Ambiente urbano e degradação ambiental.....	51
1.3.1 Forma urbana e ambiente.....	59
1.4 Qualidade ambiental nas paisagens urbanas.....	63
CAPÍTULO 2 - Indicadores Ambientais.....	73
2. Conceito de indicador ambiental.....	74
2.1 Indicadores ambientais quantitativos e qualitativos: controle e percepção de qualidade ambiental.....	76
2.2 Indicadores ambientais selecionados para avaliar a qualidade ambiental...	79
2.2.1 Classe de análise: Aspectos sociais.....	81
2.2.2 Classe de análise: Aspecto econômico	83
2.2.3 Classe de análise: Infraestrutura.....	83
2.2.4 Classe de análise: Clima.....	89
2.2.5 Classe de análise: vegetação.....	92
2.3 Indicadores ambientais urbanos.....	96
CAPÍTULO 3 - Geoprocessamento e sensoriamento remoto na análise da qualidade ambiental urbana.....	99

3.	Geoprocessamento para análise de qualidade ambiental.....	100
3.1	Cartografia e integração de dados para o geoprocessamento.....	107
3.2	Modelagem e representação de dados.....	111
3.3	A Técnica AHP - Processo Analítico Hierárquico.....	117
3.4	Lógica Fuzzy.....	120
3.5	Sensoriamento remoto na análise de qualidade ambiental.....	122
3.6	Comportamento espectral	125
3.7	Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à paisagem urbana.....	129
3.8	Sensoriamento remoto para análise da vegetação urbana.....	130
3.9	Temperatura da superfície para análise da qualidade ambiental.....	134
3.10	Análise da ilha de calor urbana	141
3.11	Cobertura do solo na paisagem urbana.....	142
	CAPÍTULO IV - Paisagens de Presidente Epitácio/SP e Nova Andradina/MS..	146
4.	Paisagens do Oeste do estado de São Paulo e Sudeste do Mato Grosso do Sul.....	147
4.1	Paisagem urbana de Presidente Epitácio/SP.....	151
4.2	Paisagem urbana de Nova Andradina/MS.....	165
	CAPÍTULO V - Análise da qualidade ambiental.....	176
5.	Análise da qualidade ambiental urbana.....	177
5.1	Variáveis utilizadas do censo demográfico 2010 do IBGE.....	178
5.2	Imagens do satélite WorldView-II.....	185
5.3	Mapeamento das variáveis da classe de análise: aspectos sociais.....	189
5.3.1	Número de Habitantes.....	189
5.3.2	Mapeamento da cobertura do solo.....	196
5.3.3	Uso da terra	209
5.3.3.1	Uso da terra de Presidente Epitácio/SP.....	209
5.3.3.2	Uso da terra de Nova Andradina/MS.....	210
5.4	Mapeamento da variável da classe de análise: Aspectos econômicos	213

5.4.1	Crêterios para mapear as classes de renda.....	213
5.5	Mapeamento das variáveis da classe de análise: Infraestrutura.....	225
5.5.1	Mapeamento da variável �gua.....	225
5.5.2	Mapeamento da variável energia elétrica.....	232
5.5.3	Mapeamento da variável esgoto.....	232
5.5.4	Mapeamento da variável coleta de lixo.....	255
5.5.5	Mapeamento da pavimenta�o das vias públicas.....	270
5.5.6	Mapeamento do indicador de saneamento ambiental.....	273
5.6	Mapeamento das variáveis da classe de análise clima.....	278
5.6.1	Mapeamento da temperatura do ar.....	278
5.6.1.1	Temperatura e umidade do ar de Presidente Epitácio/SP.....	280
5.6.1.2	Temperatura e umidade do ar de Nova Andradina/MS.....	287
5.6.2	Mapeamento da temperatura da superfície.....	295
5.6.2.1	Temperatura da superfície de Presidente Epitácio/SP.....	295
5.6.2.2	Temperatura da superfície de Nova Andradina/MS.....	299
5.6.2.3	Considera�es sobre a temperatura da superfície.....	302
5.7	Mapeamento da variável da classe de análise: vegeta�o.....	303
5.7.1	Densidade de vegeta�o de Presidente Epitácio/SP.....	305
5.7.2	Densidade de vegeta�o de Nova Andradina/MS.....	311
	CAPÍTULO VI - Mapeamento da qualidade ambiental.....	320
6.	Mapeamento da qualidade ambiental	321
6.1	Rela�o de importância entre os indicadores - AHP.....	321
6.2	Estabelecimento de pesos para as classes dos indicadores	325
6.3	Mapeamento da qualidade ambiental de Presidente Epitácio e Nova Andradina.....	328
	CONSIDERA�ES FINAIS.....	333
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	338

APÊNDICE A.....	345
APÊNDICE B.....	347
ANEXO A.....	351
ANEXO B.....	355



INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

As áreas urbanas concentram certa quantidade de pessoas com uma variedade de uso do solo, de serviços e atividades que, na maioria dos casos, possuem um inadequado planejamento que nem sempre consideram as questões ambientais de forma integrada.

De acordo com Mendonça (2004, 197), no planejamento do ambiente urbano devem ser considerados os fatores naturais, como o relevo, o clima, o solo, a vegetação e os cursos d'água, pois quando os espaços não são projetados para serem adequados a esses fatores, podem interferir na qualidade ambiental das cidades.

A crescente preocupação com a qualidade ambiental está relacionada, de acordo com Nucci (1996; 1998), com a construção de um ambiente ecologicamente equilibrado, considerando todos os elementos da paisagem urbana e conciliando os vários tipos de uso do solo e suas diversas atividades com a dinâmica natural dos seus elementos físicos.

Para Perloff (1973, p. 09), o interesse sobre a qualidade ambiental constitui-se, em grande parte, da influência de outros temas, como a preocupação com a qualidade do ar, da água, das áreas verdes, e claro, não podendo negar, a preocupação com o desenvolvimento das "comunidades urbanas" e, por fim, sobre a qualidade de vida dos habitantes da cidade.

Ao analisar uma paisagem urbana é necessário considerar o contexto social, econômico, ambiental e cultural, sendo fundamental compreender suas relações e interações, já que as atividades desenvolvidas nessas paisagens, associadas ao inadequado planejamento e infraestrutura, podem influenciar na queda da qualidade do ambiente. Assim, a qualidade ambiental surge como fator importante para ser considerada nas análises e pesquisas relacionadas às paisagens urbanas e no seu planejamento.

Nesta pesquisa, considerou-se a qualidade ambiental como um conjunto de propriedades e características do ambiente construído, com relação aos aspectos físicos, sociais, econômicos e de infraestrutura das paisagens urbanas.

Dentro deste contexto, a pesquisa foi desenvolvida na perspectiva sistêmica que possui raízes na proposta teórica do geossistema e na Teoria Geral dos Sistemas. De acordo com Nunes *et al* (2006, p. 123), a visão sistêmica "trabalha com

a idéia de sistemas complexos, a partir das trocas de energia e matéria, abandona a visão fragmentada, centrada no “elemento” e absorve a idéia de interatividade e conjunção”.

Diante disso, o objetivo é analisar e selecionar os indicadores mais representativos para avaliar a qualidade ambiental em cidades pequenas, mesmo com diferentes formas de integração territorial e de desenvolvimento. Com a escolha dos indicadores, é possível testar procedimentos de quantificação através de técnicas de geoprocessamento, com o propósito de elaborar análises espaciais para verificar sua viabilidade na análise de qualidade ambiental, em paisagens urbanas pequenas e diferentes.

A hipótese foi a de que seja possível analisar a qualidade ambiental em paisagens urbanas com formas e organizações diferentes e verificar o grau de comprometimento ambiental dessas áreas, através do estabelecimento de pesos, ou seja, da quantificação de indicadores ambientais, com o uso de técnicas de análises espaciais.

A discussão sobre a paisagem urbana fundamentou a análise da qualidade ambiental e, além disso, a análise de indicadores ambientais. Os procedimentos metodológicos foram aplicados nas cidades de Presidente Epitácio/SP, localizada no oeste paulista e Nova Andradina/MS, no sudeste mato-grossense, ambas pertencentes à *“raia divisória São Paulo-Paraná-Mato Grosso do Sul”*. (FIGURA 01)

O município de Presidente Epitácio¹ localiza-se no oeste paulista, região que possuiu uma ocupação, a princípio motivada pelo avanço do café e da ferrovia, no início do século XX e, consolidada numa região com característica de apropriação ilegal das reservas florestais. A ocupação do sudeste mato-grossense, onde se

¹ Fundada em 1907; 41.249 habitantes, sendo a população residente urbana de 38.120 habitantes, conforme resultados do Censo Demográfico do IBGE, de 2010.

localiza Nova Andradina², foi impulsionada a partir da capitalização das regiões oeste de São Paulo e norte-noroeste do Paraná (PASSOS, 2006).

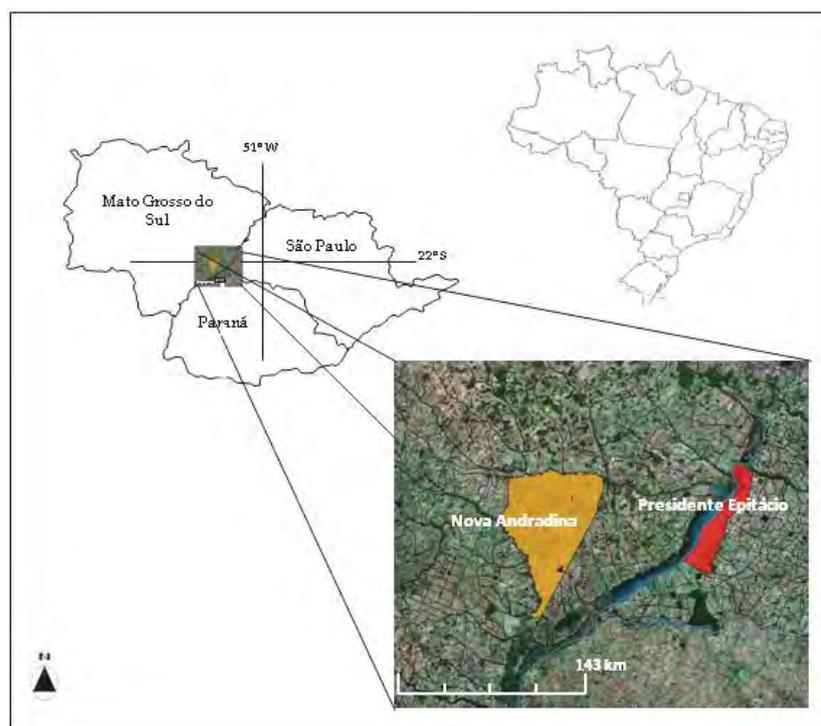


Figura 1 – Localização dos municípios analisados na pesquisa. Fonte: IBGE, 2010; PASSOS, 2006-2008 p. 16; Google earth. Org: Lima, V. 2009.

O processo de ocupação das regiões em que se inserem essas cidades foi consolidado diferentemente no tempo e na forma. As desigualdades territoriais permanecem nas condições atuais.

A análise da qualidade ambiental implica a definição de quais indicadores ambientais devam ser utilizados, já que é necessário, também, definir quais representam os principais aspectos e a realidade da cidade.

² Fundada em 1958; 45.585 habitantes, sendo a população residente urbana de 38.793 habitantes, conforme resultados do Censo Demográfico do IBGE, de 2010.

Para a seleção dos indicadores, consideraram-se os aspectos do contexto de paisagens urbanas pequenas, bem como a contextualização de questões ambientais e sociais. Através das análises das variáveis que contemplaram os aspectos sociais, os econômicos, de infraestrutura, do clima e de vegetação, os indicadores selecionados foram: tipo de cobertura, classes de renda, saneamento ambiental, temperatura do ar e densidade de vegetação.

Para a espacialização das variáveis, utilizaram-se os seguintes softwares: Spring 5.1 (todas as informações foram organizadas num banco de dados neste software); Envi 4.3 (utilizado para a fusão da banda pancromática com as multiespectrais); Global Mapper 8.0 (seleção dos setores demográficos do IBGE); ArcGis 10 (seleção dos setores demográficos do IBGE); Idrisi Andes (mapeamento da temperatura da superfície); Surfer 7.0 (espacialização dos dados de temperatura e umidade do ar). Foram coletadas, também, informações em campo, imagens dos satélites CBERS 2, Alos e WorldView-2, dados do censo demográfico de 2010, junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE e informações das prefeituras municipais das duas cidades pesquisadas.

O mapeamento da cobertura do solo das duas cidades foi elaborado com base nas informações espectrais das imagens WorldView-2 e também da identificação visual dos tipos de telhas das edificações.

O indicador “classes de renda” teve como base os dados da variável rendimento domiciliar per capita, por setores, do censo demográfico de 2010. Para mapear o indicador “saneamento ambiental” também foram utilizados os dados do censo demográfico das variáveis de energia elétrica, esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo e de pavimentação das vias públicas. Esta última, mapeada através das imagens de satélite WorldView-2.

Para o mapeamento da temperatura do ar, assim como da umidade do ar intra-urbano, utilizaram-se medidas em transectos móveis nos percursos norte-sul e leste-oeste das cidades, no período noturno, em condições estáveis de tempo atmosférico. Os equipamentos utilizados foram: sensor de temperatura e umidade “ThermaData Humidity-Temperature Logger” e GPS marca Garmim, modelo Oregon 550t. Os dados foram espacializados no software Surfer 7.0.

O mapeamento da densidade de vegetação foi realizado através da classificação supervisionada da imagem NDVI segmentada, com o classificador *Battacharya* no software Spring. Consideraram-se os resultados do NDVI - Índice de Vegetação de Diferença Normalizada, que foram estimados através das imagens do sensor AVNIR-2 - Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer - do satélite Alos (Advanced Land Observing Satellite), bandas 4 (infravermelho próximo) e 3 (faixa do visível), além da análise visual das imagens para o mapeamento das classes de densidade.

Por fim, para a qualidade ambiental, foi utilizada a técnica de suporte à decisão - AHP, no software Spring. Através de uma rotina de programação com os pesos de cada um dos indicadores no LEGAL - *Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico*, no software Spring, foram estipulados os pesos entre as classes de cada indicador e, depois, gerou-se uma grade numérica para cada cidade, que foi fatiada e representada em cores para facilitar a leitura do resultado do mapeamento da qualidade ambiental de Presidente Epitácio e de Nova Andradina.

Para contribuir na compreensão dos objetivos, elaborou-se uma estrutura que possibilita uma visão sinótica da pesquisa (FIGURA 02).

A tese foi estruturada em seis capítulos. O primeiro capítulo aborda, de forma breve, a relação sociedade e natureza na paisagem urbana, o conceito de ambiente e de qualidade ambiental. Também, dentro das preocupações da qualidade ambiental, relacionam-se questões do ambiente urbano, considerado como "sistema", e os impactos da degradação ambiental nessas paisagens.

O segundo capítulo, sobre os indicadores ambientais, além do conceito de indicadores qualitativos e quantitativos, aborda a estrutura das variáveis para a escolha dos indicadores que foram utilizados nos procedimentos metodológicos, aplicados nas paisagens urbanas de Presidente Epitácio/SP e Nova Andradina/MS.

No terceiro capítulo, discutem-se as técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para as análises da qualidade ambiental e para a ciência geográfica, de uma forma geral, através da modelagem e análises espaciais.

O quarto capítulo traz uma caracterização das paisagens urbanas de Presidente Epitácio e Nova Andradina, contemplando fatores e elementos da sua organização socioespacial e as diferenças marcantes desde o contexto histórico de ocupação das regiões em que estão inseridas.

No quinto capítulo, são descritos e analisados os procedimentos metodológicos que resultaram no mapeamento de todas as variáveis e dos indicadores ambientais.

Por fim, no sexto capítulo, apresentam-se os resultados e a análise da qualidade ambiental das duas cidades, que comprovam a hipótese da pesquisa, constituindo-se, portanto, em uma suposição admissível: que os procedimentos metodológicos aplicados podem ser utilizados para avaliar a qualidade ambiental de paisagens urbanas diferentes.

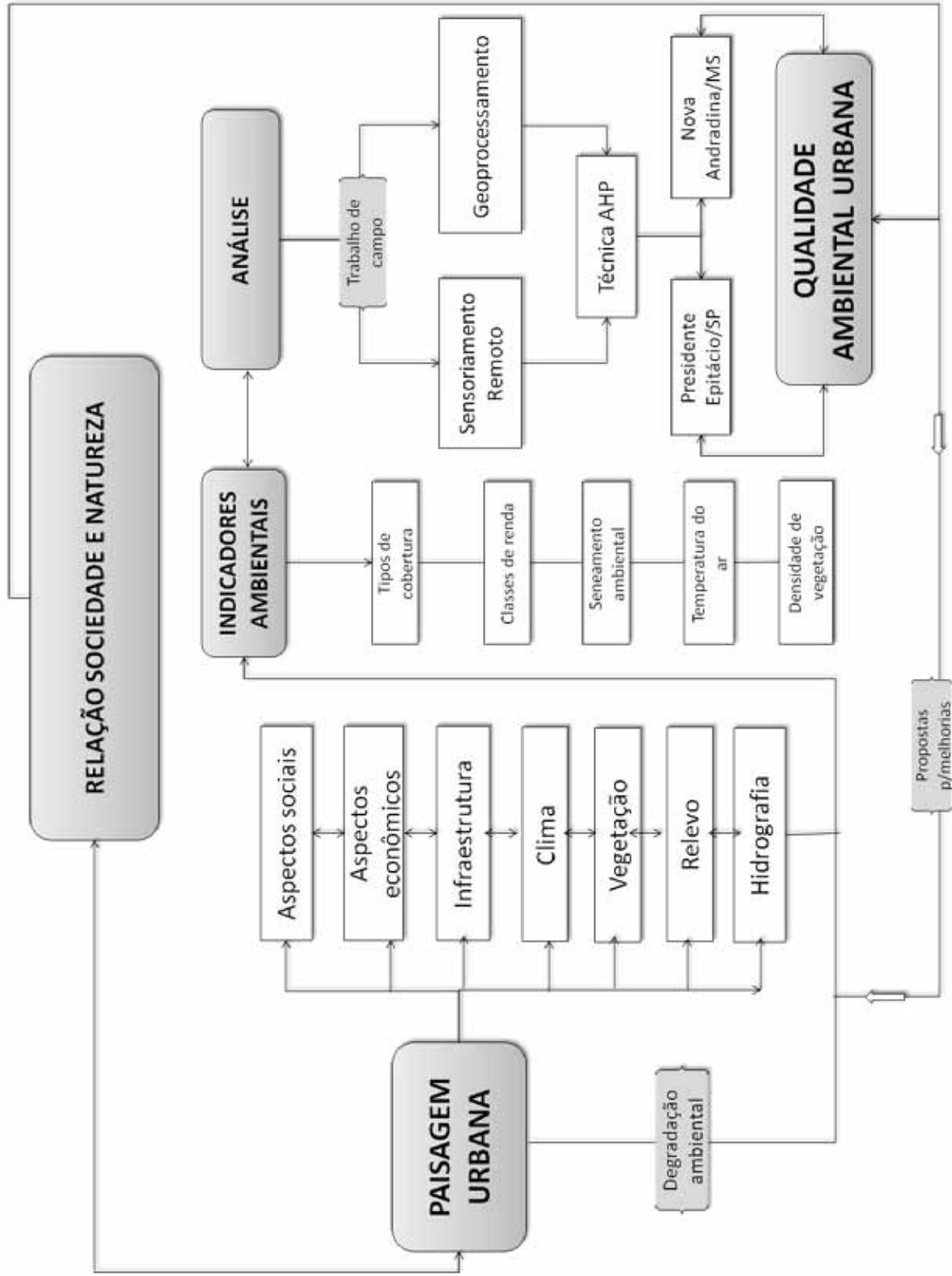
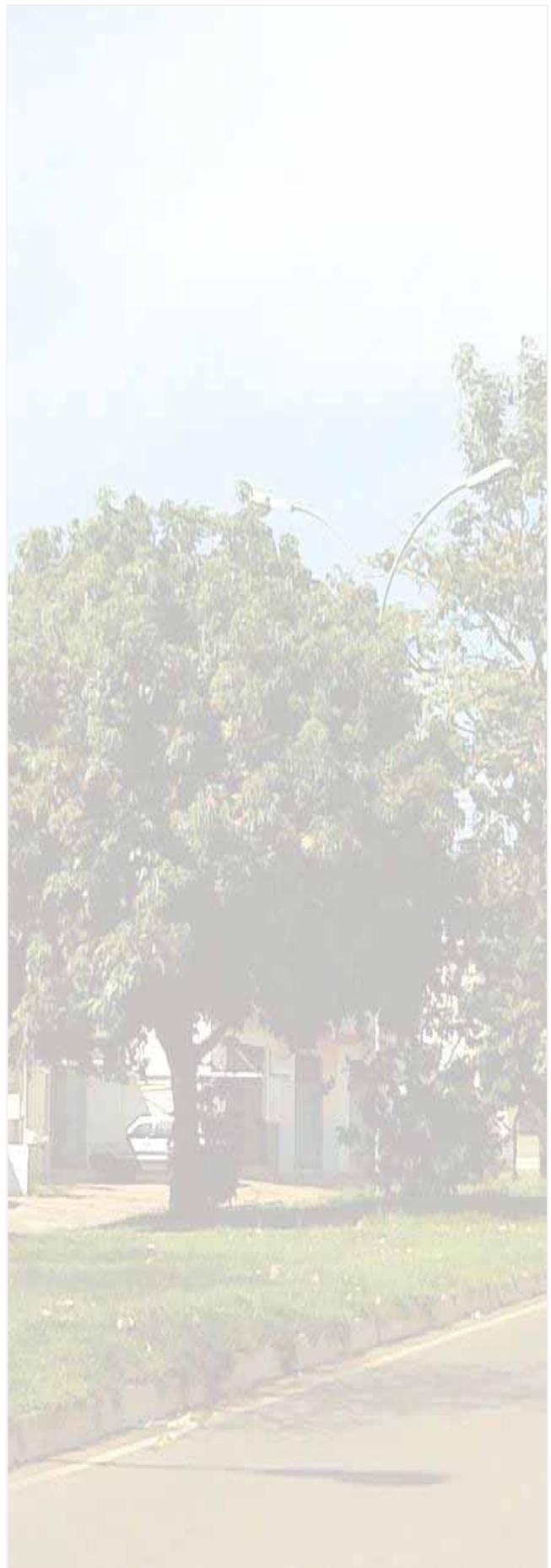


Figura 2 – Estrutura da pesquisa. Elaboração: LIMA, Valéria (2011) Atualizado em 2013.



CAPÍTULO I

*Sociedade e Natureza na Paisagem Urbana: Ambiente e
Qualidade ambiental*

1. Sociedade e natureza na paisagem urbana

A análise da qualidade ambiental surge da necessidade de melhorar as condições ambientais e de vida nas paisagens urbanas que, na maioria, tem uma relação direta com um adequado planejamento e, indiretamente, com questões sociais, econômicas e culturais.

A reflexão e discussão sobre o conceito e a importância da qualidade ambiental, aproximam-se de alguns fatores que fazem parte do paradigma da relação da sociedade e natureza e do conceito de ambiente.

1.1 “Natureza e sociedade”

Conforme Leff (2006, p. 48), “natureza e sociedade são duas categorias ontológicas, não são nem conceitos e nem objetos de nenhuma ciência fundada [...]”, inserem-se, portanto, num processo histórico de transformação. Para Leff (2006, p. 48), a categoria natureza está presente nas ciências biológicas, ou seja, no “processo evolutivo que se produz pela determinação genética das populações biológicas e de seu processo de seleção-adaptação-transformação, em sua interação com o meio ambiente”, mas também aparece como objeto de trabalho do sistema de produção capitalista refletindo em toda a formação/transformação social.

Compreendendo que a natureza e a sociedade não podem ser consideradas objetos específicos de nenhuma ciência fundada, e nem conceitos, no próprio desenvolvimento científico, ambas são abordadas e analisadas de acordo com o interesse de cada área do conhecimento, e assim, trazendo para a sociedade reflexões em torno das relações entre si, de acordo com seus objetivos específicos.

Entretanto, cada ciência possui seus conceitos e métodos que absorvem seus objetos de estudos especificamente e, de uma forma ou de outra, incorporam o “natural” e o “social” para analisá-los.

No momento em que uma determinada ciência absorve os elementos da natureza, enquanto seu objeto de estudo, os objetos biológicos (da natureza), devem incluir os efeitos das relações sociais que os afetam, assim como suas transformações.

Portanto, ao utilizar a natureza como objeto de estudo, deve-se considerar as suas influências e relações com os efeitos da sociedade, através do contexto socioeconômico inserido na história. Assim, a análise da “sociedade” deve considerar também a influência dos elementos físicos e biológicos que compõem a natureza, através de sua apropriação inserida no sistema econômico dessa sociedade.

Tais considerações remetem-nos a (re)pensar a importância de como o conhecimento científico dissemina a relação da sociedade com a natureza e incorpora, ou não, as transformações resultantes dessa relação, nessas categorias, pois o “recurso natural e a força de trabalho” não existem independentes do social, pois são determinados “pelas condições de produção e reprodução de uma dada estrutura social”.

O recurso natural só se torna recurso mediante o “olhar” econômico de um determinado sistema de produção e, neste caso, o capitalista. Assim, como a força de trabalho é inerente a esse processo e se faz necessária para incorporá-lo esse recurso, o conhecimento científico influencia não só na compreensão dessa relação e nas visões de mundo que influenciam as visões da natureza, envolvidas através das diferentes ideologias, mas, também, para o desenvolvimento das técnicas/tecnologias que incorporem tais processos.

Com isso, o conceito de valor, por exemplo, que incorpora “a produtividade natural da terra, a produtividade do trabalho por meio de uma tecnoestrutura, a produtividade dos ecossistemas pelo conhecimento científico” juntamente com as “lutas para a produção da jornada de trabalho” estabelecem uma relação necessária para produzir os diferentes valores de uso (LEFF, 2006, p. 50).

Isso porque as produções de valores de uso e de troca estão intrinsecamente relacionadas aos processos da natureza, porque o valor de uso não se refere apenas à substância material dos fluxos de energia que intervêm em sua elaboração, mas implica uma demanda e um processo de consumo que é efeito do complexo processo social, no qual se produz o valor de troca das mercadorias.

Diante deste exemplo, sobre o conceito de valor e sua vinculação a processos ecológicos, culturais, tecnológicos, entre outros, transporta-se essa preocupação para a compreensão da importância da relação das categorias de natureza e de sociedade, nas paisagens urbanas. Não seria possível analisar a qualidade ambiental urbana, sem considerar os fatores sociais, culturais, econômicos e até mesmo os políticos, ou seja, apenas com fatores ditos “naturais”.

Seria utópico compreender tanto esse conceito quanto os fatores que podem permitir que os espaços desenvolvam condições para melhorar a qualidade ambiental, já que não se desvincula dos fatores que envolvem a transformação sócio-cultural-histórica da relação sociedade e natureza.

Tais fatores são fundamentais na análise da qualidade ambiental urbana e, a partir disso, em relacionar quais as medidas que podem ser tomadas no planejamento das cidades, na tentativa de diminuir, de certa forma, o impacto negativo gerado pelos ecossistemas urbanos.

A relação existente entre as categorias natureza e sociedade, desperta discussões sobre a questão ambiental que é enraizada a partir de uma diversidade de perspectivas ideológicas. Muitas são as explicações que envolvem uma das “consequências” dessa relação, tanto as que envolvem o fator do crescimento da população sobre os limitados recursos do planeta, quanto como fator de efeito da acumulação de capital associado a padrões tecnológicos, de consumo e aceleração nos ritmos de exploração da natureza.

Os processos que condicionam a questão ambiental estão vinculados ao conhecimento da relação sociedade-natureza que, conforme Leff (2006, p. 60),

“problematiza os paradigmas estabelecidos do conhecimento e demanda novas metodologias capazes de orientar um processo de reconstrução do saber que permita realizar uma análise integrada da realidade”.

Tanto a revolução científica quanto a industrial e todo o processo histórico que assistiu à emergência da ciência moderna, de certa forma, trouxe o fracionamento do conhecimento científico, fazendo com que a análise da “realidade” fosse compartimentada, por áreas distintas, com a finalidade de aprofundar e melhorar o saber científico e as técnicas/tecnologias.

Neste contexto, a compreensão da realidade, como um todo, incentivou a busca de um método que pudesse reintegrar esses conhecimentos dispersos. Assim a questão ambiental “exigiu uma visão sistêmica e um pensamento holístico para a reconstrução de uma realidade total” (LEFF, 2006, p. 60).

Os problemas ambientais, nas paisagens urbanas, resultam de processos naturais e sociais em diferentes formas de materialidade e devem ser compreendidos através da integração de diversos campos do conhecimento.

Entretanto, a identificação desses problemas nas paisagens urbanas, requer o conhecimento da trajetória histórica dos processos que envolvem esses espaços e, através de indicadores ambientais, diagnosticá-los e construir estratégias, através do planejamento, para diminuir os impactos provocados.

Mas, essas estratégias que podem gerar instrumentos teóricos e práticos na gestão ambiental do desenvolvimento, não funcionam partindo dos padrões atuais e dominantes dos paradigmas econômicos e práticas tradicionais do planejamento. Isso porque, a problemática ambiental, generalizou-se induzindo a uma série de efeitos no avanço e orientação de um conjunto de disciplinas para solucioná-las.

De acordo com Leff (2006), mesmo que o avanço do conhecimento científico levou a uma fragmentação do saber e do “olhar” para a realidade, a problemática ambiental não pode ser entendida sob um ângulo fechado, necessita de uma análise das partes no todo, ou seja, que este todo (a realidade) precisa ser compreendido através de um conjunto de olhares.

Portanto, a necessidade de compreender os processos e fatores que provocaram ou incentivaram esses problemas, também recai na análise da produção do saber, diante da diversidade paradigmática, para estabelecer métodos e metodologias que conciliem e articulem esses conhecimentos científicos e técnicos.

Nesta perspectiva, como os efeitos dos problemas ambientais possuem consequências desiguais em paisagens distintas, as análises necessitam que sejam diferentes, pois os fatores que condicionam tais problemas mudam seus impactos.

A análise da qualidade ambiental em paisagens urbanas correlaciona-se com estes fatores, por isso, as perspectivas de análise necessitam ser diferenciadas para cada espaço, mas que, através da escolha dos principais indicadores ambientais, que representem todos os aspectos envolvidos na relação sociedade e natureza, pode tornar possível uma visão do todo, ou seja, da realidade, mesmo que necessitem de perspectivas diferenciadas para as análises da qualidade ambiental, em paisagens urbanas. Esta necessidade é consequência da diferença nos próprios efeitos dos problemas ambientais, que ocorrem com maior ou menor magnitude e atingem cada cidade, diferentemente, de acordo com suas especificidades, conjuntos de atividades existentes, formas de apropriação e organização no espaço. Essas particularidades diferenciam-se, assim, em cada paisagem urbana.

Porém, a diferenciação nas formas de análises não está atribuída, exclusivamente, à organização espacial, forma, tamanho, conjunto de atividades ou, no grau de comprometimento ambiental, mas possuem, também, uma estreita vinculação com as ideologias que envolvem as teorias e os conhecimentos científicos que as embasam e, estão introduzidas nas relações estabelecidas entre as categorias da sociedade e natureza que expõem, em sua maioria, os interesses do próprio processo econômico, político e social atuante.

Leff (2006, p. 66) esclarece que as ciências, de forma geral, estão “inseridas dentro de processos ideológicos e discursivos onde se debatem num

processo contraditório de conhecimento/desconhecimento, do qual derivam sua capacidade cognoscitiva e seu potencial transformador da realidade". Portanto, a articulação entre os processos de conhecimentos e os econômicos, sociais e políticos está baseada no interesse da própria sociedade e cultura.

O conhecimento científico, ao inserir-se no campo do saber ambiental, que inclui a relação sociedade e natureza, constitui uma estratégia conceitual que está definitivamente associada às condições ideológicas. Desta forma, em alguns casos, os problemas ambientais podem resultar da formação dessas ideologias, amenizando os processos de degradação, ocultando os impactos dos processos econômicos de exploração sob os "recursos naturais".

A problemática ambiental induz, assim, a um processo contraditório de avanço/retrocesso do saber para apreender os processos materiais que plasman o campo da relação sociedade-natureza; daí surgem obstáculos e estímulos para a produção de conhecimentos, pelo efeito de interesses sociais opostos, abrindo possibilidades alternativas para a reorganização produtiva da sociedade e o aproveitamento de recursos. (LEFF, 2006 p. 68).

Neste contexto, as diferentes percepções da relação da sociedade com a natureza e, conseqüentemente, dos problemas ambientais, provocam necessidades diferentes com relação aos conhecimentos teóricos e práticos, pois a "crise ecológica mobilizou um amplo processo ideológico e político de produção, apropriação e utilização de conceitos ambientais, que se reflete nas estratégias para o aproveitamento e exploração dos recursos" (LEFF, 2006 p.68).

Uma das tentativas para diminuir os impactos que se vinculam ao processo da relação sociedade e natureza, dentro da problemática ambiental e, também, alcançar melhorias na qualidade ambiental, está relacionada ao implemento de políticas ambientais eficazes, mas que, para isso, necessita conhecer os efeitos dos processos econômicos, sob a dinâmica dos ecossistemas.

Sendo assim, as diferentes perspectivas de análises que recaem sobre paisagens distintas, dependem das especificidades de cada região e das políticas capazes de levar melhorias através de medidas que considerem os

processos econômicos, sociais, culturais, políticos e ambientais, que não podem se realizar sem que haja um prévio reconhecimento. Neste caso, a qualidade ambiental em paisagens urbanas depende da relação desses processos e reconhecimento de suas inter-relações.

Podem ser identificados através de um olhar para a totalidade, para as particularidades de cada área e depende, além disso, da análise dos efeitos dos processos atuais que envolvem as inter-relações desses processos e na seleção dos indicadores ambientais para a análise que servirá de base para uma possível implementação de políticas ambientais eficazes na melhoria da qualidade desses ambientes.

1.1.1 Ambiente

Atualmente, muitos temas e discussões envolvem o conceito de “ambiente”, que traz uma ramificação de interpretações.

A compreensão do conceito de qualidade ambiental precede a necessidade de caminhar por trechos que materializam o atual paradigma da relação sociedade e natureza.

Para abordá-la, é necessário responder à pergunta: Afinal, o que é o ambiente? Esta pergunta é, na verdade, um motor que impulsiona uma discussão, envolvendo conceitos, temas e categorias importantes para a ciência geográfica e que pode transcender e incentivar um leque de outras perguntas, envolvendo conceitos como “meio ambiente”, “socioambiental”, “problemática ambiental”, “ambiente sustentável”, dentre outros.

O ambiente como se conhece hoje é produto da sociedade. Podem-se distinguir ambientes naturais e artificiais, porém dificilmente se encontram paisagens que não sejam modificadas e transformadas pelo homem. E este ambiente reflete a particularidade de uma sociedade que envolve questões de espaço, tempo, técnica e cultura. Assim,

Deux aspects ne peuvent être négligés quand on étudie la relation de l'homme à son cadre de vie: les dimensions culturelle et temporelle. Dans ses échanges continuels avec l'environnement physique et social dans lequel il vit, l'homme agit en fonction de sa culture elle-même issue de ses relations particulières à son cadre de vie, et, en même temps s'inscrit dans une dimension temporelle. (MOSER; WEISS, 2003, p. 15)

As estruturas sociais afetam as estruturas espaciais nas cidades com novos significados e funções de novas temporalidades.

Moser e Weiss (2003, p. 15 e 16), por exemplo, fazem referência à psicologia ambiental, que estuda as inter-relações entre os indivíduos e seus ambientes físicos e sociais, suas dimensões espaciais e temporais, considerando os vários níveis da relação homem e meio ambiente, sendo eles o microambiente (indivíduo, família) um espaço privado; o nível do ambiente do bairro, espaços abertos e/ou públicos (comunidade) espaços semipúblicos com controle compartilhado; o ambiente das cidades (conjunto de indivíduos, de comunidades) espaços públicos; e o ambiente global (sociedade).

De acordo com esses autores, através da escolha de qual nível será utilizado para associar os aspectos físicos e sociais para analisar o paradigma da relação homem e meio ambiente, é possível a associação de características culturais e valores que podem relacionar as necessidades individuais com a forma de apropriação e a organização da sociedade, partindo do indivíduo, do bairro, da cidade e do global.

A paisagem das cidades é formada por ambientes públicos e privados, possuindo uma heterogeneidade social, econômica e, às vezes, até cultural, que refletem na forma como a sociedade se apropria e se organiza no espaço, associado a um contexto temporal.

Para Leff (2006), por exemplo, o ambiente envolve o saber sobre as formas de apropriação do mundo e da natureza através das relações de poder que predominam no conhecimento. O ambiente surge como resultado da relação sociedade e natureza, principalmente com a expansão do sistema capitalista que está atrelado ao desenvolvimento do conhecimento

científico/técnico/tecnológico, ou seja, as diferentes visões de mundo influenciando nas visões de natureza.

A emergência da questão ambiental que surge na década de 1960, juntamente com a epistemologia materialista e o pensamento crítico, neste período, o ambiente torna-se objeto de análise e de reflexão das ciências, e que não há como compreendê-lo sem considerar o desenvolvimento e a articulação das diversas áreas do conhecimento científico que influenciaram na relação da sociedade com a natureza e, obviamente, na construção do atual paradigma.

Para Milton Santos (2008, p. 233), o paradigma da relação sociedade e natureza resultou da artificialização da natureza. Esta, de fato, torna-se cada vez mais acentuada na paisagem urbana que, na maioria dos casos, por uma série de fatores, resultam em ambientes de baixa qualidade ambiental, como exemplo, o inadequado planejamento das cidades. A poluição de rios e córregos, as enchentes, o aumento da temperatura do ar e queda da umidade, o desconforto térmico, a ausência de espaços públicos destinados às áreas verdes, entre outros problemas, são algumas consequências desses fatores.

O paradigma da relação sociedade e natureza tem sua evolução na história, no tempo e no espaço.

Podemos admitir que a história do meio geográfico pode ser grosseiramente dividida em três etapas: o meio natural, o meio técnico, o meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 2008, p. 234).

O meio natural, nesta leitura, é o período em que o homem se utilizava da natureza sem transformações significativas e tudo acompanhava o seu ritmo, mesmo considerando que esse período - antes da invenção e do uso das máquinas - já possuía, de certa forma, uma relação com a natureza, pois de acordo com Santos (2008, p. 235) “a domesticação de plantas e animais aparece como um momento marcante: o homem mudando a Natureza, impondo-lhe leis”. E para ele “isso também se chama técnica”.

O meio técnico teve a influência não apenas da própria técnica, mas também dos elementos culturais. Neste período, com a evolução da técnica, o

homem já não depende mais das “leis da natureza”. A natureza passa a ser cada vez mais artificial e apropriada pela sociedade.

A poluição e outras ofensas ambientais ainda não tinham esse nome, mas já são largamente notadas – e causticadas – no século XIX, nas grandes cidades inglesas e continentais. E a própria chegada ao campo das estradas de ferro suscita protesto. A reação antimquinista, protagonizada pelos diversos ludismos, antecipa a batalha atual dos ambientalistas. Esse era, então, o combate social contra os miasmas urbanos. (SANTOS, 2008, p. 235)

Está claro que os acontecimentos não possuem datas fixas e as mudanças não são abruptas, porém a evolução da técnica e do conhecimento científico sempre influenciou as visões de mundo e de natureza.

Neste contexto, para Santos (2008, p. 238), o meio técnico-científico-informacional teve início após a segunda guerra mundial e “sua afirmação, incluindo os países de terceiro mundo, vai realmente dar-se nos anos 70”.

A união da técnica e da ciência embutida na lógica do mercado global favorece, de acordo com Santos (2008), uma nova interpretação para a questão ecológica, pois as transformações na natureza e os seus impactos obedecem a essa lógica.

Com a lógica do mercado global, inicia-se um período em que a informação passa a ser um objeto, uma mercadoria muito importante, o que vem a ser, assim, o meio técnico-científico-informacional. De acordo com Santos (2008, p. 239),

Podemos falar de uma cientificação e de uma tecnificação da paisagem. Por outro lado, a informação não apenas está presente nas coisas, nos objetos técnicos, que formam o espaço, como ela é necessária à ação realizada sobre essas coisas. A informação é o vetor fundamental do processo social e os territórios são, desse modo, equipados para facilitar a sua circulação.

Diante do exposto, concordamos com o autor quando afirma que “o meio técnico-científico-informacional é a cara geográfica da globalização”, e esta lógica influencia também a capacidade da sociedade em acompanhar o movimento da natureza, como por exemplo, o uso de geotecnologias. O

sensoriamento remoto, que é utilizado para compreensão e apreensão dos fenômenos que ocorrem na superfície da terra, “permite apreciar, de modo ritmado, a evolução das situações e, em muitos casos, até mesmo imaginar a sucessão dos eventos em períodos futuros” (SANTOS, 2008, p. 242).

Conforme o autor, relacionando as técnicas dentro deste processo, a vulnerabilidade e a crise ambiental podem aumentar com o crescimento econômico local, uma vez que os investimentos públicos, em uma determinada região, poderão beneficiar alguns setores da economia – empresas e/ou pessoas – que, necessariamente, podem não ser locais. Portanto,

essa contradição entre fluxos de investimento públicos e fluxos de mais-valia consagram a possibilidade de ver acrescida a dotação regional de capital constante, ao mesmo tempo em que a sociedade local se descapitaliza. (SANTOS, 2008 p. 253).

Com os avanços tecnológicos e econômicos, vinculados ao desenvolvimento do conhecimento científico, o aumento da concentração das atividades e da população, nas áreas urbanas, por exemplo, fez surgir uma série de problemas ambientais e preocupações com os limites de desenvolvimento e de suporte do ambiente.

Portanto, após os anos de 1960 e 1970 – décadas que marcam, de uma forma geral, as preocupações dos “recursos naturais” serem esgotáveis e do avanço do crescimento da população urbana – surge a necessidade de reflexão e mudanças nos valores e paradigmas capazes de romper com a dicotomia sociedade/natureza. (BERNARDES; FERREIRA, 2005, p. 17)

Neste contexto, a compreensão da relação sociedade e natureza e, obviamente, o conceito de ambiente, passa por um arcabouço ideológico que se articula, ao longo da história, com o desenvolvimento do conhecimento científico. Este processo interfere diretamente nos “olhares” da sociedade para a natureza, ou seja, na inter-relação da sociedade e da natureza, assim como pelo conhecimento do processo de produção do espaço.

Entretanto, a “fragmentação” da natureza e da sociedade passa por mudanças, ao longo da história. Ao analisá-la, verifica-se que os fatores que

impulsionaram esse processo se relacionam com elementos que, de certa forma, são importantes para compreender a organização social e os problemas ambientais.

A dicotomia sociedade/natureza possui bases históricas em diferentes explicações e fatores que se inter-relacionam, tanto com a noção de natureza que foi vinculada à expansão da burguesia, a partir do século XVI, em que ela passa a ser entendida como algo “selvagem”, que seria dominada pelo homem e, ao mesmo tempo em que é vista como um recurso, é, também, um “obstáculo” para a sociedade, como no próprio desenvolvimento científico, incorporando ideologias importantes para a compreensão da natureza “exterior”.

A mudança nesta relação, e como o homem concebe o espaço onde está inserido, possibilitaram uma importante relação do homem com a natureza: “a possibilidade de transformar o cenário natural em um cenário construído, uma paisagem artificial, na qual as condições de sobrevivência são asseguradas pela repetição ativa dos ciclos observados na natureza” (LEITE, 1994, p. 13).

Portanto, ampliaram-se as relações sociais e econômicas e, em consequência, a criação de melhores instrumentos de trabalho que estimulavam a vida do homem, não estando, necessariamente, dependente do ritmo da natureza, ou seja, tendo a possibilidade de buscar outros territórios fora daqueles considerados ideais para a produção.

Com os conhecimentos adquiridos, surgem características dominantes da nova estrutura ambiental, gerando uma constante evolução das técnicas de produção que impulsionaram mudanças na relação da sociedade com a natureza. Com o início da atividade sedentária humana, a noção de espaço produtivo não estava mais ligada ao ritmo da natureza. Isso porque, na Antiguidade, a produção para sua sobrevivência estava vinculada aos fenômenos da natureza.

Nesta relação, está incorporada a compatibilização do desenvolvimento econômico e social, assim como a interdependência entre eles, que determina o

seu caráter relativo. Portanto, a natureza só é recurso, na medida em que a sociedade necessita e depende do conhecimento científico e técnico, para a exploração econômica, resultando num conflito entre a natureza e o crescimento e desenvolvimento das sociedades.

Para Bernardes e Ferreira (2005, p. 20), “nas relações sociedades/natureza, os homens são condicionados por um determinado nível de desenvolvimento das suas forças produtivas e do modo de relação que lhes correspondem”. Portanto, estas relações acompanham o desenvolvimento das relações sociais em meio a suas contradições e, dentro da “constituição da realidade total, a natureza está mediada socialmente, assim como a sociedade está mediada naturalmente”.

Porém, esse conflito envolve a compreensão da natureza “objetiva e exterior” ao homem e pressupõe um ser não-natural, ou seja, fora da natureza. Este elemento, juntamente com a expansão do sistema econômico (capitalismo) influenciou na transformação do valor de uso dos recursos naturais em valor de troca, afirmando assim, as contradições entre o homem vivendo em sociedade e, como consequência, a destruição da natureza. A visão do homem “exterior” à natureza implicou em uma forma de subordiná-lo ao capital.

O padrão de vida impulsionado por esse sistema, a busca incessante em consumir cada vez mais, atribuindo também à materialização da natureza, passa a ser a concepção proeminente dessa relação.

Desse modo, os principais elementos que envolvem e influenciam diretamente a necessidade de qualidade ambiental e de vida nas cidades, associam-se aos processos econômicos, sociais, culturais, políticos e ambientais. Por isso, busca-se compreender a influência do desenvolvimento científico embutida nestes processos.

O desenvolvimento do conhecimento foi acompanhado das práticas desenvolvidas pela sociedade. Conforme Leff (2006, p. 21), A relação estabelecida entre os conhecimentos práticos e teóricos, “acelerou com o advento do capitalismo, com o surgimento da ciência moderna e da

institucionalização da racionalidade econômica”. Isso pode ser confirmado através da articulação entre o conhecimento científico e do desenvolvimento das técnicas/tecnologias.

Os elementos que compõem a natureza ficam cada vez mais rotulados como “recursos” para o processo de produção e desenvolvimento do atual padrão social. Contudo, “a ciência moderna não se constitui como consequência direta da transformação da natureza em objetos de trabalho e da demanda crescente de conhecimentos tecnológicos” (LEFF, 2006 p. 22), mas considera-se importante relacionar as transformações vinculadas à evolução destes conhecimentos.

A compreensão da relação sociedade/natureza, ao longo do desenvolvimento do conhecimento científico, estabelece vínculos com a “luta teórica e política no campo do conhecimento para vencer os efeitos do encobrimento ideológico” (LEFF, 2006, p.22) que interferem diretamente nas visões de mundo e de natureza da sociedade.

O encobrimento ideológico interfere diretamente no desenvolvimento do conhecimento científico e essas diferenças entre os “ideais” impulsionaram o surgimento de uma divisão entre as ciências, de um lado, as fundadas na lógica matemática e, de outro, as ciências empíricas.

Essas divisões influenciaram na forma como a natureza é compreendida e como os elementos que a compõem foram e são incorporados nos processos produtivos, ou seja, a natureza exterior à sociedade sendo apropriada e transformada, gerando consequências nos processos vinculados à própria dinâmica da produção social.

Mas, para abordar o desenvolvimento do conhecimento científico, ressalta-se que “as ciências não são as diferentes visões subjetivas da realidade” (LEFF, 2006 p. 26), ou seja, a realidade é compreendida sob pontos-de-vista e sentidos diferentes em cada ciência, isso porque o conhecimento científico é o processo de produção dos conceitos – da concretude do pensamento – que permite a apreensão cognoscitiva do real. É o objeto das ciências o que, em seu

objeto de conhecimento, recorta a realidade de diferentes perspectivas [...] (LEFF, 2006 p. 27).

Essa destruição é sinônimo da chamada problemática ambiental, transformando espaços naturais rapidamente em locais que evidenciam esses problemas, como nos espaços urbanos onde se concentram grande parte da população mundial, na sua maioria, em ambientes com baixa qualidade ambiental.

A integração entre áreas do conhecimento científico para a compreensão do todo, da realidade, do ambiente, não é uma necessidade apenas prática e relacionada a um método interdisciplinar, surge como uma forma de promover intercâmbios teóricos entre as ciências.

A questão ambiental impulsionou o surgimento de novos campos do conhecimento e a articulação entre algumas disciplinas, assim como a construção de objetos interdisciplinares de conhecimento. O ecossistema, que é o objeto da ecologia, segue para análises que extrapolam o conhecimento desta ciência, por exemplo, ao inserir as preocupações das discussões sobre o ecossistema urbano.

A dinâmica dos processos que envolvem o ecossistema urbano, implica na análise de certos processos sociais, históricos, culturais, juntamente com as particularidades naturais que compõem este ecossistema.

Dentro da perspectiva de compreensão das relações nas paisagens urbanas, surge a necessidade de articular teorias e conceitos de áreas distintas do conhecimento, mesmo que com diferentes formas e níveis de articulação. Como dito, a paisagem urbana, enquanto categoria de análise das relações sociedade e natureza, pode ser compreendida como ecossistema urbano que, de acordo com MOTA (1999), possui necessidades biológicas, mas também culturais, econômicas, sociais e considera que recebe, libera ou produz fluxos de energias.

1.2 Qualidade ambiental

A qualidade ambiental envolve muitas questões, como a complexidade dos elementos culturais, sociais, econômicos, políticos, ambientais e, às vezes, implica em choques conceituais e nos métodos de análises, associando muitas áreas do conhecimento.

Mas, antes de adentrar nessa discussão, que envolve a importância dos procedimentos de análise da qualidade ambiental em paisagens urbanas, é necessário compreender o que realmente é o conceito da qualidade ambiental.

Considerando que “qualidade” significa “propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas”¹⁵, pode-se dizer que a qualidade ambiental se refere ao padrão a ser estabelecido e/ou alcançado de satisfação ambiental. Considerada então, como um fator que pode indicar o grau de comprometimento ambiental, referindo-se à associação dos fatores ecológicos e socioeconômicos.

De acordo com Perloff (1973, p. 09), o interesse sobre a qualidade ambiental surge, em grande parte, da influência de outros temas, como a preocupação da qualidade do ar, da água, das áreas verdes, e claro, não podendo negar a preocupação com o desenvolvimento das “comunidades urbanas” e, por fim, sobre a qualidade de vida dos habitantes da cidade.

Este autor chama atenção para:

Nuestra capacidad para tratar eficazmente los problemas tremendamente complejos del medio urbano – problemas que se hacen más complejos cada año que pasa – se verá con toda seguridad muy ampliada si podemos aguzar nuestros conceptos, clarificar la naturaleza e los problemas, perfeccionar nuestros instrumentos de medida (incluyendo la medida de las soluciones alternativas propuestas), e idear nuevos arreglos institucionales para hacer frente a las nuevas situaciones (PERLOFF, p. 09, 1973).

A visão sobre qualidade ambiental urbana desta pesquisa coincide com parte da visão de Perloff (1973, p. 10-11) que já deixa claro que, para compreender o conceito, é necessário conhecer e ampliar o significado de

¹⁵ Significado do Dicionário Aurélio, 6ª ed., 2006.

recursos naturais, para o que chama de “novos recursos de uma era urbana”, em que os elementos naturais não podem ser abordados isoladamente nos ambientes urbanos por sua complexidade e artificialização da natureza.

Outra consideração levada em conta pelo autor, para compreender o conceito de qualidade ambiental urbana, é compreender o meio ambiente urbano enquanto sistema aberto.

Sendo a qualidade ambiental o padrão de satisfação ambiental que envolve elementos naturais (meio físico e biológico) e antrópico (economia, cultura, relações sociais), deve-se conhecer e estabelecer qual padrão está sendo almejado.

Esse padrão é atribuído ao ambiente através de indicadores, associa elementos importantes para a qualidade de vida da população e refere-se, também, ao ambiente, visto que é crescente a preocupação por uma melhora da qualidade do ambiente dentro das preocupações que envolvem a problemática ambiental.

Machado (1997) indica que a qualidade ambiental é de difícil definição e está intimamente relacionada à qualidade de vida, pois deve existir uma interação e um equilíbrio entre o meio ambiente e as atividades que envolvem a vida do ser humano e este muda de escala, tempo e lugar.

Diante da tentativa de deixar evidente o que se considera e se propõe sobre qualidade ambiental, associa-se, também, a preocupação de estabelecer uma definição, pois dependem de posições filosóficas, ideológicas e políticas. E, por isso, considera-se importante a consideração de Machado (1997, p. 17) em que

A definição de qualidade ambiental está impregnada de todas as controvérsias inerentes à qualidade, daí os autores, quando tratam de qualidade ambiental se preocuparem muito mais com as condições da qualidade do meio ambiente e de vida, do que se prenderem às definições.

Fica evidente, em todos os segmentos, o reconhecimento da importância de uma boa qualidade ambiental para o ser humano relacionar-se e viver em

sociedade, articulado com os padrões de vida e de consumo que incluem os processos econômicos. Mas, seria superficial, diante da tentativa de compreender as relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza, influenciadas pelas ideologias do conhecimento científico, não considerar a importância da conceituação e não elencar os principais fatores que envolvem o tema.

Os principais fatores ligados ao tema da qualidade ambiental podem ser identificados através de questionamentos que devem ser solucionados para estabelecer critérios nas análises da qualidade do ambiente, no caso urbano, como “qual o padrão de qualidade a ser usado para determinar essa boa qualidade; qual seria o seu mínimo; quais os critérios a serem empregados para determinar os parâmetros de qualidade ambiental?” (MACHADO, 1997, p. 17).

Essas são algumas questões que envolvem a preocupação embutida em toda a construção teórica exposta aqui e nos objetivos da discussão sobre a análise de indicadores ambientais. Através de técnicas de geoprocessamento, há que estabelecer critérios para os indicadores quantitativos e qualitativos para a construção de procedimentos metodológicos capazes de compreender a qualidade ambiental em paisagens urbanas distintas.

Entretanto, consideram-se importantes, também, as reflexões sobre os elementos e fatores que favorecem a baixa qualidade dos ambientes urbanos, associando às preocupações com fatores que podem ser citados para contribuir com a sua melhoria.

A qualidade ambiental requer uma análise não apenas sobre os principais fatores de degradação e indicadores ambientais, mas também, de compreender a concepção de ambiente urbano para então, abordar a paisagem urbana enquanto categoria de análise da qualidade ambiental.

1.3 Ambiente urbano e degradação ambiental

As consequências da degradação ambiental são mais intensas nas cidades, como resultado de uma tendência acelerada do aumento da população urbana. As cidades provocam modificações profundas e os problemas aumentam quando não se possui a preocupação de planejar os espaços urbanos com um “olhar” para o ambiente como um todo, ou seja, considerando-se os aspectos sociais, econômicos e também ambientais.

Observar as cidades a partir dos problemas ambientais e através das interações entre a sociedade e a natureza, é compreender que o ambiente urbano precisa ser analisado sobre o ponto de vista sistêmico. (FIGURA 3)

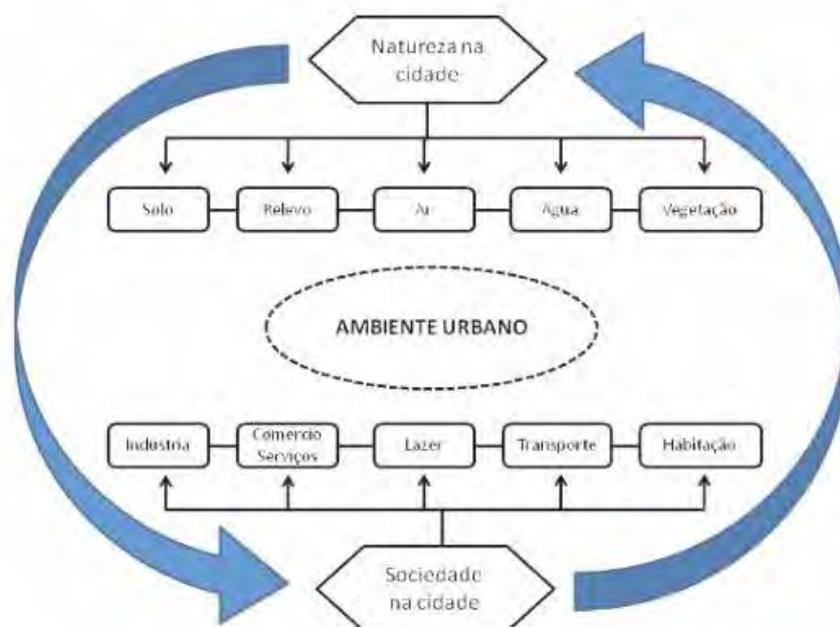


Figura 3 – Esquema Ambiente Urbano. Fonte: MENDONÇA, 2004. Adaptação e Organização: LIMA,V., 2010.

Diante das alterações na dinâmica natural dos elementos físicos, através das atividades da sociedade, no contexto urbano, este processo é acelerado, ou seja, a dinâmica do relevo, do clima, da água, da vegetação, e dos solos se modifica.

Todo um complexo fluxo de matéria e energia, de origem natural e/ou produto da ação humana, interage permanentemente no contexto urbano e dinamiza as formas com que se manifestam os elementos da natureza e da

sociedade na cidade, formando a materialidade urbana.
(MENDONÇA, 2004, p. 199)

As cidades podem ser consideradas, em uma dimensão geográfica, a expressão material da dinâmica social, econômica, política e cultural que se institui no âmbito de uma formação social. Suas necessidades podem ser definidas como todos os materiais, serviços e comodidades indispensáveis para assistir seus habitantes em casa, no trabalho e na recreação. O resultado da organização da sociedade que transforma o espaço natural, ou seja, a paisagem urbana deve ser compreendida e analisada considerando os processos da natureza.

No ambiente urbano, de acordo com o ponto de vista sistêmico demonstrado na Figura 3, deve ser considerado, no planejamento, a influência dos fatores naturais, como o relevo, o clima, o solo, a vegetação, os cursos d'águas, pois quando estes espaços não são projetados para serem adequados a esses fatores, podem interferir na qualidade ambiental das cidades.

Na tentativa de compreender a dinâmica dessas relações, Mendonça (2004, p. 201 e 202) sugere o Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.) com base nos estudos do Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976) e do Sistema Ecológico Urbano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/Oficina de Serviços para Projetos das Nações Unidas (1990) ¹⁶, considerando este sistema complexo e aberto, ou seja, pode receber, produzir e liberar energias e resíduos..

Este S.A.U. subdivide-se em três níveis, “que são ao mesmo tempo o input e os atributos do sistema, podendo dividir-se numa considerável quantidade de subsistemas ou instâncias daqueles.”

O S.A.U. é composto pelo “Input que são os fluxos de matéria e energia”, tanto de ordem natural quanto social, pelos “Atributos” que são as dinâmicas da natureza e da sociedade, “Output” que são os problemas socioambientais

¹⁶ De acordo com MENDONÇA (2004, p. 2001), o PNUD/UNOPS “divulgou em 1990 um guia de gestão de ambientes urbanos para a América Latina, reunindo concepções teóricas acerca da cidade a partir da perspectiva ambiental e que culmina com a apresentação de sugestões à gestão ambiental urbana”.

urbanos e “Aplicações” referente ao planejamento e gestão. (MENDONÇA, 2004, p. 202 e 203).

Na Figura 4, exemplifica-se a proposta de Mendonça (2004) do Sistema Ambiental Urbano, em que é constituído pelo subsistema Natural (relevo, ar, água, vegetação e solo) e subsistema Construído (habitação, indústria, comércio e serviços, transporte e lazer) ambos pertencentes à categoria Input (entrada) do sistema em que possuem uma inter-relação.

O subsistema social é o responsável pela dinâmica do sistema, a partir das ações humanas, que resultam no subsistema Atributos (cultura, economia, política, educação, tecnologia) e a interação desses três subsistemas resulta nos problemas socioambientais, categoria output (saída) que, de acordo com o autor, devem ser analisados e trabalhados pelo planejamento e gestão, no subsistema Aplicação.

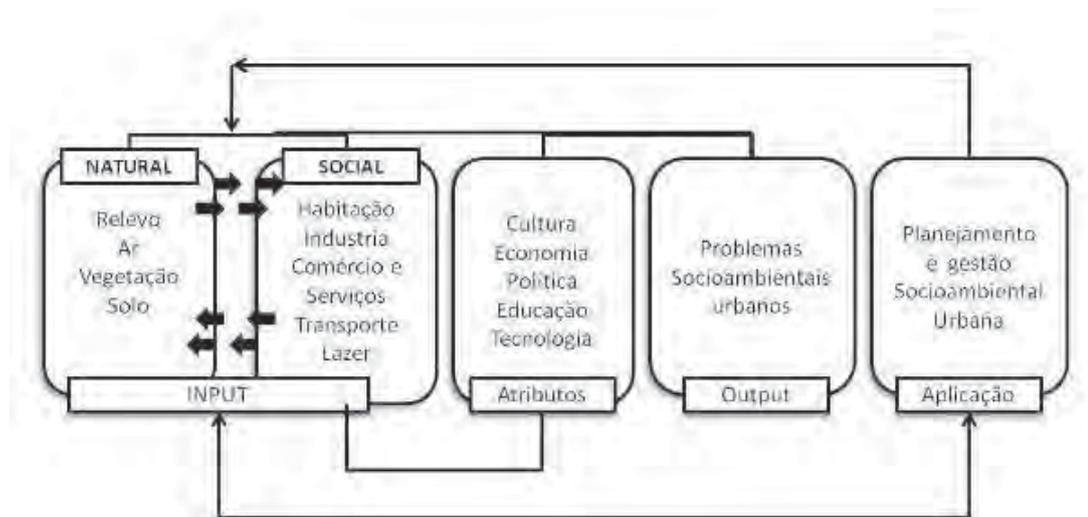


Figura 4 – Sistema Ambiental Urbano. Fonte: MENDONÇA, F. 2004 p. 201. Org. LIMA, V., 2010

Os problemas socioambientais neste S.A.U., proposto por Mendonça (2004), ou seja, output do sistema (saída) possui uma relação com a produção e liberação de fluxos de energias e resíduos, assim como os impactos causados na dinâmica do ambiente urbano, fatores que interferem na qualidade ambiental desses espaços e a aplicação pode relacionar-se com as análises da situação da

qualidade do ambiente urbano para que sirvam de instrumento para elaboração de medidas e melhores políticas que diminuam os impactos provocados dentro desse sistema (S.A.U.).

A baixa qualidade ambiental, provocada pelos problemas socioambientais, é resultado da interação sociedade e natureza que se materializa na cidade, que se diferem entre si, de tamanho, forma, organização, representação econômica e social, etc., assim como os problemas que as caracterizam.

Também na perspectiva de compreensão da cidade, enquanto um sistema aberto, Mota (1999, p. 28), ressalta que pode ser entendido como um ecossistema urbano, que possui necessidades biológicas, essenciais à sobrevivência da população, e requisitos culturais, e para entendê-la como tal, deve-se considerar que ela recebe, libera ou produz elementos e ruídos, ou seja:

[...] considerando como um ecossistema, por analogia com os sistemas ecológicos naturais, o sistema urbano é incompleto, o fluxo de energia e matéria, característico de todo ecossistema e que mantém a sua autonomia, ou o seu automatismo, por comparação com os sistemas cibernéticos, que leva o ecólogo Rámom Margaleff a considerar a natureza como um canal de informação - é, no sistema urbano, parcial e unidirecional, uma vez que a cidade é apenas um local de consumo, estando os centros produtores situados fora do seu território. Além disso, os elementos que vêm das áreas produtoras não têm retorno, acumulando-se nestas, na forma de poluentes, excesso de energia, geração de entropia. Do ponto de vista termodinâmico, a cidade é um sistema em permanente desequilíbrio. (MOTA, 1999 p. 30).

A cidade recebe, libera ou produz elementos e, portanto, não seria um sistema que apenas consome. No ecossistema urbano, questionam-se as capacidades de suporte, em função da capacidade de carga importada e da degradação exportada. Concordando então com Leff (2001 p. 293), esta análise leva "a entender o ambiente da cidade não só o seu entorno regional imediato, mas o ecossistema global planetário".

Alguns dos problemas ambientais que ocorrem nas cidades podem ser identificados a partir da diminuição da cobertura vegetal, como condição para a

densidade construtiva que caracteriza a cidade, interferência no relevo para abertura de estradas e loteamentos, interferência nos cursos d'água, já que a maioria das cidades não se molda de acordo com os elementos naturais encontrados na paisagem. A reinvenção da vegetação, sob forma de paisagismo, muitas vezes considera o embelezamento desses espaços e não a qualidade. Essas têm sido formas de se ver como a produção da cidade se relaciona com as dinâmicas e processos constitutivos da natureza. Assim, problemas urbanos como os da erosão, assoreamento de cursos d'água, constituição de ilhas de calor, falta de áreas verdes, poluição sonora, do ar, da água, e o uso de áreas para deposição de lixo são problemas decorrentes da falta de conscientização de parte da população e inadequado planejamento, ou mesmo a sua falta. (FIGURA 5)



Figura 5 - Fluxos de energias recebidos e liberados pelo ambiente urbano e alguns impactos gerados. Organização: LIMA, V., 2010

A cidade, na forma de organização e apropriação espacial, dentro da dimensão da sociedade capitalista, converteu-se em lugar que “aglomera a produção, consumo, população e degrada a energia” (Leff, 2001 p. 287). Todo o processo de constituição do urbano e das cidades gera fluxos de energias e resíduos, modificando assim a dinâmica natural dos elementos físicos e

saturando, na maioria das vezes, o meio ambiente com desestruturação ecológica, poluição do ar, das águas, transformação do natural em artificial, entre outros.

Com a intensificação do processo de urbanização, a partir da segunda metade do século XX, e a apropriação e uso do solo, aumentaram os problemas relacionados às questões ambientais. Nem sempre o crescimento das cidades é acompanhado das redes de infraestruturas e dos mínimos cuidados referentes ao meio natural em que os assentamentos urbanos estão sendo fixados e/ou expandidos. Geralmente se encontram em locais inadequados para moradia, com riscos de enchentes, deslizamentos e muitos com a falta de infraestrutura básica, até mesmo aqueles nos quais, segundo a visão “natural” do ambiente, são favoráveis para o assentamento urbano.

Os espaços urbanos, quase sempre se tornam ambientes de baixa qualidade, marcados pelo consumo desenfreado, pelo desperdício, e principalmente pelo inadequado planejamento que pode amenizar ou evitar parte desses problemas.

Conforme Leff (2001, p. 287), a urbanização, que acompanhou a globalização da economia, assim como a acumulação do capital, expressa-se como a forma mais clara de “contra-senso da ideologia do progresso”.

Isso porque a cidade se transformou, de certa forma, em “sede do capital”, centralizando os poderes políticos e econômicos, resultando, assim, no esgotamento dos “recursos naturais” de seu entorno. “A urbanização se deu como processo de artificialização da vida humana. Exaltou-se a urbanização como modelo de civilidade, denegrindo os estilos de vida rural como formas pré-modernas e inferiores de existências” (LEFF, 2001 p. 288).

Tanto o padrão de vida, como as condições econômicas, inseridas no processo de desenvolvimento das cidades, acabam determinando a valorização do solo urbano, fazendo com que este seja reflexo das contradições da apropriação destes espaços e da forma de organização da sociedade.

A cidade é lugar de concentração da produção industrial e de descarga do consumo doméstico; de contaminação pelas funções de transporte e de externalização de custos ecológicos para seu entorno rural para abastecer necessidades crescentes de água, alimento e energia (LEFF, 2001 p. 289).

Mesmo que nem todas as cidades possuam concentrações industriais como cita Leff (2001), estas possuem um acúmulo de diversas atividades e de serviços que influenciam diretamente no ambiente e, principalmente porque nestas paisagens não se incorpora a concepção ambiental de considerar fatores importantes inseridos no seu processo de desenvolvimento no planejamento como relevo, vegetação, cursos d'água, entre outros.

Além da aglomeração e dos problemas gerados por todo processo de desenvolvimento econômico e social das cidades, o agravante nestes espaços também se refere à ineficácia de serviços públicos e à falta e/ou inadequação dos equipamentos básicos, que de acordo com Leff (2001, p. 289) “subvalorizam o ambiente e a qualidade de vida da população.

Para Mendonça (2004, p. 187), diante da degradação ambiental, é importante resgatar a discussão sobre o meio ambiente, com sua complexidade adquirida nas últimas décadas, incorporada pela sociedade, além da “clássica base naturalista”. Esse debate faz parte das análises e especificidades da sociedade e da natureza, transferindo essas preocupações para a perspectiva socioambiental.

Os problemas e questões enfocados na perspectiva ambiental são, sobretudo, de ordem social, dado que a noção de problema é uma abstração exclusivamente humana, o que reforça a idéia de que não existe problema na e para a Natureza; quando colocados, não passam de leituras possíveis do homem sobre a Natureza, da maneira humana de compreendê-los, de uma certa humanização dela (MENDONÇA, 2004 p. 188).

De acordo com o autor, os problemas relativos à cidade, ao processo de urbanização, ou seja, ao ambiente urbano, tornam difícil compreender a natureza “natural” na cidade, assim como conceber que um determinado ambiente urbano pudesse “apresentar boas condições de vida, destituído de elementos naturais, na sua formação” (MENDONÇA, 2004, p.189).

Essa dificuldade expressada por Mendonça (2004) é justamente porque os problemas ambientais decorrem da ordem social, do esgotamento ou extinção das bases naturais para a vida humana. Através das alterações na dinâmica dos processos naturais pelas atividades humanas, os “problemas” afetam direta ou indiretamente o ser humano.

Além desses elementos, incluem-se na decorrência dos problemas ambientais, por uma ordem social, as desigualdades e contradições que existem dentro da sociedade, vinculadas ao processo do sistema econômico. O impacto decorrente da alteração na dinâmica dos processos naturais, de uma forma geral, atinge cada região, de diferentes formas e intensidades e, também, é absorvida em níveis diferentes, pois estão justamente relacionadas, por exemplo, ao padrão de infraestrutura, à localização das moradias.

Os padrões social, econômico e político de uma sociedade, podem indicar a extensão em que o meio natural será utilizado. Neste contexto, está incorporada a compatibilização do desenvolvimento da economia humana, com as restrições impostas pelos recursos da natureza. Esses recursos relacionam-se com os processos econômicos e sociais, e a interdependência entre eles determina o seu caráter relativo, e a natureza só é recurso, na medida em que o homem necessita e depende do nível de técnica alcançado para a sua exploração econômica, resultando num conflito entre os “limites” da natureza e o crescimento e desenvolvimento das sociedades.

Essas relações e contradições fazem parte da paisagem urbana. A paisagem pode ser definida como uma unidade visível e invisível, caracterizada por fatores de ordem natural, social e cultural, contendo espaços e tempos distintos.

1.3.1 Forma urbana e ambiente

Como a paisagem urbana é complexa é necessário utilizar diferentes leituras e informações para explicá-la. A forma é a estrutura e organização da paisagem urbana.

Conforme Lamas (2004, p. 41), “a forma de um objeto refere-se à sua aparência ou configuração exterior”. Essa aparência, ou configuração, depende da leitura, da visão e concepções do que se compreende da forma da paisagem urbana.

Neste sentido, forma urbana corresponde ao meio urbano enquanto arquitetura, ou seja, como se organizam e se articulam os elementos que o compõe.

Abordar e analisar a qualidade ambiental requer um conhecimento de vários segmentos da paisagem urbana, pois não se podem ignorar os conceitos e elementos relacionados à forma urbana, já que esta, mesmo numa visão arquitetônica, fornece elementos importantes para as análises, como por exemplo, o conforto térmico, as diferenças entre os materiais constituintes que o influenciam, a organização das ruas, quadras, bairros, dentre outros.

Neste contexto, alguns conceitos relacionados a essa visão são considerados para auxiliar na construção teórica e prática da pesquisa, como morfologia urbana e forma urbana.

A morfologia que significa *morphê* (grego)=figura+*logia*=estudo, ou seja, estudo das formas. Sendo assim, explica a cidade como fenômeno físico e construído se utiliza de dados econômicos, geográficos, históricos arquitetônicos etc., responsável então, para estudar a forma urbana.

A paisagem urbana é formada por elementos físicos e artificiais. Os elementos físicos estão relacionados ao sítio e o artificial às formas.

A forma urbana é definida por três elementos físicos essenciais: edifícios e seus espaços abertos correlatos, lotes urbanos e ruas. Pode ser entendida em diferentes níveis de resolução. Em geral, quatro são reconhecidos, correspondendo ao edifício e seu lote, o quarteirão, a cidade e a região.

A forma urbana somente pode ser compreendida historicamente, desde que os elementos dos quais é composta tenham passado por contínua transformação e mudança. Conforme Lamas (2004, p. 44) a forma urbana é

Aspecto da realidade, ou modo como se organiza os elementos morfológicos que constituem e definem o espaço urbano, relativamente à materialização dos aspectos de organização funcional e quantitativa e dos aspectos qualitativos e figurativos. A forma, sendo objeto final de toda a concepção, está em conexão com o desenho, quer dizer, com as linhas, espaços, volumes, geometrias, planos e cores, a fim de definir um modo de utilização e de comunicação figurativa que constitui a arquitetura da cidade.

Neste contexto, sítio urbano (forma natural) seria o espaço físico onde se assenta a cidade. Esses espaços, obviamente, não são iguais e, conseqüentemente, de acordo com as potencialidades do meio, surgem sob formas urbanas.

O artificial, a forma, possui algumas características que devem ser levadas em consideração, como os aspectos quantitativos, de organização funcional, os qualitativos e os figurativos.

Segundo Lamas (2004, p. 44), os aspectos quantitativos são todos os quantificáveis da paisagem urbana, referem-se a uma organização quantitativa, como a densidade, que são fluxos utilizados para controlar os aspectos físicos da cidade. Ainda conforme o autor, os aspectos de organização funcional relacionam-se com as atividades humanas, no uso de uma área específica, por exemplo, com função residencial ou comercial, etc. Já, os figurativos relacionam-se com a comunicação estética, que é diferente dos aspectos qualitativos, mas que possuem uma grande importância para a forma urbana. Finalmente, os aspectos qualitativos referem-se ao tratamento dos espaços, ao seu conforto e comodidade. Neste aspecto, que depende de todos os outros, é que aparece a relação com a qualidade ambiental. Lamas (2004, p. 44) chama a atenção para a insonorização, o isolamento térmico, e a insolação, entre outros, que dependem do tipo e estado de pavimentos e adaptação ao clima local.

Ressalta, ainda, que é necessário diferenciar os aspectos qualitativos dos estéticos da forma urbana, mesmo que tenham uma sobreposição. Diante disso, considera-se que “os aspectos qualitativos não são necessariamente estéticos: um ambiente com um alto grau estético não implica necessariamente uma boa comodidade” (LAMAS, 2004, p. 46).

Essa diferença pode ser percebida ao analisar as formas urbanas do passado em que se pretendia e buscava muito mais o estético do que a qualidade dos espaços, já que ainda não havia preocupações sanitárias e relacionadas à qualidade ambiental das cidades.

Contudo, atualmente alguns espaços podem possuir os aspectos qualitativos, como espaços destinados às áreas verdes, bem cuidados e limpos, mas que não apresentam grande interesse estético.

Nesta perspectiva, concordando com Lamas (2004, p. 46), pergunta-se até que ponto se pode falar em qualidade e conforto, sem relacioná-los aos aspectos estéticos e vice-versa?

Considera-se que o mais importante é o conforto e a qualidade dos ambientes, porém, esse conforto e essa qualidade estão associados, mesmo que indiretamente, com os aspectos estéticos. A harmonia de uma rua, de um bairro e seus atributos estéticos fazem parte dessa qualidade e conforto, porém um ambiente não pode ser apenas interessante do ponto de vista estético e mascarar suas fragilidades e problemas.

Exemplo disso seria uma bela praça, em um bairro com uma alta densidade de vegetação, espaços limpos, padrão construtivo das residências que permitissem um conforto térmico, grande quantidade de áreas permeáveis, porém, que esse mesmo bairro estivesse escondendo problemas, com a destinação inadequada do esgoto, por não possuir sistema próprio de coleta.

Para compreender a forma urbana é necessário saber, primeiramente, que ela é formada por elementos morfológicos que devem ser considerados de acordo com a escala de análise e da concepção do espaço urbano.

A forma urbana também está diretamente relacionada ao contexto, que pode incluir os critérios funcionais (econômicos, tecnológicos, administrativos, etc.) e os de natureza estética (arquitetônicos). O contexto são elementos ou situações, que podem ser históricos, que influenciaram a forma urbana.

Por exemplo, as cidades que surgiram a partir das atividades ligadas ao escoamento de produção de café, pela linha férrea, no oeste paulista. Vários núcleos urbanos surgiram pela necessidade da concentração de mão de obra e de uma infraestrutura mínima para dar apoio a esse processo. Este foi um contexto que influenciou na formação e economia de muitos núcleos urbanos, no século XIX.

Conforme Lamas (2004, p. 48), a forma urbana “é a materialização no espaço da resposta a um contexto preciso”. Salienta ainda que “o desenho da cidade teve de equacionar o contexto a que deveria responder, e através da arquitetura”.

Essa concepção de Lamas (2004) pode ser relacionada com as questões que envolvem esta pesquisa, no sentido da influência das diferentes formas de apropriação e organização das paisagens urbanas terem uma relação direta com a qualidade ambiental.

Neste sentido, a análise do contexto que influenciou a forma urbana pode trazer muitas respostas para a análise da paisagem urbana e de sua qualidade ambiental.

Mesmo que as paisagens urbanas tenham passado por contextos diferentes, seus elementos morfológicos são os mesmos, ou seja, as ruas, as praças, edifícios, entre outros. A diferença está na sua estruturação, posicionamento e organização e a forma como se articulam, entre si, na paisagem urbana.

Para Lamas (2004, p. 48), essas diferenças são ditadas principalmente pelas atitudes culturais, mas considera-se que as questões econômicas e políticas podem ser relacionadas paralelamente às culturais, no que se refere à influência dessa diferença na organização dos elementos morfológicos da paisagem urbana.

1.4 Qualidade ambiental nas paisagens urbanas

A paisagem urbana engloba problemas complexos, podendo ser compreendida como reflexo da cultura eternalizada, seja de forma arquitetônica, nas construções, como na própria visão e relação da sociedade com o espaço, que resulta de fatores econômicos, sociais, políticos e ambientais. Leff (2001, p. 290) aponta que, mesmo que as cidades sejam destruídas, elas serão reconstruídas onde se “criam e recriam culturas e identidades próprias”, salientando que “a cidade é o lugar onde o ser humano expandiu suas maiores capacidades estéticas”.

Portanto, através dos problemas gerados nas paisagens urbanas é reforçada a necessidade de se considerar a importância da qualidade ambiental, que engloba não só aspectos estruturais e sociais, mas também fatores ambientais, elementos indicados na busca de um ambiente ecologicamente equilibrado.

“a sustentabilidade global obriga a pensar o substrato ecológico onde se assenta a cidade, a encará-la como um processo entrópico; a relacionar a construção do urbano (habitação, transporte, etc.) em função da qualidade do ambiente que ele gera e de seu impacto na degradação do ambiente pelo consumo de recursos; a considerar o fato urbano em sua dimensão territorial como um sistema de assentamentos em relação com seu ordenamento ecológico e com o ambiente global; a conceber o contínuo urbano-regional como uma conjunção de funções produtivas e de consumo, políticas e culturais” (LEFF, 2001 p. 290).

Para Leff (2001), a racionalidade ambiental coloca em dúvida, e em alguns casos, nega a sustentabilidade urbana a partir da relação no processo de urbanização, com base na exploração de recursos e energias. A degradação ambiental gerada com esses elementos, ultrapassa a cidade, seus efeitos e impactos podem extrapolar o local para escalas regionais, ou seja, “a cidade transborda suas externalidades ambientais para seu entorno” (LEFF, 2001 p. 292).

O fato da dificuldade e da ausência de alcançar a tal sustentabilidade urbana, discutida por Leff (2001), inter-relaciona-se com a concretização de

ambientes com baixa qualidade ambiental, e ainda, de acordo com o autor, só pode ser alcançada “dentro de um sistema de assentamentos entrelaçados na trama ecológica de seu suporte territorial, isto é, na produtividade primária dos ecossistemas e não nos processos entrópicos da cidade” (LEFF, 2001 p. 292).

As paisagens urbanas evidenciam a degradação ambiental, em maior ou menor grau, através da utilização dos recursos naturais aliados, a falta de uma preocupação com os elementos físicos que compõem essa paisagem, na própria organização econômica e social desse espaço.

As cidades devolvem para a natureza seus resíduos, como dejetos domésticos e industriais, poluição, seja do ar, da água ou do solo, além dos problemas causados pela constante artificialização da natureza, e deixando vegetação, espaços verdes e áreas permeáveis como elementos secundários na paisagem urbana.

De acordo com Jacobi (2004), a dinâmica da urbanização produziu o ambiente urbano segregado e altamente degradado, com efeitos diretos sobre a qualidade de vida de sua população.

As cidades caracterizam-se por enormes desigualdades na distribuição da renda, tornando geralmente a periferia local com ausência dos serviços urbanos básicos. Aliados a isso, problemas como a insuficiência de rede de esgoto, fazendo com que seja feito o “lançamento de esgotos a céu aberto, conexões clandestinas no sistema de águas pluviais e lançamento direto nos rios”, e a falta de tratamento e disposição inadequada dos resíduos sólidos, têm gerado, na maioria das cidades, sérios problemas ambientais (JACOBI, 2004, p. 172).

A ausência de vegetação e espaços permeáveis nas cidades traz problemas e consequências, não só relacionados à degradação ambiental, como o aumento do volume de águas pluviais, através do escoamento superficial podendo causar enchentes, inundações e desencadear processos erosivos nas áreas com declividade menor ou no entorno urbano. A ausência do verde urbano interfere no micro clima, no conforto térmico e na diminuição da

absorção de partículas em suspensão no ar, considerado um indicador importante para a qualidade ambiental e de vida da população urbana.

Mesmo concordando com a discussão de Leff (2001), em que a sustentabilidade urbana só pode ser concebível quando o processo de organização dos assentamentos são inicialmente entrelaçados na trama ecológica, ou seja, só é possível “redesenhando e ressitando as funções que as cidades cumprem em relação com o entorno global” (LEFF, 2001 p. 203), muitos dos fatores embutidos nessa (re) organização, dificilmente serão mudados a curto e médio prazo.

Seguindo uma tendência cultural e temporal, a maioria das cidades brasileiras formou-se e expandiu-se sem um prévio planejamento ou com um planejamento inadequado e sempre atrelado a variações nos ciclos econômicos. Sendo assim, os espaços urbanos são consequências da organização social, econômica e cultural, com grande diversidade e evidenciando as contradições do sistema capitalista e, portanto, sem a concepção de racionalidade ambiental, interferindo no equilíbrio ecológico dos referidos espaços.

As cidades têm provocado modificações profundas nas paisagens, e esses fatores aumentam quando não se tem uma preocupação de planejar os espaços urbanos com um “olhar” para o ambiente como um todo, ou seja, considerando os aspectos sociais, econômicos e também ambientais.

Tanto o questionamento da sustentabilidade ambiental urbana, como também a importância da qualidade ambiental nas cidades, estabelecem relação com a concepção e análise da cidade como ecossistema, “análise de fluxos de matéria e energia, importação de insumos e exportação de produtos contaminantes” (LEFF, 2001 p. 203).

Portanto, a preocupação sobre a deterioração ambiental, muitas vezes, é mediada pela aceleração das taxas de crescimento econômico, seguida de uma mudança social. Porém, “a deterioração pode se tornar um obstáculo para o desenvolvimento” (SACHS, 2007 p. 33 e 34).

Diante desse fator, é absolutamente impossível escapar das questões ambientais, ao enfrentar os problemas do desenvolvimento, já que “seria insensato insistir no ponto de vista segundo o qual a gestão da qualidade ambiental e o desenvolvimento são antitéticos” (SACHS, 2007 p. 35).

Alguns fatores podem ser associados à influência na queda da qualidade ambiental, nas paisagens urbanas. Jacobi (2004, p. 173 e 174) associa a esses fatores, as seguintes questões:

- 1) Redução de áreas verdes, o que implica na excessiva impermeabilização do solo e na multiplicação de áreas críticas de ocorrências de enchentes, com impactos ambientais, sociais e econômicos sobre toda a estrutura da cidade, perdurando praticamente por todo o ano;
- 2) A falta de medidas práticas mais definidas, de curto prazo e de políticas para controlar a poluição do ar;
- 3) Uma procrastinação séria na rede de transporte público, e em diversos casos de metrô e de outras alternativas mais adequadas para o transporte público, de forma a possibilitar uma redução no uso do automóvel;
- 4) Uma procrastinação séria na expansão das redes de esgotos;
- 5) A contaminação da maioria dos mananciais de água e dos rios dentro das cidades, e o risco que isto significa para a população, principalmente nas áreas de enchentes;
- 6) A exaustão das alternativas convencionais para o despejo de lixo e os problemas resultantes da contaminação das águas subterrâneas e da superfície pelo chorume.

Neste contexto, a análise da qualidade ambiental torna-se importante e depara-se com elementos que podem ser necessários para medidas que venham a ser incorporadas no planejamento, para diminuir os impactos da degradação ambiental, pois o controle e a melhoria da qualidade ambiental, em muitos casos, podem significar custos para as administrações públicas.

As inserções da gestão de qualidade ambiental, nos planos de desenvolvimento, sejam urbanos, regionais, municipais, estaduais ou federais, que teriam objetivos de alcançar uma melhora da qualidade de vida é algo que deve ser visto como essencial, não apenas de forma superficial.

A degradação ambiental causada pelo atual padrão de vida e de consumo da população urbana, transpõe seus reflexos para além do espaço limite da fixação das atividades exercidas pela sociedade. As paisagens urbanas não funcionam como sistema fechado, mas, sim, aberto, recebendo e absorvendo energias e recursos naturais, emitindo e produzindo resíduos que afetam diretamente seus habitantes e podendo degradar o meio ambiente.

Desde o início da organização e apropriação, as cidades alteram o meio natural, não apenas retirando suas características originais (eliminação da vegetação, alteração no relevo e na dinâmica natural dos rios e córregos), mas também na transformação desses ambientes, mudando e interferindo no ecossistema local, onde está inserido, e transpondo seus impactos para outras regiões.

Uma das principais mudanças na formação dos centros urbanos está relacionada à artificialização dessas paisagens que incluem um alto percentual de áreas impermeáveis e a ausência, em muitos casos, de vegetação ou a incorporação em locais inadequados e em pequenas quantidades.

Associada a essa artificialização, segue a produção crescente de resíduos sólidos e líquidos que são lançados no meio ambiente e, em muitos casos, sem um tratamento e disposição adequada.

As cidades são locais onde se concentram: a) os poderes vinculados ao processo de produção e das relações sociais da sociedade, dentro da ótica do sistema econômico capitalista; b) uma diversidade grande de atividades; c) pessoas compartilhando as infraestruturas “necessárias”¹⁷ para a sua funcionalidade e ordenamento; d) disparidades econômicas e sociais que, associadas, geralmente refletem em impactos socioambientais.

Dentre muitos outros problemas sócio-ambientais existentes nas cidades, também devem ser mencionados os serviços públicos insuficientes; a distribuição desigual de equipamentos urbanos e comunitários; falta de áreas verdes; os padrões

¹⁷ Nem sempre as cidades possuem infraestrutura satisfatória ou ideal, assim como é o caso dos equipamentos públicos.

inadequados de uso do solo; e a baixa qualidade técnica das construções. (FERNANDES, 2004 p. 101)

Todos esses problemas, juntamente com vários outros fatores, contribuem para diminuir a qualidade ambiental nas cidades, relacionando-se, em alguns casos, com o inadequado planejamento e a falta de consciência de preservar os elementos naturais que compõem o espaço urbano, o que resulta em alterações que influenciam direta ou indiretamente na qualidade de vida de seus habitantes.

Para Morato (2008, p. 40), a qualidade do ambiente urbano

vem se tornando num dos aspectos mais importantes para a determinação da qualidade de vida da população. Sob o ponto de vista social, o aumento da conscientização de que problemas ambientais podem afetar a saúde da população, associado ao crescimento da urbanização, cria a necessidade de avaliação da qualidade ambiental das áreas urbanas.

A qualidade ambiental nas cidades não interfere apenas na vida e atividades de seus habitantes, pois ao considerar que os impactos ambientais podem alterar e influenciar o ambiente em escala local, e que as cidades estão inseridas em um contexto regional, estadual, nacional, pode-se dizer que os problemas existentes atualmente, relacionados ao ambiente, resultam da soma de vários impactos locais em diferentes segmentos, tanto nas cidades como nas áreas rurais.

A cidade também pode ser considerada, em uma dimensão geográfica, a expressão material da dinâmica social, econômica, política e cultural, que se institui no âmbito de uma formação social.

Suas necessidades podem ser definidas como todos os materiais, serviços e comodidades indispensáveis para assistir seus habitantes em casa, no trabalho e na recreação e como resultado da organização da sociedade, que transforma o espaço natural para adaptar as necessidades de seus habitantes; no entanto, sua interpretação não pode ser separada dos processos da natureza.

Com a intensificação do processo de urbanização, a partir da segunda metade do século XX, a apropriação e uso do solo intensificou os problemas ambientais.

Com isso, os espaços urbanos, quase sempre se tornam ambientes de baixa qualidade, marcados pelo consumo desenfreado, pelo desperdício, e, principalmente, pelo inadequado planejamento que pode amenizar ou evitar parte desses problemas.

O interesse atual pela qualidade do ambiente urbano está relacionado, de um lado, à qualidade dos recursos naturais (do solo, da água, áreas de preservação, etc.) e, do outro, ao interesse pelo desenvolvimento das comunidades urbanas, que influenciam direta ou indiretamente na qualidade de vida da população.

Geralmente, os locais das cidades onde há baixa qualidade ambiental, coincidentemente, associam-se a áreas que concentram população com baixo poder aquisitivo, associado à falta de equipamentos públicos ou inadequada infraestrutura, casas com ocupação irregular ou ilegal. Mas podem ser encontrados, em todo o espaço urbano, locais que, mesmo possuindo outros elementos, ainda influenciam, de uma forma geral, a queda da qualidade ambiental.

Nesta perspectiva, Jacobi (2004, p. 171) indica que “a função normativa de uso e ocupação, na instalação dos processos de urbanização, subordinou-se aos interesses das classes de renda alta e média alta”. Claro que isso é uma generalização, relacionada aos problemas ambientais urbanos que, conciliados a outros fatores, diminuem a qualidade ambiental desses espaços.

Neste contexto, conforme Jacobi (2004) menciona, a (des)organização do espaço urbano, muitas vezes, associada aos interesses das classes mais favorecidas, aliada à falta ou inadequação de planejamento e políticas de ordenamento territorial urbano, condicionam a concentração de uma parcela significativa da população com menor poder aquisitivo em áreas com relevo

mais acidentado, prejudicando a qualidade de vida e do ambiente da população.

Sobre essa menção, o autor explica que

os loteamentos periféricos são territórios irregulares que não atendem aos parâmetros urbanísticos estabelecidos excluídos do acesso aos serviços e investimentos públicos, e as melhorias são conseguidas por intermédios de obras pontuais e corretivas.

Nem sempre essas obras pontuais e corretivas se associam à ocupação inicial dessas áreas, fazendo surgir uma série de consequências aliadas a outros fatores, não só ambientais, mas sociais e econômicos.

De acordo com Sachs (2007, p. 47), a recuperação urbana e medidas de melhoria do meio ambiente urbano deveriam ocupar lugar importante e estratégico nos planos de desenvolvimento. Mesmo que as cidades possuem problemas genéricos, como transporte coletivo, abastecimento de água, os programas que possuem elementos para a gestão da qualidade ambiental “deveriam se concentrar em medidas capazes de proporcionar uma melhora efetiva das condições de vida das populações pobres”.

Todavia, é importante ressaltar que os impactos negativos, por falta de adequada infraestrutura, e dos serviços que envolvem essas obras corretivas, com relação a terrenos irregulares, por exemplo, devem ser associados, também, ao reflexo da ausência de conscientização ambiental e descuido dos próprios moradores, que envolvem aspectos de interesse coletivo e interferem na qualidade de vida da cidade como um todo. A disposição de lixo em terrenos sem construção, em córregos, a ocupação de áreas inadequadas como margens de rios e córregos servem de exemplos para o problema ambiental.

Isso não significa dizer que apenas a população economicamente menos favorecida não possui consciência ambiental e preocupação coletiva com relação aos problemas gerados por suas ações, porém o descuido e a falta de conscientização ambiental, que muitas vezes está embutido num histórico processo cultural, aliados à ocupação de terrenos irregulares, ausência ou

inadequado planejamento podem gerar graves problemas ambientais que resultam na queda de qualidade ambiental e de vida dos moradores.

Sachs (2007, p. 49) argumenta que, “a longo prazo, a gestão da qualidade ambiental deve ser considerada como uma dimensão do planejamento do desenvolvimento”. Analisando alguns fatores, considera-se que a criação de modelos de análise da qualidade ambiental urbana pode ser suplementada por ações corretivas, através da intervenção política, em muitos casos.

O autor sugere três passos imediatos para a avaliação do impacto ambiental dos processos de desenvolvimento:

- a) pesquisa interdisciplinar sobre opções para a redefinição do planejamento do desenvolvimento, de modo a integrar a dimensão ambiental, e sobre as questões metodológicas envolvidas;
- b) avaliação do impacto ambiental dos projetos de desenvolvimento, tendo em vista: - ações corretivas (intensivas em trabalho, sempre que possível, e participativas) - melhora do planejamento e da implementação no nível do projeto;
- c) e avaliação de propostas de recuperação de áreas urbanas (com o mesmo duplo propósito) (SACHS, 2007, p. 49).

O autor relaciona esses passos sugeridos com a criação de Serviços de gestão da Qualidade Ambiental (SGQA), nos países em desenvolvimento, servindo de base para diminuir os problemas ambientais, que muitas vezes são elementos subjetivos na avaliação da qualidade de vida e na escolha de prioridades de ações, e que “os SGQAs devem contar com o planejamento participativo” (SACHS, 2007 p. 50).

Compreendendo a sugestão do autor, esses serviços serviriam de apoio para os órgãos locais, relacionados a uma forma de assistência técnica, assessoria jurídica, entre outros.

Transferindo essa idéia para o contexto da análise da qualidade ambiental, em paisagens urbanas, vista a dificuldade de intervenção nos planos de desenvolvimentos para a criação de possíveis SGQAs, junto aos órgãos públicos, mediante os impactos dos problemas ambientais nas áreas urbanas, resgata-se a discussão sobre a importância da análise da qualidade, nesses

espaços, para que possam servir de referência na criação de medidas capazes de melhorar o ambiente urbano, tanto com relação a aspectos ecológicos quanto econômicos, sociais e, de forma geral, da qualidade de vida da população.

A análise da qualidade ambiental urbana segue da compreensão das relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza, dentro do processo de desenvolvimento, inserido no processo econômico da sociedade capitalista. Para diagnosticar a qualidade ambiental urbana com a intenção de propor melhorias, faz-se necessária a articulação entre conceitos e teorias nas diversas áreas do conhecimento científico, assim como a escolha de indicadores ambientais que melhor representem essa inter-relação.

Além disso, entretanto, faz-se necessária a escolha de técnicas de análise espacial que podem ser utilizadas, incorporando os conceitos na compreensão do estado atual da qualidade ambiental em paisagens urbanas.



CAPÍTULO II

Indicadores Ambientais

2. Conceito de indicador ambiental

De uma forma geral, os indicadores ambientais são parâmetros que podem ter a capacidade de descrever um estado ou situação dos fenômenos que ocorrem no ambiente.

Assim, “quando um parâmetro é entendido como indicador, o seu valor transcende o número ou a característica em si, adquirindo um outro significado”. Isso porque, para um dado ou informação, podem existir várias visões, interpretações, usos e destinações e, por isso, “bons indicadores devem ter a capacidade de gerar modelos que representem as realidades” (SANTOS, 2004, p. 60).

De acordo com Santos (2004, p. 61), os indicadores são fundamentais para as tomadas de decisões no planejamento, pois

são indicativos das mudanças e condições no ambiente e, se bem conduzidos, permitem representar a rede de causalidades presente num determinado meio. Os indicadores são empregados para avaliar e comparar territórios de diferentes dimensões e de diversas complexidades.

Dentro deste contexto, (re)afirma-se a necessidade de analisar os indicadores ambientais que possam ser utilizados para avaliar a qualidade ambiental em paisagens urbanas, assim como o estabelecimento de critérios para elaborar os procedimentos metodológicos para a análise.

A análise da qualidade ambiental depende da escolha de indicadores ambientais que possam representar a paisagem urbana. Pode-se afirmar que os problemas ambientais são cada vez mais fáceis de serem identificados, mas, por outro lado, é cada vez mais difícil a compreensão do conceito da qualidade ambiental e da qualidade de vida, uma vez que estão associados ao estabelecimento de um padrão e da escolha dos indicadores para avaliar.

Sendo assim, indicar a qualidade de um ambiente depende de percepções e valores que são complexos e, por isso, difíceis de chegar a um consenso, entre pesquisadores da mesma área do conhecimento científico e, mais distante ainda, quanto se tratam de áreas distintas.

Para Machado (1997, p. 16), os problemas que envolvem a compreensão e o controle da qualidade ambiental, podem influenciar na determinação de indicadores pré-estabelecidos, porém considerando que a qualidade é inerente à vida humana, exige a análise de valores, ou seja, uma análise qualitativa do contexto, cujo processo deve ser muito bem analisado.

A análise qualitativa baseia-se na inter-relação e na essencial interdependência de todos os fenômenos físicos, biológicos, econômicos, sociais e culturais. O ser humano necessita de muitos fatores para manter uma qualidade de vida satisfatória, entre os quais se destacam as relações sociais, o acesso aos serviços públicos e de saúde, entre outros. Necessita, também, de um ambiente ecologicamente equilibrado que influencie em todos os outros níveis de percepções de melhoria das condições de saúde e de vida.

Neste contexto, “é essa interdependência entre todas as coisas vivas e suas complexas relações com o meio físico que constitui a base científica da política de conservação do meio ambiente” (MACHADO, 1997, p. 16).

Inquestionavelmente para a autora, melhorar o ambiente não deveria significar apenas a correção de aspectos negativos que envolvem os processos da urbanização, mas, sobretudo, um processo de conservação do bem-estar físico e mental do ser humano e, associada a esta visão, a importância de (re) estabelecer a importância da escolha dos indicadores para uma análise da condição atual da paisagem urbana.

Concordando com esse pensamento de Machado (1997), percebe-se que não é suficiente “chegar” a uma classe satisfatória de qualidade ambiental e melhorar o que está sendo representado como negativo, mas

é necessário discutir estratégias para ampliar essa qualidade, na escala vertical, e não apenas na horizontal. Portanto, o que poderia ser feito e quais são os indicadores que ampliam o padrão de qualidade ambiental?

Talvez seja difícil uma resposta a essa questão, considerando que a realidade da maioria das cidades, principalmente as pequenas, está longe de alcançar os padrões ideais de qualidade ambiental.

Entretanto, é necessário ponderar os principais indicadores ambientais para esse tipo de paisagem urbana, que sirvam de base para analisar a qualidade ambiental, considerando tanto os indicadores quantitativos, que podem se relacionar ao controle, quanto os qualitativos, que requerem uma melhor percepção da qualidade ambiental.

2.2 Indicadores ambientais quantitativos e qualitativos: controle e percepção de qualidade ambiental

Os indicadores podem “indicar” qualidades biológicas, físicas, químicas, sociais, econômicas e ambientais e podem ser quantificados, ou seja, são medidas que servem para controlar as condições do ambiente.

Ao discutir os indicadores de qualidade para o ar, a água, o solo, entre outros, percebe-se que muitos já possuem padrões. Estes representam o nível recomendado e aceito de certos elementos, como a poluição do ar, que identificam metas a serem alcançadas.

Entretanto, deve-se considerar que os padrões de qualidade ambiental variam de cidade para cidade, entre cidades de diferentes regiões, até mesmo entre áreas da mesma cidade, logo, que a qualidade ambiental depende de processos que envolvem políticas adotadas em todas as esferas (federal, estadual ou municipal), podendo ser pública ou privada, além das questões culturais.

Os indicadores empregados para traduzir e avaliar a qualidade ambiental das paisagens urbanas são passíveis de críticas, pois nem sempre é possível estabelecer critérios que considerem o ambiente como um todo, que representem as especificidades necessárias das paisagens urbanas para a análise.

Assim, a discussão sobre os indicadores ambientais vai além da preocupação que envolve a sua escolha para utilização, pois agrupa preocupações sobre como a medida ou padrão empregado pode ser compreendido e aceito por outros segmentos para que possa resultar em instrumentos capazes de auxiliar o desenvolvimento de políticas para a melhoria da qualidade do ambiente.

O instrumento necessita de precisão, isto é, que meça o que se quer medir; e de validade, isto é, que ao ser usado se obtenha os mesmos resultados. Assim, o que falta aos quantificadores de qualidade é a característica de permanência de sua medida-padrão, para não permitir a interferência indevida do homem, no sentido de distorcer a escala com a finalidade de falsear ou manipular os resultados (MACHADO, 1997 p. 18).

A preocupação da autora é com relação à fixação de níveis de precisão e de aceitação referentes a esses índices, para se chegar a um padrão de qualidade.

Diante da dificuldade de mensurar a qualidade ambiental, seja pela escolha dos indicadores ou pelos critérios para sua quantificação, os indicadores quantitativos são elementos importantes para a análise, principalmente selecionando aqueles que possuem padrões já incorporados nos órgãos e institutos que cuidam desses elementos, como por exemplo, dados de coleta e tratamento de esgoto, abastecimento de água potável, coleta, disposição e tratamento dos resíduos sólidos, áreas verdes, pavimentação de vias públicas, poluição do ar.

Machado (1997, p. 19) ressalta que os problemas que envolvem a qualidade ambiental,

surgem como decorrência quando da aplicação de soluções tecnológicas, sem considerar as leis que regem os geossistemas, sem estudar o conjunto das variáveis físicas, químicas, biológicas e humanas dos ecossistemas e, principalmente, sem levar em conta como as pessoas percebem e valorizam a qualidade ambiental.

Portanto, a análise de indicadores antecede a necessidade de estabelecer os critérios que serão empregados com o geoprocessamento, visto que é através

dos indicadores que se aproximará da qualidade ambiental ou dela se afastará de acordo com os métodos de quantificação escolhidos.

Muitos indicadores ambientais quantitativos podem se tornar qualitativos, dependendo do objetivo utilizado nas análises. Por isso, a compreensão da qualidade ambiental recai sobre a escolha de quais indicadores devem ser utilizados e quais os critérios para sua quantificação, no sentido de diferenciá-los espacialmente por grau de importância, dando-lhes pesos diferentes.

Entretanto, a utilização de indicadores quantitativos está vinculada à dos qualitativos, pois não seria possível compreender a realidade da paisagem urbana, por exemplo, com padrões pré-estabelecidos apenas aos indicadores quantitativos.

A percepção de qualidade ambiental inclui elementos que podem não ser mensurados pelos indicadores quantitativos e ela se relaciona justamente com o problema da conceituação deste tema, pois influencia diferentes visões sobre a paisagem, escolhas e objetivos que podem estar vinculados com questões políticas, ideológicas, filosóficas, etc.

Mas, os indicadores quantitativos não podem ser desconsiderados na análise da qualidade ambiental, se atendidos os devidos cuidados referentes à coerência, para o estabelecimento de critérios, na sua articulação com os qualitativos.

Diante deste problema que envolve a percepção ambiental – relacionada aos indicadores qualitativos – é de extrema importância que os associem aos quantitativos, que possuem informações e padrões já estabelecidos e, muitas vezes, aceitos por vários segmentos da sociedade.

A percepção sobre o ambiente pode ser individual e relacionada a fatores externos e divergentes, de pessoa para pessoa. Assim acontece com a percepção da qualidade do ambiente: o que é um padrão de qualidade aceito para uma

porcentagem da população e/ou para o meio científico, pode estar distante dos elementos perceptíveis para outros grupos.

De forma geral, a percepção pode estar associada a visões que se processam dentro de padrões culturais, geográficos e históricos. Ela depende dos valores associados ao ambiente e ao padrão de qualidade que se compreendem como ótimo, bom, satisfatório ou inadequado.

No entanto, é importante esclarecer que não foram abordados indicadores de percepção ambiental nesta pesquisa, tendo em vista a grande dificuldade para espacializar tais informações.

2.4 Indicadores ambientais selecionados para avaliar a qualidade ambiental

O levantamento de dados e informações, para avaliar a qualidade ambiental urbana, foi resultado de uma análise de elementos que compõem a paisagem urbana. Para tal, optou-se por uma representação de variáveis agrupadas em classes de análise, com o objetivo de visualizar as especificidades de cada uma para a definição dos indicadores ambientais.

Na Figura 06, apresentam-se as variáveis selecionadas em classes de análise da paisagem urbana, que representam os principais aspectos que compõem a paisagem urbana: os aspectos sociais, econômicos, de infraestrutura, do clima, da vegetação.

As classes de análises foram suportes para relacionar variáveis na definição dos indicadores ambientais. A separação das variáveis, em classes, teve o objetivo de contribuir para a organização das informações e auxiliar na visualização dos processos que envolvem a elaboração dos procedimentos, escolha e critérios.

Claro que é muito difícil a separação de alguns elementos na paisagem urbana, pois uma variável está diretamente relacionada com outras. Entretanto, o levantamento dessas informações, nesta estrutura, fornece subsídios que contribuíram na aplicação dos procedimentos metodológicos de análise espacial, para avaliar a qualidade ambiental urbana.

Algumas variáveis relacionam-se com as de qualidade de vida, importantes para a qualidade ambiental na paisagem urbana. Os indicadores foram selecionados através das informações dessas variáveis, sendo que alguns resultaram da união de mais de uma delas. Alguns dos indicadores de qualidade de vida, como renda, habitação, serviços de saúde, entrelaçam-se com os de qualidade ambiental, fazendo com que estes sejam importantes para o bem-estar social e ambiental (JENSEN, 2009 p. 466).

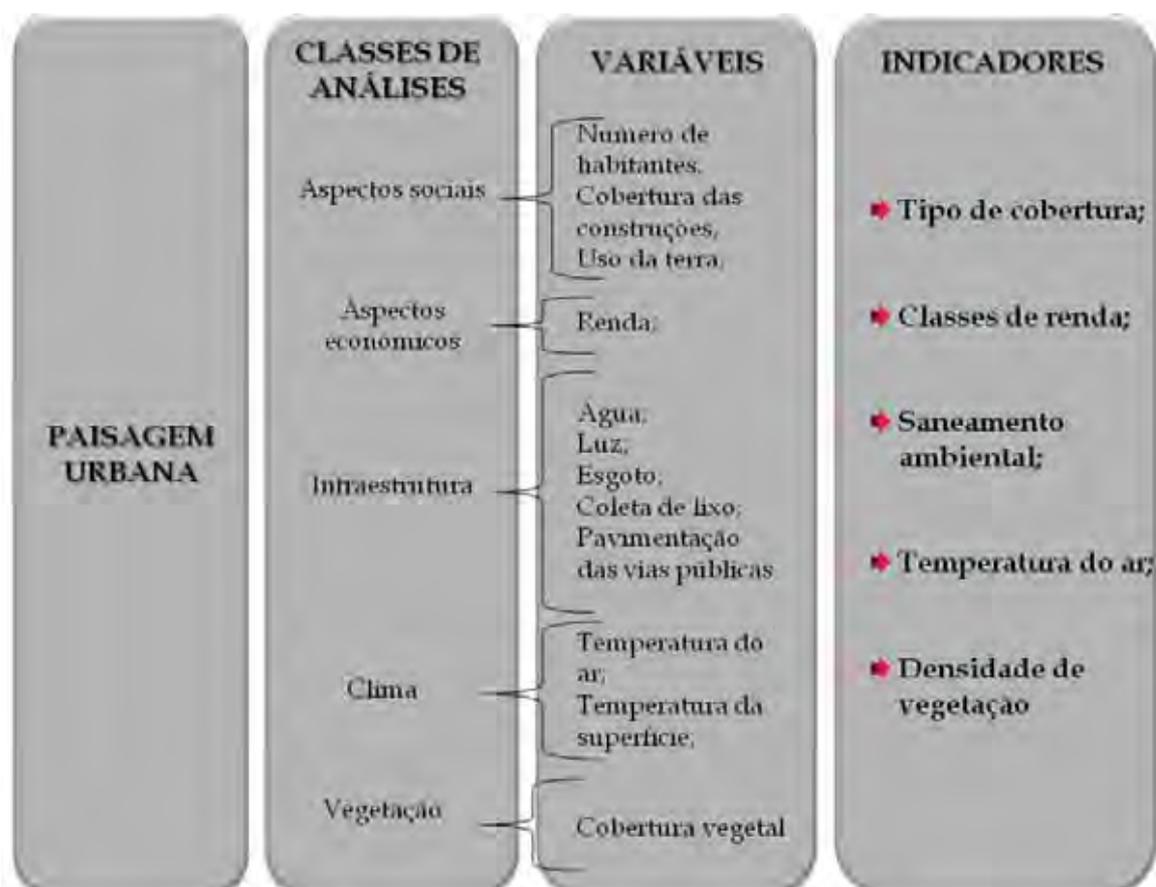


Figura 06 - Classes de análise da paisagem urbana, variáveis e indicadores ambientais. Elaboração: LIMA, V., 2012.

Além dos aspectos importantes para a qualidade de vida, as variáveis, separadamente, já podem indicar ambientes de baixa qualidade, como por exemplo, locais que apresentam tipos específicos de cobertura das construções, como telhas de cimento, associada à ausência de vegetação e a inadequada infraestrutura, resultam em áreas com ambientes de baixa qualidade.

2.4.1 Classe de análise: Aspectos sociais

Os aspectos sociais nas paisagens urbanas remetem a um conjunto de informações sobre saúde, educação, trabalho e rendimento, domicílios, famílias, grupos populacionais específicos, entre outros. Dentro destas informações, foram destacadas as variáveis: cobertura das construções, número de habitantes e uso da terra.

A cobertura das construções é caracterizada pelos diferentes materiais que compõem a paisagem urbana, incluindo a vegetação. Porém, nesta classe de análise foram consideradas apenas as coberturas das construções, ou seja, os telhados.

Foram mapeados os diferentes materiais que compõem as cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina, através de imagens orbitais de alta resolução, do satélite WorldView-II. As coberturas identificadas referem-se à predominância de telhas de cimento (de fibrocimento, com ou sem amianto), telhas metálicas (de aço galvanizado e alumínio), telhas de cerâmica.

O resultado deste mapeamento forneceu informações dos materiais construtivos utilizados na paisagem urbana que podem influenciar na temperatura e, conseqüentemente no conforto térmico.

Esta variável pode ser analisada juntamente com as informações de uso e ocupação, para contribuir, por exemplo, com a análise da variável renda, na identificação de possíveis disparidades sociais, em áreas com baixa qualidade ambiental. Possui uma relação com o padrão social.

O uso da terra permite compreender os vários tipos como o residencial, o comercial e o industrial, entre outros, mapeados através das imagens de satélite de alta resolução e de trabalho de campo.

Com base nos dados do censo demográfico de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, as informações do número de habitantes foram espacializadas, assim como a média de pessoas por domicílio.

As paisagens urbanas caracterizam-se por possuírem ambientes heterogêneos, incluindo uma diversidade muito grande de serviços e uma grande concentração populacional em espaços que, muitas vezes, tornam-se pequenos.

Outra variável, a dos aspectos sociais, que é considerada relevante, é a densidade demográfica que, verificada através da quantidade de habitantes por área, ou seja, metros quadrados, quilômetros quadrados, é uma variável que poderia ser considerada em análises da qualidade ambiental para cidades grandes e médias. Neste caso, a citada variável foi desconsiderada, tendo em vista sua pouca representação e interferência, já que este trabalho objetivou analisar os procedimentos metodológicos em cidades pequenas.

Entretanto, ressalta-se que a alta densidade pode ser relacionada com precárias condições econômicas da população, falta ou inadequado planejamento e de infraestrutura urbana.

Portanto, a concentração de habitantes numa determinada área pode interferir na pressão exercida sobre o ambiente, considerando seus aspectos físicos, e pode estar relacionada, também, com áreas de ocupação irregular (LIMA, 2007).

2.4.2 Classe de análise: Aspecto econômico

Nesta classe, “renda” representa os aspectos econômicos da paisagem urbana. Com os dados do censo demográfico do IBGE, por setores censitários, do rendimento por domicílios, foram mapeadas as áreas com baixa, média, alta e muito alta renda. Ao serem associadas com as informações de uso da terra e cobertura das construções, podem indicar elementos que justifiquem, por exemplo, uma área com baixa qualidade ambiental.

Geralmente, nas cidades, a baixa qualidade ambiental localiza-se em áreas menos favorecidas, com relação à infraestrutura e pode estar vinculada, de certa forma, com áreas de baixa renda e podendo indicar, por exemplo, problemas sociais e ambientais.

Portanto, pode ser um importante elemento na compreensão de fatores que se correlacionam com os problemas ambientais, e através da espacialização dessas informações, sendo possível verificar como estava distribuída a concentração de renda da população.

2.4.3 Classe de análise: Infraestrutura

Os aspectos de infraestrutura, nas paisagens urbanas, estão entre as preocupações mais importantes da análise da qualidade ambiental, por serem elementos que fazem parte do ordenamento e do planejamento das cidades.

Tais elementos, como luz (energia elétrica), água (abastecimento de água potável), esgoto (esgotamento sanitário), asfalto (pavimentação das vias públicas), lixo (sistema de coleta, disposição e tratamento) podem condicionar um ambiente de melhor ou pior qualidade ambiental e tem relação direta com a gestão pública e o planejamento.

De acordo com o Ministério das Cidades¹⁸, dentre essas variáveis, o abastecimento de água e esgotamento sanitário possuem a seguinte definição:

- O abastecimento de água potável é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- O esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição, adequados, dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

Fazendo parte da infraestrutura da paisagem urbana, essas variáveis compõem o indicador 'saneamento ambiental', ou, saneamento básico, como utilizam o Ministério das Cidades e a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, com o mesmo conceito, como expressões sinônimas. Visto que, nesta pesquisa, foram utilizadas as informações da variável 'pavimentação das vias públicas', juntamente com as de luz, água, esgoto e coleta de lixo, optou-se por usar a qualificação 'ambiental', por ser considerada mais apropriada.

Os serviços de saneamento nas áreas urbanas são essenciais e envolvem preocupações com o ambiente, com a saúde, com a qualidade de vida e com aspectos sanitários. Devem possuir especial atenção no planejamento, devido aos impactos que podem ser gerados, no caso de implantações inadequadas ou, mesmo, a ausência desses serviços. Neste contexto, e considerado como um dos resíduos líquidos produzidos no sistema urbano, o esgoto deve ser coletado, tratado e ter uma destinação adequada.

Algumas informações a serem utilizadas sobre o sistema de esgoto podem associar o padrão, o tipo de coleta e tratamento, a saber: percentual de

¹⁸ Informações retiradas do site do Ministério das Cidades: <http://www.cidades.gov.br>, acesso em 10/11/2012.

cobertura na cidade; existência de sistema de tratamento de esgoto e tipos; quantidade coletada e tratada, diariamente (em m³); existência de lagoas de estabilização e/ou lodo ativado; eficiência do tratamento; DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) de entrada e DBO de saída, medido por mg/l; curso d'água receptor do esgoto tratado ou não tratado, se for o caso.

Para esta pesquisa optou-se por utilizar apenas a espacialização dessas variáveis, com base nos dados do censo demográfico do IBGE, de 2010, e, para o mapeamento da pavimentação das vias, utilizaram-se as imagens de alta resolução do satélite WorldView-II.

O esgoto urbano pode ser coletado através do sistema público de captação com as redes de esgoto e os devidos tratamentos, ou pode ser adequadamente acondicionado em fossas.

O sistema público de captação de esgoto pode ser *separador absoluto*, em que a canalização do esgoto e a de águas pluviais é completamente separada, ou *separador parcial*, com a mesma canalização do esgoto e a de águas pluviais separada, mas com o sistema permitindo que a água das chuvas captada pelos telhados e ralos da pavimentação interna dos domicílios penetre na rede destinada aos líquidos residuais (esgoto doméstico, industrial, etc.).

De acordo com o tipo de acondicionamento, as fossas podem ser a negra (rudimentar), a seca e a séptica. Esta, a mais indicada e com menos probabilidade de problemas, consiste em uma caixa de gordura, uma caixa de inspeção, uma fossa séptica e um sumidouro. A fossa seca tem a característica da disposição direta dos dejetos humanos, sem o uso de água para transportá-los, diferente da negra que não possui nenhum revestimento nas paredes e com o maior grau de contaminação ao ambiente.

As fossas podem ter consequências ambientais graves, dependendo das condições de construção e dos locais onde as mesmas foram instaladas (tipo de solos, relevo, proximidade ou não do lençol freático), assim, havendo fossas, é

importante averiguar os tipos, motivos e quais os bairros que possuem a destinação do esgoto. Em alguns casos, podem existir cidades com o sistema misto, ou seja, alguns locais servidos pelo sistema público de coleta e outros, não.

A coleta e o tratamento dos resíduos sólidos também são um elemento importante para ser considerado nas análises de qualidade ambiental urbana. Utilizaram-se as informações sobre a coleta de lixo para analisar e incorporar essa variável aos indicadores ambientais.

Independente do tamanho e número de habitantes, as cidades produzem, atualmente, uma quantidade muito grande de lixo, que é consequência do padrão de vida urbano. A ausência da coleta ou seu tratamento inadequado, acarreta problemas ambientais.

Portanto, as informações sobre a destinação e tratamento desses resíduos devem fazer parte da análise da qualidade ambiental, mesmo que indiretamente, ou seja, mesmo que não seja incorporada ao mapa final, com as técnicas de análise espacial.

Essas informações referem-se à coleta dos resíduos sólidos, baseadas nos seguintes quesitos; qual o órgão responsável pela coleta e a sua frequência; se a destinação final é em aterro simples (chamado de lixão), aterro controlado (controle de insetos e vetores de doenças através da cobertura com camadas de solo), ou aterro sanitário, contendo, no mínimo, impermeabilização das laterais e do fundo, drenos para o chorume, drenos para os gases e recobrimento periódico do lixo; existência de coleta seletiva; usina de triagem; qual avaliação ou índice de qualidade do aterro de resíduos, realizados e fornecidos pelos órgãos responsáveis, nos últimos anos¹⁹; antigos locais que já foram utilizados

¹⁹ No caso do Estado de São Paulo, o órgão responsável é a CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, que indica índices de qualidade dos aterros (IQR) dos municípios.

como deposição e qual a sua destinação (cobertura vegetal, tratamento paisagístico, praça, local de moradias, etc.)²⁰.

Ainda dentro dos fatores e elementos importantes da classe de análise de infraestrutura, o abastecimento público de água é uma informação que deve ser articulada com outras variáveis.

Dependendo do sistema de tratamento e abastecimento de uma cidade, podem-se verificar possíveis relações com problemas ambientais. A falta ou ineficácia desse sistema pode influenciar no uso de água inapropriada para o consumo, gerando doenças em parte da população e, mesmo a relação da disposição do esgoto tratado ou não, nos corpos d'água que podem servir de mananciais de abastecimento.

Dependendo da configuração natural onde a cidade se localiza, o sistema torna-se caro e, muitas vezes, a falta de cuidados com relação a questões que envolvem a disposição dos resíduos, esgoto, assoreamento dos rios e córregos pode influenciar em todo o processo de abastecimento.

A pavimentação das vias públicas interfere diretamente na qualidade ambiental e de vida da população, assim como a forma que é incorporada na paisagem urbana. As cidades transformam-se em ambientes totalmente artificializados. Se, por um lado, a quantidade de área permeável facilita a infiltração d'água, fazendo com que diminuam os impactos do escoamento superficial, nas áreas urbanas a questão da pavimentação vai além dessas preocupações.

Nas vias públicas, a falta de pavimentação pode causar problemas sérios à população e ao ambiente. Vias públicas sem pavimentação, associadas a outros fatores, podem interferir na saúde, através da poeira, por exemplo,

²⁰ Informações adquiridas através das apresentações e discussões nas aulas da disciplina de "Problemas ambientais urbanos" ministrado no segundo semestre de 2009 pela Professora Dra. Encarnita Salas Martin.

causando o aumento nos índices de doenças respiratórias, podendo, além disso, acarretar processos erosivos nessas vias.

A falta de galerias pluviais provoca e acelera processos erosivos, devido à ausência de uma contenção eficaz da quantidade e velocidade da água das chuvas. Mesmo em cidades planas, em que a preocupação diminui, de certa forma, podem provocar e acelerar tais processos.

Considera-se que “a declividade se expressa normalmente como uma porcentagem (%), como uma razão entre a variação de altitude e a distância horizontal que há entre esses pontos, ou como um ângulo” (MASCARÓ, 2005 p. 19).

De acordo com este autor, a declividade influencia no escoamento pluvial, conforme pode se observar no Quadro 1. As declividades podem encarecer os sistemas de escoamento pluvial, ou seja, declividade baixa, abaixo de 2%, por exemplo, podem criar problemas de sedimentação por baixa velocidade nas tubulações, e ao contrário, podem aumentar a velocidade provocando erosão.

Quadro 1 – Escoamento de água em relação à declividade

Declividade < 2%	O terreno natural alaga com inclinações abaixo deste nível. Não se pode gramar.
Declividade < 8%	O terreno pode ser irrigado por aspersão. A água que eventualmente fica em cima da grama, escorrerá lentamente, sem causar prejuízos.
Declividade > 8%	O terreno tem que ser protegido com uma cobertura que pode ser vegetal.

Fonte: Adaptado de MASCARÓ, J. L. 2005 p. 23

2.4.4 Classe de análise: Clima

As paisagens urbanas configuram-se em locais que modificam os elementos físicos e a dinâmica natural, interferindo na qualidade de vida da população. As alterações provocadas pelo sistema urbano interferem com maior ou menor grau no clima.

Conforme Monteiro (1976, p. 57), com base nas sínteses de Landsberg, afirma que o clima urbano é uma modificação “substancial de um clima local”, através das alterações da superfície que influencia, por exemplo, no conforto térmico.

Essas alterações provocam mudanças como aumento de calor, ventilação, até mesmo nas precipitações. Através da poluição do ar, essas alterações podem manifestar-se também, na composição da atmosfera. Assim, o clima urbano é formado por “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO, 1976, p. 95).

A classe de análise ‘clima’ pode contribuir substancialmente nas análises de qualidade ambiental, através das informações das variáveis de temperatura da superfície, temperatura do ar e precipitação.

De acordo com Lombardo (1985, p.77), a ilha de calor “configura-se como fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso da terra e os condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos”. Isso ocorre devido à alteração do clima urbano, condicionado através do

aumento da superfície de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alteração da cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem nos efeitos dos ventos, contaminação da atmosfera através da emissão dos gases (LOMBARDO, 1985 p. 77).

As alterações mais sentidas estão relacionadas à temperatura, umidade e vento. Em uma mesma paisagem urbana é possível encontrar mudanças

bruscas de temperaturas, direção e intensidade dos ventos, assim como na pureza do ar, decorrentes principalmente do desenho urbano, do material construtivo e da densidade de vegetação.

Essas alterações interferem significativamente no conforto térmico, que possui relação direta com a qualidade do ambiente e de vida da população que depende de vários fatores.

O conforto térmico é um dos subsistemas da Teoria Clima Urbano proposto por Monteiro (1976, p. 100):

Conforto térmico - englobando as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam, através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um *filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente, assunto de investigação crescente.*

Pode ser analisado através do índice de temperatura efetiva que é a correlação entre as sensações de conforto e as condições de temperatura, umidade e velocidade do ar (FROTA, 2007, p.27). De acordo com Garcia (1995) a zona de conforto térmico favorável para o organismo humano encontra-se entre 22°C e 29°C de temperatura do ar e 30% a 60% de umidade relativa.

As mudanças na temperatura, na direção dos ventos e na umidade, possuem relação direta com a forma de organização da cidade, através do uso da terra, das taxas de ocupação, da ausência de cobertura vegetal e dos padrões construtivos. Entretanto, essas alterações podem ser nítidas também na temperatura da superfície, analisada através do balanço de energia absorvida e refletida na atmosfera.

Para a verificação das temperaturas intraurbanas do ar foram realizadas medidas em transectos móveis, nos percursos norte-sul e leste-oeste das cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina, com o apoio de sensores digitais, presos em haste de madeira com 1,5m de comprimento, acoplados na lateral de veículos que percorreram desde a periferia (rural), passando pelo centro, chegando ao extremo oposto das cidades.

Os sistemas atmosféricos regionais nos dias de levantamento de campo foram analisados por meio de cartas sinóticas de superfície, disponibilizadas no *site* da Marinha do Brasil²¹ e das imagens de satélite GOES²².

A espacialização dos resultados, ou seja, as cartas de isotermas foram elaboradas através do *Aplicativo Surfer for Windows*²³, permitindo assim a visualização da variação da temperatura nos diferentes pontos da cidade.

A temperatura da superfície foi uma excelente variável ao ser sobreposta às informações de uso e ocupação do solo, entre outras, configurando-se um elemento importante para a qualidade ambiental urbana.

Foi identificada com o uso de técnicas de sensoriamento remoto, através de cálculos para transformação de valores digitais da imagem de satélite (banda 6, canal termal do satélite Landsat 7, que possui resolução espacial de 60 metros) para temperatura.

Entretanto, como as imagens do canal termal do Landsat 7 não estão mais disponíveis e a que se refere às áreas em estudo foram até 2002, optou-se por não utilizar essa variável diretamente no mapeamento da qualidade ambiental, embora tenha sido importante como caracterização.

A qualidade do ar e a precipitação seriam bons indicadores para áreas urbanas de grandes e médias cidades.

A qualidade do ar está incluída como subsistema da Teoria de Clima Urbano, de Monteiro (1976, p.100), assim considera:

Qualidade do ar – a poluição é um dos males do século, e talvez aquele que, por seus efeitos mais dramáticos, atraia mais a atenção. Associada às outras formas de poluição (água, solo etc.), a do ar é uma das mais decisivas na qualidade ambiental urbana.

²¹ www.mar.mil.br

²² <http://satelite.cptec.inpe.br/imagens/>

²³ Surfer é marca registrada Golden Software, Inc

Uma forma de averiguar a qualidade do ar, na escala urbana, é através do IQA (Índice de Qualidade do Ar), com aparelhos disponíveis em estações fixas para medir a concentração de gases, partículas que podem indicar o grau de poluição. Porém, uma das dificuldades de incorporar esse indicador nas análises de qualidade ambiental é que nem todas as cidades são atendidas por essas estações ou possuem dados para serem utilizados.

A precipitação pertence ao subsistema “Meteoros de Impacto”, de Monteiro (1976, p.100), em que

estão agrupadas todas aquelas formas meteóricas, hídricas (chuva, neve, nevoeiros), mecânicas (tornados) e elétricas (tempestades) que, assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade são capazes de causar na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação e serviços.

De acordo com Monteiro (1976), esses aspectos que englobam o Sistema do Clima Urbano (S.C.U.) resultam e implicam “em condições especiais de dinamismo interno, consoante o processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano”, assim as alterações estão inseridas no processo de urbanização.

2.4.5 Classe de análise: vegetação

A vegetação é um dos elementos importantes e imprescindíveis para a qualidade ambiental das cidades. No processo de (re)produção das cidades é alterada, de certa forma, a dinâmica natural, como a retirada da vegetação. Sua ausência provoca consequências negativas.

No Sistema Urbano, através do processo de artificialização e tratamentos paisagísticos, a vegetação é incorporada com diferentes objetivos e finalidades. A vegetação, no urbano, pode significar muito mais do que simplesmente o visual, o estético, pois envolvem elementos que interferem no conforto térmico, no micro clima, nas áreas permeáveis, na diminuição da poluição do ar e permite conciliar, em alguns casos, áreas de lazer para a população.

A vegetação e os espaços destinados às áreas verdes são elementos que integram a estrutura urbana na dinâmica da cidade, que tem relação com necessidades ecológicas e de lazer.

Muitas vezes, a representação e distribuição dessas áreas e da vegetação estão relacionadas às práticas vinculadas ao processo histórico e cultural, por isso a sua preservação depende da consciência ambiental da população e, principalmente da atenção do poder público, no que se refere à implantação e manutenção.

Entretanto, a vegetação pode ser incorporada de diversas formas no ambiente urbano, seja para realçar a beleza estética, paisagística, ou mesmo para melhorar uma área de lazer para a população.

Nos espaços públicos destinados às áreas verdes, a vegetação está sempre presente nas praças, bosques, áreas esportivas, parques, arborização do sistema viário (vias de circulação, tanto públicas quanto as privadas), estacionamentos, canteiros e espaços privados (espaços livres dos lotes urbanos). Pode ser dividida em porte arbóreo, arbustivo e rasteiro, cada qual com sua representação, finalidade e benefícios específicos dentro da perspectiva da qualidade ambiental (FIGURA 07).



Figura 07 – Vegetação nas cidades. Elaboração: LIMA, V., 2010

Cada uma dessas destinações possui finalidades que podem resultar em inúmeros benefícios, mesmo numa área com vegetação rasteira deve ser considerada importante, pois o espaço destinado a este tipo são áreas permeáveis e auxiliam na infiltração da água no solo e pode incorporar melhorias com a diminuição do escoamento superficial, evitando alguns problemas como enchentes, inundações e processos erosivos.

A vegetação que acompanha o sistema viário, ou seja, canteiros, rotatórias, ao longo das ruas e estradas possuem benefícios associados ao micro clima, conforto térmico, diminuição da poluição do ar, aspectos estéticos, dentre outros.

Entre os diversos benefícios que a vegetação fornece ao ambiente urbano, a Figura 08 destaca os principais que estão relacionados à qualidade ambiental das cidades. Nestas, a incorporação da vegetação está presente nos parques, praças, canteiros centrais, no sistema viário, entre outros, e assumem um papel

importante para o ambiente e para a qualidade de vida da população, além da melhora visual do ambiente urbano.

O conforto lumínico fornecido pelas folhas das árvores, formando geralmente um dossel, no bloqueio de parte da energia solar, através do processo de reflexão e absorção, diminui a quantidade e a intensidade de raios solares que chegam até o solo e podem servir de fontes de proteção nas áreas de lazer para a população.

A vegetação contribui para a circulação do ar que tem, entre vários fatores benéficos, o de dissipar a poluição, diminuir o impacto acústico, ou seja, pode agir como um obstáculo para bloquear certas ondas de som, propiciando conforto acústico. Outro benefício é a influência sobre a temperatura e umidade do ar, nas

áreas urbanas, portanto, é importante o papel da vegetação na dinâmica do sistema urbano e para a qualidade ambiental.

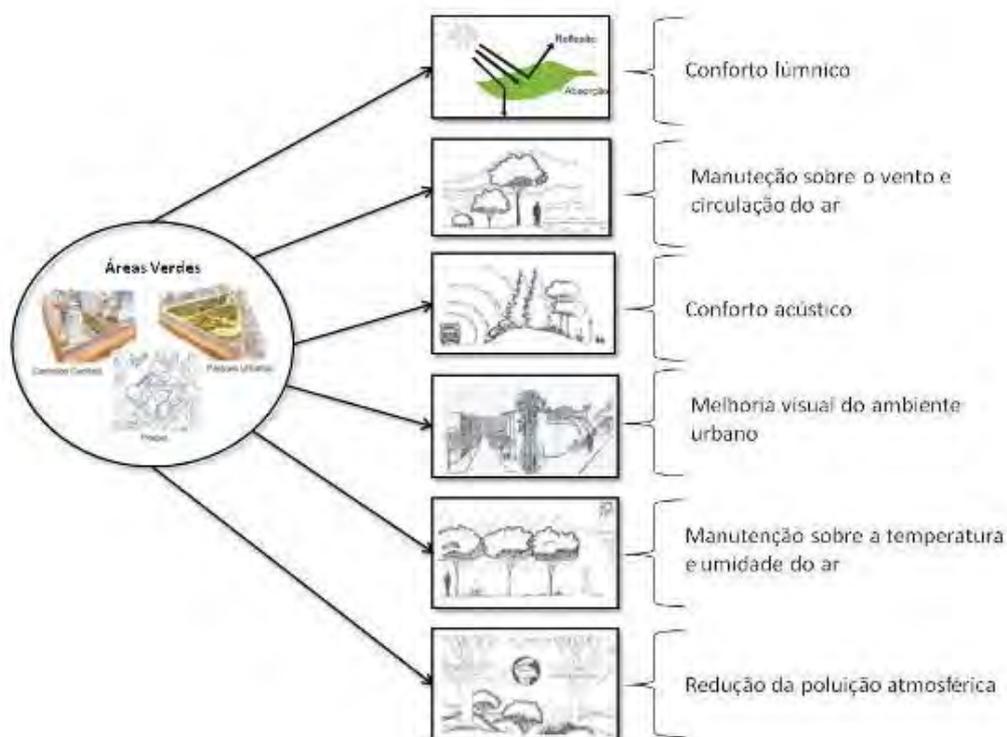


Figura 08 – Benefícios da vegetação nas cidades. Organização: LIMA, V., 2010. Adaptado de ROSSET, F., 2005 p.02.

A vegetação pode ser analisada sob vários aspectos ou elementos, podendo indicar padrões culturais, por exemplo, que influenciam na forma de organização e relação com o verde urbano. Portanto, a vegetação pode ser analisada através da construção de indicadores quantitativos e qualitativos, considerando-se essencial a relação entre si, para compreender a sua representação na paisagem urbana e suas funções.

Entre os indicadores quantitativos, a densidade da vegetação é um elemento importante na análise da qualidade ambiental, ressaltando-se, porém, a importância de incorporar a dimensão qualitativa. Uma opção seria analisar as áreas destinadas à vegetação, ou seja, as áreas verdes.

Essa análise possui objetivo mais amplo, independente de que uma área verde possua apenas uma finalidade, seja a de ter vegetação (no caso, o porte arbóreo associado aos outros portes, trazem vários benefícios), área permeável considerável, ou para esporte, lazer, ou simplesmente integração da vegetação no espaço urbano, mas que não será analisada nesta pesquisa.

O mapeamento da cobertura vegetal foi realizado através das técnicas de sensoriamento remoto, como a conversão dos valores digitais (ND) das imagens para valores de parâmetros físicos como radiância e reflectância (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007 p. 69) e da análise visual de imagens de satélite.

2.5 Indicadores ambientais urbanos

De acordo com as variáveis das classes de análise, selecionaram-se os indicadores ambientais para se avaliar a qualidade ambiental nas duas cidades escolhidas para estudo. Os indicadores ambientais foram: tipo de cobertura, classes de renda, saneamento ambiental, temperatura do ar e densidade de vegetação.

Os indicadores ambientais urbanos dependem do mapeamento de cada variável e da aplicação das técnicas de análise espacial. Para isso, sistematizaram-se as classes de cada indicador que foram utilizados para

avaliar a qualidade ambiental, nas cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina (FIGURA 09).

Classes dos indicadores ambientais urbanos	
Tipo de cobertura	Predominância de telha cimento
	Predominância de telha metálica
	Predominância de telha cerâmica
	Predominância mista de telhas de cerâmica e cimento
	Predominância mista de telhas de cerâmica e metálica
	Predominância mista de telhas de cimento e metálica
	Predominância mista de telhas de cerâmica, cimento e metálica
Classes de renda	Muito alta
	Alta
	Média
	Baixa
Saneamento ambiental	Adequado
	Parcialmente adequado
	Inadequado
Temperatura do ar	Alta
	Média
	Baixa
Densidade de vegetação	Alta
	Média
	Baixa
	Ausência de vegetação

Figura 09 – Classes dos indicadores ambientais. Elaboração: LIMA, V., 2011.

Para o mapeamento de cada variável e espacialização dessas informações foram utilizadas técnicas de análise espacial, através de geoprocessamento e do sensoriamento remoto.

O capítulo a seguir aborda algumas das técnicas utilizadas para o ambiente e, principalmente, para as paisagens urbanas.



CAPÍTULO III

Geoprocessamento e sensoriamento remoto na análise da qualidade ambiental urbana

3. Geoprocessamento para análise de qualidade ambiental

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa necessitaram, além da escolha dos indicadores ambientais e critérios quantitativos e qualitativos, da utilização de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto.

Neste contexto, abordar conceitos que estão inseridos nestas áreas foi importante para a organização do banco de dados e também para compreender como essas técnicas podem auxiliar nas pesquisas e análises de qualidade ambiental, para uma posterior incorporação de sugestões e diretrizes no planejamento das áreas em estudo.

Normalmente, os conceitos de Geoprocessamento, SIG, geotecnologias, processamento digital de imagens, entre outros, são confundidos. Neste capítulo, com base em literaturas específicas e direcionadas, foram analisados esses conceitos e apresentada a sua importância para análise de qualidade ambiental.

O geoprocessamento, como o próprio nome diz, é o processamento de dados geográficos, considerado como uma disciplina, porém, muitas vezes, lança-se à discussão sobre ser considerada uma ciência. Esta disciplina comporta muitas ferramentas e técnicas, sendo uma delas o SIG - Sistemas de Informações Georeferenciadas ou Geográficas que, conforme Silva (2003, p. 27), “é uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais” e assim compõe o “chamado universo da Geotecnologia, ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da Geoestatística”.

Como proposto por Câmara, Davis e Monteiro (2001, p. 02) o termo *Geoprocessamento*

denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de *Sistemas de Informação Geográfica (GIS)*, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados

georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

A tecnologia “é a ciência dos meios”, sendo assim a geotecnologia “é a arte e a técnica de estudar a superfície da terra e adaptar as informações às necessidades dos meios físicos, químicos e biológicos”, portanto, o processamento digital de Imagens (PDI), a geoestatística e os SIGs fazem parte da geotecnologia (SILVA, 2003 p. 35).

Entretanto, trabalhar com geotecnologia pode significar, obviamente, a utilização de computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados, porém o problema fundamental é o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico.

De acordo com Câmara, Davis e Monteiro (2001), o geoprocessamento pode ser considerado uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos, mas podem esconder um problema conceitual: “*redução dos conceitos de cada disciplina a algoritmos e estruturas de dados utilizados para armazenamento e tratamento dos dados geográficos*” (CÂMARA, DAVIS, MONTEIRO, 2001, p. 07).

Este problema pode influenciar também nos resultados finais do processamento, porém quando se utilizam vários conceitos e temas de diversas áreas do conhecimento científico, é necessário que cada conceito seja transformado em representações computacionais para que fique viável compartilhar os dados de estudo para áreas distintas.

Dentro deste contexto, Câmara, Davis e Monteiro (2001) deixam claro que quando se trata de espaço que é uma linguagem comum no uso de SIG pelas diversas disciplinas do conhecimento, estão se referindo ao “*espaço computacionalmente representado* e não aos conceitos abstratos de *espaço geográfico*”. Portanto, utilizar um SIG implica em escolher as representações computacionais que mais se ajustam ao estudo.

Para esta pesquisa, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi fundamental no desenvolvimento dos procedimentos para avaliar a qualidade ambiental das cidades de Presidente Epitácio/SP e Nova Andradina/MS, através dos indicadores ambientais das suas análises.

Pode-se considerar que:

Sistema é o conjunto de elementos entre os quais haja alguma relação;

Informações correspondem à derivação da interpretação de dados, os quais são representações simbólicas de certas características;

Um sistema de informações é uma cadeia de operações que nos remete a planejar a observar e a coleção de dados, para armazená-los, analisá-los e usar as informações derivadas em algum processo de tomada de decisão. (SILVA, 2003, p. 41 e 42)

Diante deste contexto, o autor afirma que:

o SIG necessita usar o meio digital, portanto o uso intensivo da informática é imprescindível; deve existir uma base de dados integrada, estes dados precisam estar georeferenciados e com controle de erro; devem conter funções de análises desses dados que variem de álgebra cumulativa (operações tipo soma, abstração, multiplicação, divisão etc.) até álgebra não cumulativa (operações lógicas).

Para Câmara et al (2001, p. 02), o que distingue o SIG de outros tipos de sistemas de informação, são as funções que realizam as análises espaciais. Tais funções utilizam os atributos das entidades gráficas dos dados espaciais e “buscam fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros”.

O desenvolvimento do conhecimento da ciência geográfica teve influência de muitos paradigmas que, por sua vez, influenciaram o desenvolvimento da geotecnologia.

A tecnologia SIG está para as análises geográficas, assim como o microscópio, o telescópio e os computadores estão para outras ciências (Geologia, Astronomia, Geofísica, Administração, entre outras) (SILVA, 2003, p. 27).

Para compreender a importância e o funcionamento dos SIGs é necessário formalizar diversos conceitos, principalmente o *dado espacial*. Os SIGs

comportam e processam dados e informações de fenômenos do mundo real, podendo ser descritos conforme sejam espaciais, temporais ou temáticos.

De acordo com Silva (2003, p. 29), os dados espaciais referem-se à variação, que muda de lugar para lugar, como por exemplo, a declividade; os dados e informações temporais possuem variações no tempo, como exemplo, a expansão urbana e os temáticos detectam variações em suas características, como a cobertura vegetal.

Como mencionado acima, as descrições dos fenômenos do mundo real são organizadas e guardadas em bancos de dados, tanto o dado, que é um conjunto de valores numéricos, ou não, que descrevem o mundo real, como a informação, que já é um conjunto de dados agregados a sua interpretação.

Silva (2003, p. 29) esclarece que o dado espacial se diferencia de outros, são relacionados a superfícies contínuas e tendem a relacionar-se com a vizinhança, que pode “influenciar uma determinada localização e possuir atributos similares”.

Os dados espaciais, de certa forma, representam os fenômenos do mundo real, que estão distribuídos sobre a superfície curva da Terra. Entretanto, isso implica considerar que a tecnologia já desenvolveu muitas projeções de mapas, procedimento para tentar trazer de uma superfície curva as análises de dados espaciais nos ambientes SIGs.

Porém, “a realidade espacial é contínua e sujeita a estruturas complexas de dependência espacial” (SILVA, 2003, p. 30). E na maioria dos casos, a modelagem dos dados espaciais dos fenômenos do mundo real para os SIGs são generalizados, ou seja, um dado que é representado pelo valor decimal de 3,249, por exemplo, pode ser expresso como “o número discreto 3”, implicando em aproximações.

Portanto, dados espaciais são:

elementos definidos pelas variáveis x , y , z , possuem localização no espaço e estão relacionados a determinados Sistemas de Coordenadas, como por exemplo, a Projeção de Mercator.

Longitude-latitude, e que eles podem estar associadas (a) infinitas características ou atributos (SILVA, 2003 p. 30).

A representação dos objetos, ou condições do mundo real, pode ser *pontos, nós, linhas, arcos, cadeias e polígonos*. Os conjuntos destas abstrações, conectadas entre si, quando for o caso, formam, por exemplo, ruas de uma cidade, mapas de declividades, de uso da terra.

Esses mapas são representações do mundo real em dimensões reduzidas, trazendo, sequencialmente, a importância do conceito de escala. “A escala é a razão entre o comprimento ou área apresentada em mapa e o verdadeiro comprimento ou área existente na superfície da Terra” (SILVA, 2003 p. 31).

Além da escala, outro conceito muito importante é a resolução espacial, que consiste na aplicação de técnicas de geoprocessamento nas pesquisas de análises ambientais, que trabalham com dados espaciais. Tobler (1979), apud Silva (2003), define a resolução espacial como:

$$R = \sqrt{\frac{\text{área}}{\text{Número de observações}}}$$

Figura 10 -Resolução espacial. Fonte: Silva (2003, p. 31).

Sendo assim, a resolução espacial é definida pelo número de observações sobre a área, no mundo real. Ao trabalhar com as áreas urbanas, opta-se sempre pela melhor resolução, ou seja, alta resolução, que está associada ao maior detalhamento dos elementos, portanto, um maior número de observações.

A resolução espacial também depende da fonte dos dados espaciais ou da sua coleta, podendo ser primárias ou secundárias. Na maioria dos casos, numa análise geográfica que se utiliza de técnicas de geoprocessamento, num ambiente SIG, trabalha-se com dados espaciais de fontes secundárias, por exemplo, adquiridos em prefeituras e órgãos públicos; em mapas temáticos da

área em estudo, devem-se considerar, especificamente, os critérios e as resoluções espaciais utilizadas, ou seja, o número de observações utilizadas pela área.

A modelagem dos dados espaciais realiza-se de representações de variações geográficas em banco de dados digitais. E, a partir da abordagem da modelagem, diferencia-se a representação vetorial e matricial, ou raster.

A representação vetorial é formada por linhas, pontos, nós, polígonos e possui um par de coordenada x , y , e a representação matricial, ou raster, é formada por um conjunto de quadrados chamados *pixels*. Essas definições são importantes para a definição da modelagem dos dados e também para a aplicação das análises geográficas dos dados espaciais.

Alguns dados espaciais da pesquisa, principalmente alguns mapas, adquiridos nas Prefeituras das cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina, foram desenvolvidos em CADD - Computer-Aided Draft and Design, que possuem a finalidade de desenhar objetos e “ligações rudimentares com banco de dados, além de trabalhar, relativamente, com pouca quantidade de dados” (NEWELL e THERIAULT, 1990 apud SILVA, 2003, p. 45). Todos estes dados e mapas foram importados para serem trabalhados no SIG.

Um dos SIGs utilizados na pesquisa foi o Spring, cujos procedimentos serão detalhados mais adiante. Porém, alguns conceitos desse sistema são necessários neste momento, por fazerem parte dos sistemas de informações georeferenciadas, ou geográficas, de uma forma geral.

Entre eles, destaca-se o Plano de Informação (PI) que seria, por exemplo, cada mapa armazenado no banco de dados dos SIGs, podendo ser compreendido como nível, camada ou tema da área de estudo (como o PI de vegetação, o PI de solo, o PI de expansão urbana). A manipulação destes PIs, através das análises espaciais e da modelagem, podem gerar um produto final, um mapa síntese, o que diferencia os SIGs dos demais sistemas, como o CADD, por exemplo.

A melhor escolha do SIG, que possa modelar os dados espaciais e não espaciais, depende de muitos fatores. Os elementos básicos de um SIG incluem “os equipamentos (*hardware*), os aplicativos (*software*), o pessoal especializado (*peopleware*) e o banco de dados (*dataware*)” (SILVA, 2003 p. 47).

Atualmente, existem muitos SIGs que podem ser adquiridos comercialmente, cada um com suas próprias especificações e usos, ou seja, a escolha do sistema vai depender da sua finalidade e não apenas da habilidade do pesquisador, no domínio da ferramenta. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE desenvolveu o Spring, por exemplo, distribuído gratuitamente, com a vantagem de que os dados podem ser modelados e analisados da forma como se pretende, ou seja, há uma grande interação do usuário com este Sistema de Informação Geográfica, através da LEGAL, e por ser, também, um dos melhores para tratamento de imagens de satélite usando técnicas de sensoriamento remoto.

Porém, devido à necessidade, outros sistemas foram utilizados: o IDRISI²⁴, para a elaboração das cartas de temperatura da superfície, e o Surfer, para a espacialização das temperaturas do ar, através de técnicas de Geoestatística.

As técnicas de geoprocessamento, assim como as de sensoriamento remoto, são cada vez mais utilizadas para as análises ambientais, justamente por inserir procedimentos que podem gerar mapas e produtos finais com rico conteúdo, associado a vários elementos e temas.

Para saber qual o SIG que melhor atende às expectativas de uma pesquisa, deve-se conhecer muito bem as bases de dados e as escalas com as quais se pretendem trabalhar, sendo necessário, para isso, estabelecer alguns parâmetros e definições.

²⁴ © 2012 Clark Labs.

3.2 Cartografia e integração de dados para o geoprocessamento

Ao trabalhar com geoprocessamento, é necessário compreender que o primeiro passo é fazer a leitura dos elementos e objetos do mundo real através de uma linguagem logicomatemática, ou seja, associar a cada tipo de informação geográfica uma escala de medida e de referência, que será utilizada pelo SIG para caracterizá-lo.

Esses objetos, ou seja, os dados espaciais, como já dito anteriormente, possuem, como sua principal característica, a localização geográfica. Existem vários outros componentes dos dados espaciais, porém a localização é um fator fundamental para manipulá-los e analisá-los num SIG. A localização de um rio, de uma cidade, por exemplo, necessita de uma coordenada geográfica, cujo estabelecimento destas é definido pela Geodésia.

O **Sistema Geodésico Brasileiro (SGB)** é definido a partir de pontos geodésicos implantados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país. Para o SGB, a imagem geométrica da Terra é definida pelo elipsóide de referência **Internacional**, aceito pela Assembléia Geral da Associação Geodésica Internacional, em Lucerne, Suíça, em 1967.

Antes de prosseguir, é importante esclarecer que a abordagem dos elementos e conceitos relacionados à Geodésia é de extrema importância, pois ao processar as imagens de satélite e dados espaciais, que podem possuir sistemas de referências distintas, por exemplo, necessita-se de uma interação entre os dados e também de conhecimentos da linguagem logicomatemática dos SIGs.

De acordo com D'Alge (2001, p. 03), “a definição de posições sobre a superfície terrestre requer que a Terra possa ser tratada matematicamente”. Isso porque o formato da Terra, matematicamente falando, é o geóide, que pode ser definido como “a superfície equipotencial do campo da gravidade terrestre que mais se aproxima do nível médio dos mares”.

A adoção do geóide como superfície matemática de referência esbarra no conhecimento limitado do campo da gravidade

terrestre. À medida que este conhecimento aumenta, cartas geoidais existentes são substituídas por novas versões atualizadas. Além disso, o equacionamento matemático do geóide é intrincado, o que o distancia de um uso mais prático. É por tudo isso que a Cartografia se vale da aproximação mais grosseira aceita pelo geodesta: um elipsóide de revolução. (D'ALGE, 2001 p. 03)

Analisando a citação acima, percebe-se que estas questões recorrem da necessidade de transpor as informações da superfície irregular da Terra para um plano, os mapas, por exemplo. Além disso, ainda possui uma inclinação em seu eixo de rotação e achatamento dos polos que influencia nessa transposição.

A partir deste contexto que surge o conceito de datum vertical ou altimétrico, em latim, *dado/detalhe*, sendo nada mais do que um modelo matemático para representar a superfície da Terra, através de uma medição dos níveis médio dos mares por um aparelho chamado marégrafo.

Faz-se então um ajustamento das medições realizadas para definição da referência “zero” e adota-se um dos marégrafos como ponto de referência do datum vertical. No Brasil, o ponto de referência para o datum vertical é o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina. (D'ALGE 2001, p. 03)

Um dos primeiros problemas antes de modelar os elementos do mundo real, no ambiente SIG, é justamente a diferença entre as bases dos dados da pesquisa, pois no Brasil existem dois sistemas geodésicos de referência: Córrego Alegre e SAD-69 (South American Datum). Algumas cartas topográficas referem-se a Córrego Alegre, que é o antigo datum planimétrico brasileiro, enquanto outras utilizam como referência o SAD-69, que é o atual datum planimétrico.

O datum Córrego Alegre provém das imediações de Uberaba, a partir de 1979, e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) adotou o sistema conhecido como SAD-69, que possui origem no vértice localizado em Chuá.

Muitos SIGs já possuem rotinas para a conversão de datum das bases, porém quando se trata de modelos e transformação de uma superfície curva,

deve-se considerar que haverá distorções, mas que dependendo do objetivo da pesquisa, não comprometerá os resultados finais.

Neste trabalho, optou-se pela padronização das bases dos dados no sistema geodésico de referência, ou seja, datum planimétrico SAD-69. Algumas bases como, por exemplo, imagens de satélite adquiridas pelo site USGS – *United States Geological Survey* – possuem o datum WGS84 que foram convertidos para SAD-69.

Em seguida, houve a preocupação com o sistema de coordenadas das bases de dados da pesquisa. A integração do geoprocessamento com o sensoriamento remoto, por exemplo, depende do georeferenciamento das imagens nos SIGs, ou seja, o seu registro, no caso do Spring.

Portanto, “o georeferenciamento de imagens pressupõe uma relação estabelecida entre o sistema de coordenadas de imagem e o sistema de referência da base de dados” (D'ALGE 2001, p. 03).

Para isso, é necessário compreender que a representação dos dados geográficos pode ser feita pelo sistema de coordenadas planas, “no qual se definem os pontos discretos que possuam uma perfeita ligação com seus homólogos na superfície da Terra”, ou seja, que todos os cálculos feitos sobre o sistema de coordenadas no plano, devem garantir a melhor aproximação da superfície original no mundo real (SILVA, 2003 p. 74).

O sistema internacionalmente adotado é a Projeção de Mercator ou Universal Transversa de Mercator (UTM), que é um sistema de linhas projetadas em uma superfície plana, representando os paralelos e meridianos.

A adoção de um sistema de referência implica adequar e padronizar os dados espaciais da pesquisa, pois o uso de projeções diferentes acarreta diferenças das medidas do plano para a superfície da Terra, já que este é um modelo matemático para ajustar as suas feições, para ser utilizado nos SIGs.

Ao trabalhar com bases de dados não georeferenciados, ou seja, sem a atribuição de um sistema de coordenadas no meio digital, em ambiente SIG, é importante analisar além da base, para que se tenha, através da melhor fonte, uma maior confiabilidade dos dados, seja através de uma base da mesma área, já referenciada devidamente ou, por exemplo, através da coleta de pontos de controle no campo, com GPS – Sistema de Posicionamento Global.

Tanto os mapas, quanto as cartas analógicas a serem digitalizadas para o banco de dados do SIG devem passar por esse procedimento. Muitas imagens de satélites, principalmente as adquiridas gratuitamente pelo site do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – possuem correções geométricas, mas não são georeferenciadas.

Portanto, o trabalho com geoprocessamento, implica organização da base de dados e do banco de dados. São etapas que antecedem a aplicação de técnicas e análises espaciais.

O georeferenciamento dos dados pode ser feito em sistemas diferentes do qual será armazenado e neste, manipulado no banco de dados, como exemplo registrar as imagens no Idrisi ou no Global Mapper e transferi-las para o Spring. Isso depende da base e da facilidade de cada sistema em trabalhar nessas etapas de manipulação das bases de dados da pesquisa.

A diferença pode estar apenas na facilidade ou rapidez da etapa em um sistema específico, porém pode estar até mesmo na quantidade de pontos de controle que o sistema “pede” para georeferenciar as bases (mapas, cartas e imagens). Mas, é importante lembrar que, quanto mais pontos de controle, ou seja, pares de coordenadas x-y, melhor será o resultado para ser comparado com a localização dos dados no mundo real. Isso porque todo e qualquer procedimento dentro dos SIGs refere-se a um modelo matemático para adequar a base no sistema de coordenadas escolhida.

3.2 Modelagem e representação de dados

A organização dos elementos e objetos e do banco de dados é fundamental para o trabalho com o geoprocessamento. Primeiramente, é importante verificar quais serão os dados espaciais disponíveis da área de estudo e quais são seus tipos de representações geométricas: matricial ou vetorial.

A representação geométrica vetorial é formada por pontos, linhas, polígonos, que obedecem a uma organização e localização no eixo x - y que é uma tentativa de reproduzir os elementos, ou objetos, o mais exato possível, comparando com o mundo real.

No caso de representação vetorial, consideram-se três elementos gráficos: ponto, linha poligonal e área (polígono). Um *ponto* é um par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais. Além das coordenadas, outros dados não-espaciais (atributos) podem ser arquivados para indicar de que tipo de ponto se está tratando (CÂMARA e MONTEIRO, 2001 p. 25).

Com isso, as linhas poligonais são um conjunto de pontos conectados, que possuem as coordenadas destes pontos e armazenam informação que indique de que tipo de linha se está tratando, ou seja, a que atributo ela está associada. Portanto, um polígono formado por uma ou mais linhas poligonais conectadas.

A representação matricial segue a lógica de matriz, formada por quadrados regulares, ou seja, por pixels cuja soma forma o elemento ou objeto a ser representado. Cada quadrado destes possui um código diferente do atributo a ser estudado.

A resolução na representação matricial é dada pela relação entre o tamanho da célula (pixel) no mapa ou documento e a área por ela coberta no terreno.

Ao abordar tais questões, é necessário considerar outros conceitos, que se referem à modelagem dos elementos e objetos, no ambiente SIG. Esta

modelagem nada mais é do que “dizer” ao sistema que tipo de dados serão trabalhados nele: dados temáticos, dados cadastrais, dados de rede, ou dados de modelos numéricos do terreno.

Neste contexto, Câmara e Monteiro (2001, p. 22 e 23) ressaltam que as representações estão associadas aos tipos de dados anteriormente discutidos, a saber:

- *dados temáticos*: admitem tanto representação matricial quanto vetorial;
- *dados cadastrais*: sua parte gráfica é armazenada em forma de coordenadas vetoriais e seus atributos não gráficos são guardados em um banco de dados;
- *dados de redes*: sua parte gráfica é armazenada em forma de coordenadas vetoriais, com a topologia *arco-nó* e seus atributos não gráficos são guardados em um banco de dados;
- *imagens de sensoriamento remoto*: armazenadas em representação matricial;
- *dados de modelos numéricos de terreno*: podem ser armazenados em *grades regulares* (representação matricial), *grades triangulares* (representação vetorial com topologia *arco-nó*) ou *isolinhas* (representação vetorial sem topologia).

Como já mencionado, optou-se por utilizar como principal sistema, o Spring, para modelar os dados espaciais e indicadores ambientais desta pesquisa. Alguns procedimentos serão realizados em outros SIGs, que serão expostos, posteriormente, com suas devidas justificativas.

O Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas – Spring, desenvolvido pelo INPE, possui as seguintes características, conforme Câmara, Davis e Monteiro (2001, p. 98 e 99):

- opera como um banco de dados geográficos sem fronteiras e suporta grande volume de dados (sem limitações de escala, projeção e fuso), mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco;
- administra tanto dados vetoriais como dados matriciais, e realiza a integração de dados de sensoriamento remoto;
- provê um ambiente de trabalho amigável e poderoso, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem

- espacial facilmente programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), e
- consegue escalonabilidade completa, isto é, é capaz de operar com toda sua funcionalidade em ambientes que variem desde micro-computadores a estações de trabalho RISC, de alto desempenho.

A escolha do SIG não fecha a possibilidade de trabalhar exclusivamente num sistema específico, pois depende dos objetivos e limitações de cada um destes.

Aplicar técnicas de geoprocessamento não significa trabalhar exclusivamente com um SIG, e sim, processar, modelar e analisar naqueles que melhor respondem às expectativas e objetivos do estudo. Mas, é óbvio que a análise espacial e modelagem dos dados requerem que estes estejam num único banco de dados, num mesmo sistema de projeção.

A escolha do Spring como principal SIG para integrar os dados desta pesquisa tem como principal justificativa o fato de ser um aplicativo gratuito e, além disso, é considerado um dos melhores processadores de imagens de satélite.

Outra questão que se considera importante refere-se à função LEGAL - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico, descrita em Câmara (1995) apud Câmara et al (2001, p. 21).

Algumas funções e operações matemáticas estão implementadas no Spring, porém muitas devem ser programadas através de rotinas na LEGAL. Isso, de certa forma, é uma das grandes vantagens, pois “força” o conhecimento das técnicas de geoprocessamento, como também permite a interação dos pesquisados às operações com os planos de informação, diferente quando estas já estão implementadas.

Em geoprocessamento “o espaço geográfico é modelado segundo duas visões complementares: modelo de campos e de objetos” (WORBOYS, 1995 apud INPE, 2009 p. 15)²⁵.

O modelo de campos ou geocampo distingue o espaço geográfico como uma superfície contínua, ou seja, que transforma os fenômenos a serem observados segundo diferentes distribuições. Por exemplo, um mapa de vegetação descreve uma distribuição que associa a cada ponto do mapa um tipo específico de cobertura vegetal.

Portanto, a diferença entre esses tipos de modelos, refere-se à superfície contínua de um mapa, como solos, vegetação, no caso do modelo de campo, como exemplo, e, no modelo de objetos, incluem atributos de uma tabela a um mapa.

Esta distinção torna-se muito importante, ao iniciar os procedimentos no Spring, porque é necessário saber o tipo e os dados que serão modelados. Para definir o modelo, são necessários os seguintes passos:

- definir as classes básicas do modelo e estabelecer as suas relações, dentro dos princípios de especialização, generalização e agregação;
- estabelecer como é possível, a partir do modelo, definir um esquema conceitual para um banco de dados geográfico, por especialização das classes básicas (INPE, 2009 p. 16).

Os geo-campos podem ser representados através da espacialização Temática, Numérica ou dados de sensoriamento remoto.

Os geo-objetos podem ser representados por objetos espaciais e não espaciais. A noção de objeto não-espacial engloba qualquer tipo de informação que não seja georreferenciada e que se queira agregar a um SIG, e de objeto espacial de informações georreferenciadas.

²⁵ Informações extraídas da apostila do curso de Fundamentos em Geoprocessamento, realizado no INPE, em 2009.

Neste caso, a modelagem de geo-objetos espaciais e não espaciais pode ser, por exemplo, um cadastro urbano, em que os lotes serão os objetos espaciais georreferenciados e possuem uma ligação a uma tabela com informações e atributos não espaciais, como códigos, nome do proprietário, tamanho do lote, dentre outros.

A modelagem e a integração dos dados, no Spring, iniciam com o banco de dados que “é composto por conjuntos de planos de informação, um conjunto de geo-objetos e um conjunto de objetos não-espaciais” (INPE, 2009 p. 19).

De acordo com Câmara, Davis e Monteiro (2001, p. 102), o banco de dados geográfico construído pelo SPRING “implementa uma arquitetura dual” em que as representações dos dados espaciais e não espaciais são armazenados em ambientes diferentes.

Após dar um nome para o banco de dados que será utilizado nas etapas subsequentes da pesquisa, de uma forma hierárquica, necessita-se criar o projeto ou projetos dentro do banco de dados. Os projetos possuem especificidades que envolvem o retângulo da área em estudo, ou seja, as coordenadas geográficas que limitam esta área, a definição da projeção, datum e da zona geográfica.

Um mesmo banco de dados pode conter inúmeros projetos e dentro do banco de dados, no ambiente de trabalho do Spring, devem ser definidas as categorias que serão utilizadas, ou seja, a modelagem dos dados espaciais. As principais categorias no Spring são: Temática, Imagem, Numérica, Rede, Cadastral. Mas não é necessário definir todas as categorias de imediato, até por que, podem surgir outras, ao longo do trabalho.

Essas categorias, uma vez definidas, podem ser utilizadas entre os diversos projetos, dentro do mesmo banco de dados. A categoria Temática, como o próprio nome diz, vai representar dados tanto matriciais quanto vetoriais, seriam os mapas temáticos, representações contínuas.

A categoria Imagem representa apenas as imagens armazenadas da forma matricial, como por exemplo, as imagens de satélite. Já as categorias Rede e Cadastral, armazenam dados vetoriais, podendo também ser matriciais, incluindo geo-objetos espaciais e não espaciais.

Dentro de um projeto específico no Spring, após definir as categorias, é importante agrupar os dados nas categorias específicas e definir os PIs - Planos de Informação.

Um *plano de informação* é o suporte para a representação geográfica de diferentes tipos de dados geográficos. Trata-se da generalização dos conceitos de mapas de **geo-objetos** e de **geocampos**. Uma instância da classe PLANO DE INFORMAÇÃO representa, para uma dada região geográfica, o lugar geométrico de um conjunto de dados geográficos (um **geocampo** ou um mapa de **geo-objetos**) (INPE, 2009 p. 18).

A modelagem de dados espaciais e não espaciais, através dos Sistemas de Informações Geográficas, dependem das técnicas com base matemática, para ir além de uma simples representação num mapa. A grande vantagem do uso do geoprocessamento, tendo como sua principal ferramenta os SIGs, refere-se à análise espacial que possui a principal característica: compreender a distribuição espacial de dados procedentes de fenômenos ocorridos no espaço.

A ênfase da análise espacial é de mensurar propriedades e relacionamentos, considerando a localização espacial do fenômeno em estudo. Portanto, a idéia central é incorporar o espaço à análise - espacialização das informações e dados.

De acordo com Druck et al (2004, p. 03), os tipos de dados manipulados na análise espacial podem estar relacionados a fenômenos pontuais, ou seja, ocorrências localizadas como pontos, chamados de processos pontuais; superfícies contínuas através da espacialização de informações e dados numa superfície, como mapas de solos, mapas geológicos, etc.; e áreas com contagem e taxas agregadas que são dados associados a levantamentos populacionais.

Com isso, a análise espacial aborda tanto dados ambientais quanto socioeconômicos, mas em ambos os casos é formada por um conjunto de procedimentos que considera os relacionamentos dos fenômenos representados.

3.3 A Técnica AHP - Processo Analítico Hierárquico

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa incluem a discussão e análise dos principais indicadores e isso requer cuidados no estabelecimento de critérios para a quantificação dos mesmos, ou seja, o estabelecimento de pesos.

Estes cuidados vão além da interação e capacidade do pesquisador em avaliar as possibilidades e situações que os indicadores possam representar no mundo real, visto que envolvem técnicas para associar valores baseados em critérios aceitáveis, dentro do Sistema de Informação Geográfica.

Portanto, considera-se que a técnica apropriada, que permita estimar os pesos, isto é, a contribuição relativa de cada um dos fatores envolvidos, proposta por Thomas Saaty (1978), é denominada Técnica AHP (Analytical Hierarchy Process), a qual se baseia na lógica da comparação pareada, como detalham Correa e Camargo, (2010, p. 67).

O Processo Analítico Hierárquico é iniciado pelo tomador de decisão, ajustando uma hierarquia global de decisões. Esta estrutura identificará os fatores a serem considerados tão bem como as várias alternativas de decisão. Então, procedem-se através de comparações pareadas as quais resultarão na determinação dos pesos dos fatores e avaliações.

De acordo com os autores Correa e Camargo (2010), o tomador de decisões, ou pesquisador, neste caso, precisa organizar os indicadores ambientais, por exemplo, de forma hierárquica para identificar os problemas do ambiente urbano. Através de uma comparação pareada entre estes indicadores, essa técnica determina os pesos para cada um.

Para a aplicação dessa técnica, o primeiro passo é a elaboração de uma listagem de importância relativa entre os indicadores. A técnica permite que

diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão sejam comparados dois-a-dois e, através de um critério de importância relativa, é atribuído um ‘peso’ ao relacionamento entre os fatores, conforme uma escala pré-definida, apresentada na Tabela 1.

Conforme Câmara, Davis e Monteiro (2001, p. 268), a técnica AHP é uma “teoria com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos”.

A estruturação de um modelo hierárquico, através da comparação pondera todos os sub-critérios e critérios e calcula um valor de razão de consistência entre $[0, 1]$, sendo que “0” (zero) indica a completa consistência do processo de julgamento.

Tabela 1 - escala de valores AHP para comparação pareada

INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA	DEFINIÇÃO E EXPLICAÇÃO
1	Importância Igual: os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
2*	Importância Igual / Moderada
3	Importância Moderada: um fator é ligeiramente mais importante que o outro.
4*	Importância Moderada / Essencial
5	Importância Essencial: um fator é claramente mais importante ou melhor que o outro.
6*	Importância Essencial / Demonstrada
7	Importância Demonstrada: um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática.
8*	Importância Demonstrada / Extrema
9	Importância Extrema: a evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
*	2,4,6,8 Valores intermediários entre julgamentos - possibilidade de compromissos adicionais

Fonte: CORREA; CAMARGO, 2010 p. 68. Org. LIMA, V., 2011.

A partir do estabelecimento de critérios de comparação para cada indicador, é possível o estabelecimento de pesos que podem ser utilizados para

a combinação dos diferentes mapas destes indicadores para analisar a qualidade ambiental urbana.

Esta técnica está implementada no Spring, conforme exemplo a Figura 11. Após a seleção dos indicadores para a combinação e assim estabelecer a importância relativa de cada um deles, o sistema fornecerá uma indicação da consistência do critério utilizado para comparação entre os indicadores pelo pesquisador.

The screenshot shows a software interface for decision support. At the top, there's a window title 'Suporte à Decisão'. Below it, a 'Categoria' section contains a list box with five items: 'Mapa de Associação das Anomalias', 'Mapa de Distancias', 'Imagem_Au', 'Imagens', and 'Geologico_Fuzzy'. To the right of the list box is an 'Exibir' button. Below the list box is a table with three columns: 'Critério', 'Peso', and 'Critério'. The table contains several rows of data. The first row has 'Cromo_Fuzzy' in the first column, '5' in the second, 'Melhor' in the third, and 'Cobalto_Fuzzy' in the fourth. The second row has 'Cobalto_Fuzzy' in the first column, '4' in the second, 'Moderadamente Melhor' in the third, and 'Geologico_Fuzzy' in the fourth. The third row has 'Cromo_Fuzzy' in the first column, '8' in the second, 'Criticamente Melhor' in the third, and 'Geologico_Fuzzy' in the fourth. Below these are several rows with empty criteria and 'Igual' comparisons. At the bottom of the table area, there is a 'Razão de Consistência' field with the value '0.081'. At the very bottom, there are three buttons: 'Calcular Peso', 'Fechar', and 'Ajuda'.

Critério	Peso		Critério
Cromo_Fuzzy	5	Melhor	Cobalto_Fuzzy
Cobalto_Fuzzy	4	Moderadamente Melhor	Geologico_Fuzzy
Cromo_Fuzzy	8	Criticamente Melhor	Geologico_Fuzzy
		Igual	

Razão de Consistência: 0.081

Buttons: Calcular Peso, Fechar, Ajuda

Figura 11 - exemplo da aplicação da técnica AHP no Spring. Fonte: Apostila do curso de Análise espacial de dados geográficos, INPE (2010).

De acordo com especialistas em AHP²⁶, é aconselhável que o índice de consistência seja sempre menor que 0,1. Se for maior que 0,1, a sugestão será refazer o procedimento de comparação pareada entre os indicadores.

Se o índice de consistência for compatível com o recomendado, após o cálculo de pesos, o sistema salva uma rotina de programação no banco de dados para ser processada e manipulada no LEGAL. Como o mapa final não é gerado automaticamente, é necessário entrar com dados dos planos de informação nessa rotina e dados de saída para a geração de uma grade numérica com os valores da análise espacial.

O mapa final somente é visualizado depois do processo de fatiamento e associação de classes temáticas.

A técnica AHP também é conhecida como *fuzzy* ponderado (SAMIZAVA, 2006, p. 96). No *fuzzy* ponderado, os pesos de cada indicador podem ser definidos “empiricamente de modo heurístico ou por processos estatísticos” (CÂMARA, Gilberto; FILHO, Raimundo Almeida; MOREIRA, Fábio Roque, 2001, p. 14). Sendo assim, a avaliação do peso depende da análise da importância da evidência resultando num escalonamento das evidências, segundo um grau de importância relativa entre elas.

3.4 Lógica Fuzzy

A análise espacial em SIG pode ser realizada com o uso de técnicas de classificação contínua, ou seja, os dados são transformados com referências entre 0 e 1, e processados por combinação numérica através da inferência “*fuzzy*” (INPE, 2010).

A Lógica Fuzzy (ou *Fuzzy Logic*) foi desenvolvida por Lofti Zadeh, nos anos 1960, como um meio de modelar incertezas da linguagem natural. Na concepção de Silva (2003, p. 194), pode ser definida como a “parte da lógica

²⁶ Informações adquiridas durante o curso de Análise espacial de dados geográficos no INPE em setembro de 2010.

matemática dedicada aos princípios formais do raciocínio incerto ou aproximado”, relacionando aspectos do meio natural, uma vez que os fenômenos não são discretos, ou seja, possuem uma transição entre partes ou regiões na superfície, sendo verdades parciais. Já, no mundo real, essas transições entre a maioria dos fenômenos não são abruptas.

Entretanto, a *Fuzzy Logic* é uma extensão da lógica Booleana, que tem sido estendida para manipular o conceito de “verdade parcial”, isto é, valores compreendidos entre “completamente verdadeiro” e “completamente falso”.

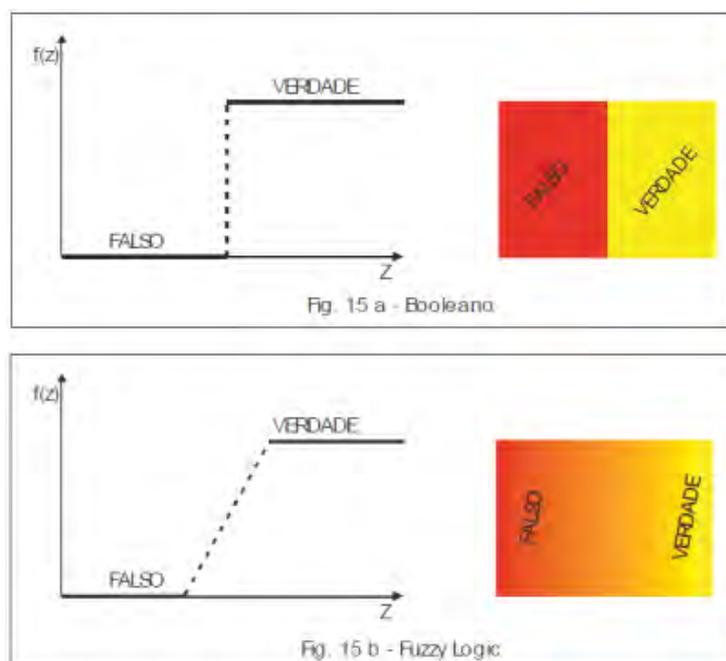


Figura 12 – Diferença entre a Lógica Booleana e a *Fuzzy*. Fonte: Correa; Camargo (2010, p. 76)

Observando a Figura 12, o caso booleano impõe limites rígidos, o que não ocorre no caso *Fuzzy Logic* onde a transição da condição de Falsidade para Verdadeira é gradual e contínua.

Para a análise de qualidade ambiental, nesta pesquisa, não é viável a aplicação da Lógica Booleana, uma vez que as áreas de qualidade ambiental

satisfatória, por exemplo, podem possuir uma faixa ou área de transição até as áreas classificadas com qualidade ambiental ruim.

Essa transição entre as classes de qualidade ambiental pode ser abordada na Lógica *Fuzzy*. No mundo real a matemática não consegue descrever os dados espaciais de maneira satisfatória. Ao espacializar dados de temperatura do ar, por exemplo, existe um gradiente nos intervalos entre as faixas de temperatura, e com a aplicação desse método, os limites entre superfícies não ocorrem bruscamente.

3.5 Sensoriamento remoto na análise de qualidade ambiental

De acordo com Silva (2003, p. 40), o sensoriamento remoto “é uma tecnologia que obtém medidas de um objeto sem tocá-lo fisicamente”, ou seja, através de sensores que são dispositivos sensíveis à energia eletromagnética refletida e transmitida, sem contato, pelos objetos da superfície da terra.

Para Jensen (2000, p. 04), o sensoriamento remoto “is a tool or technique similar to mathematics”, que possui interação com outras ciências da informação geográfica, incluindo, de acordo com o autor, a cartografia, sistemas de informações geográficas, entre outras.

Sendo assim, a técnica de sensoriamento remoto auxilia muitas áreas do conhecimento científico e pode ser aplicado para diagnosticar um evento ou fenômeno, assim como planejar uma determinada área no espaço geográfico.

Para compreender como o sensoriamento remoto pode auxiliar nas análises de qualidade ambiental, considera-se importante compreender alguns conceitos básicos, terminologias e processos que envolvem essa técnica.

Esta tecnologia que envolve a aquisição de medidas e dados dos objetos da superfície terrestre, sem tocá-los, necessita dos sensores que são

“dispositivos idealizados para captar a energia eletromagnética proveniente de objetos e feições naturais da superfície da Terra” (SILVA, 2005 p. 33).

A energia eletromagnética é a propagação da luz, uma forma de radiação eletromagnética, que possui várias faixas e intensidades, diferenciando-se em comprimento e frequência de ondas. Além da luz, existem outras formas de radiação eletromagnética, como exemplo, as emitidas pela onda de rádio, microonda, raio infravermelho, raio ultravioleta, raio-X e raio gama.

Para entender essa diferença entre as várias faixas da energia eletromagnética é necessário compreender que o sol é a principal fonte de energia eletromagnética, irradiando energia para todas as partes da superfície da Terra. A propagação dessa energia obedece a princípios físicos que, segundo Luchiari; Kawabubo e Morato (2005, p. 34), segue o modelo ondulatório a uma velocidade constante de 300.000 km/s.

O espectro eletromagnético refere-se à união de todos os tipos de energias num gráfico, através do comprimento de onda e frequência apresentado pela unidade de medida chamada de micrômetro (μm). (FIGURA 13).

Na Figura 13, é representada a distribuição da radiação eletromagnética que inclui os raios cósmicos, raios gama e raios x que possuem comprimento de onda curta, porém uma alta frequência. Logo após, o ultravioleta e a energia do visível, ou luz visível, esta última que é sensível ao olho humano.

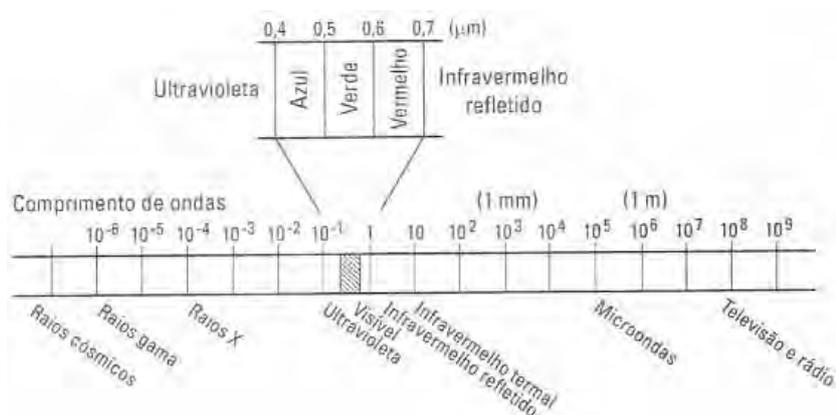


Figura 13 – Representação do espectro eletromagnético. Fonte: Luchiari; Kawabubo; Morato (2005, p. 35).

Conforme Florenzano (2002, p. 11), “o olho humano enxerga a energia (luz) eletromagnética, sendo capaz de distinguir as cores do violeta ao vermelho”, que vai de 0,4 a 0,7 μm , aproximadamente.

A radiação solar situa-se na faixa espectral que varia entre 0,2 e 10 μm e 99% dela encontra-se na faixa entre 0,4 e 07 μm , que compreende a faixa do visível. A energia proveniente do sol atravessa a atmosfera, atingindo a superfície da Terra e parte desta energia retorna, sendo captada pelo sensor. (LUCIARI; KAWABUBO; MORATO, 2005, p. 35).

Utilizar técnicas do sensoriamento remoto e aplicar nas análises de qualidade ambiental requer a compreensão dessas faixas de radiação do espectro eletromagnético, principalmente a do visível e do infravermelho.

Aumentando o comprimento de onda e diminuindo a frequência, é representada, sequencialmente, a radiação do infravermelho (referente à do calor), que inclui a região do infravermelho próximo, médio e distante termal.

Os objetos e feições da face da Terra recebem a energia emitida pelo sol, em todas as frequências e comprimentos de ondas, exceto aquela que é espalhada ou bloqueada pelos gases presentes na atmosfera.

Todos os objetos com temperatura acima de zero (0 Kelvin) emitem radiação. Cada objeto possui uma interação diferenciada com a energia eletromagnética recebida. Parte dessa energia pode ser absorvida, transmitida, refletida e espalhada.

Os sensores, que são instrumentos sensíveis à energia eletromagnética, ficam acoplados aos satélites e captam a energia que é refletida depois do seu processo de interação com a superfície da Terra.

3.6 Comportamento espectral

O comportamento espectral dos objetos é justamente o principal elemento a ser compreendido para aplicar o sensoriamento remoto nas análises de qualidade ambiental, visto que cada objeto pode sofrer o processo de absorção e reflexão de forma diferente, além de poder transmitir, dependendo de suas características e seus materiais constituintes.

De acordo com os autores Luchiari; Kawabubo e Morato (2005, p. 36), quando a luz incide sobre a folha das árvores, estas absorvem parte dos comprimentos de ondas diferentes do verde, no caso o azul e vermelho, ou seja, reflete muito mais energia do comprimento de onda do verde. Conseqüentemente, uma planta que possui as folhas amareladas não vai refletir mais a luz do verde, mas terá uma interação maior de reflectância com os outros comprimentos de ondas, principalmente do vermelho. Isso ocorre porque o fator que impulsiona a quantidade de energia a ser absorvida, ou não, refere-se à composição físico-química da planta.

A energia absorvida pela folha desencadeia reações físico-químicas e, posteriormente, pode ser liberada em outro comprimento de onda, como o calor que pode ser detectado pelos sensores que operam no infravermelho. (LUCIARI; KAWABUBO; MORATO, 2005, p. 36)

Portanto, os estudos de vegetação utilizam principalmente, a faixa do visível referente o comprimento de onda correspondente ao verde e do

infravermelho próximo e termal. Na energia do infravermelho termal, a vegetação tende a emitir mais energia dispondo, assim, de mais informações e detalhes sobre esse elemento. As informações sobre o infravermelho serão abordadas, mais adiante e de forma mais aprofundada com referência aos estudos de vegetação e temperatura da superfície.

A curva espectral da vegetação, na região do visível, a vegetação reflete mais energia na faixa correspondente à do verde. Conforme Florenzano (2002, p. 12), isso explica porque o olho humano enxerga a vegetação na cor verde. Mas, percebe-se que este mesmo elemento, a vegetação, reflete mais ainda na faixa do infravermelho próximo e, por isso, nesta área de radiação ela se diferencia muito mais de todos os outros elementos.

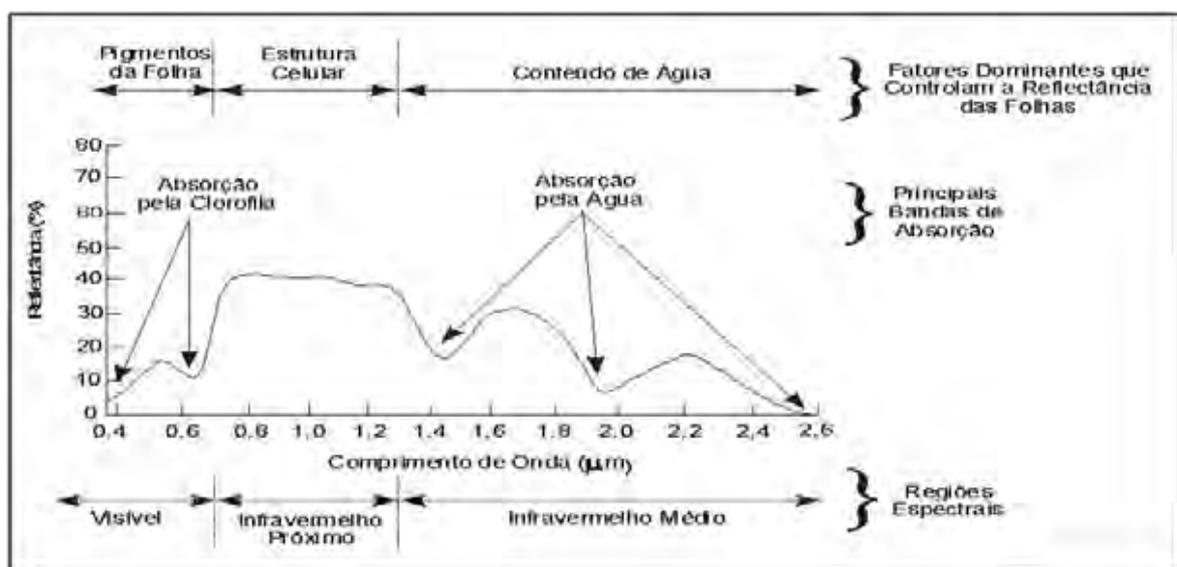


Figura 14 - Curva espectral da vegetação. Fonte: Araújo, 1999 apud NOVO, p. 256, 2010.

Conforme Novo (2010, p. 255), através da representação da curva espectral da vegetação na Figura 14, percebe-se que seu comportamento se modifica ao longo de seu ciclo e fica evidente a importância de analisá-la na faixa do infravermelho próximo.

Sabe-se que dependendo das características e materiais constituintes, os objetos podem interagir de forma diferente entre si e com diferentes faixas da radiação e, com isso, absorver mais ou menos energia. Entretanto, é necessário compreender que para aplicar técnicas de sensoriamento remoto, deve-se fazer a leitura da resposta espectral dos elementos da superfície terrestre e, dependendo dos objetivos do estudo, escolher quais sensores podem gerar produtos para as análises.

Os sensores podem ser passivos ou ativos, ou seja, os que não possuem fonte de energia e os que possuem sua própria fonte, respectivamente. A maioria dos satélites, por exemplo, possui sensores passivos, pois dependem da energia do sol, já os radares possuem sua própria fonte, o que permite captar a refletância dos objetos no período noturno. Outra característica dos sensores, que precisa ser levada em consideração, é que são projetados para detectar em faixas distintas do espectro eletromagnético, podendo ter capacidade para operar em várias faixas de radiação.

Neste contexto, conhecer as especificidades dos sensores e também dos satélites é muito importante para escolher quais as fontes que servirão para as análises pretendidas.

Nesta pesquisa foram utilizadas imagens de satélite que correspondem às faixas de radiação do visível e do infravermelho próximo e termal, para os indicadores: índice de vegetação, temperatura da superfície e uso da terra urbano.

Antes de detalhar melhor as técnicas do sensoriamento remoto, empregadas para cada um desses indicadores, as resoluções espacial, espectral e radiométrica precisam ser levadas em consideração para as análises de qualidade ambiental urbana, assim como qualquer outra área de pesquisa.

A resolução refere-se “à capacidade do sensor de distinguir objetos espacialmente muito próximos e com respostas espectrais similares” (LUCHIARI; KAWABUBO; MORATO, 2005, p. 38).

Neste contexto, entende-se a resolução espacial como a capacidade que o sensor tem para distinguir objetos muito próximos no espaço: uma resolução de 20 metros, por exemplo, significa que tudo que estiver no espaço de 20 metros será homogeneizado, ou seja, apenas os objetos com uma distância superior à mencionada, apresentarão maior detalhamento na imagem.

Já, a resolução espectral refere-se à capacidade que sensor tem sobre a amplitude e à quantidade de faixas espectrais com as quais opera.

This refers to the number and dimension of specific wavelength intervals in the electromagnetic spectrum to which a remote sensing instrument is sensitive (JENSEN, 2000, p.12).

A amplitude das faixas espectrais refere-se à faixa que o sensor pode captar, como por exemplo, de 0,4 a 0,5 μm (visível) e a quantidade pode ser de 8 faixas ou bandas de um respectivo sensor.

A resolução radiométrica diz respeito à “amplitude de níveis de intensidade de energia que um sensor detecta, ou seja, sua sensibilidade” (LUCHIARI; KAWABUBO; MORATO, 2005, p. 38). No caso das imagens, a amplitude da resolução radiométrica refere-se aos níveis de cinza que variam do branco ao preto.

Radiometric Resolution: this is defined as the sensitivity a remote sensing detector to differences in signal strength as it records the radiant flux reflected or emitted from the terrain. It defines the number of just discriminable signal levels; consequently, it can have a significant impact on our ability to measure the properties of scene objects (JENSEN, 2000, p. 16).

Esse número de sinais que Jensen (2000) se refere, diz respeito a imagens de 6 bits, por exemplo, que possuem de 0 a 63 níveis de cinza, de 8 bits que

possuem de 0 a 255 níveis de cinza e de 11 bits que possuem de 0 a 2.047 níveis de cinza. A maioria das imagens possui 8 bits, como a CBERS, Landsat e Alos.

Alguns sensores de alta resolução (resolução espacial de até 1 metro), possuem 11 bits, como é o caso das imagens utilizadas na pesquisa, do satélite WorldView-II.

3.7 Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à paisagem urbana

A paisagem urbana apresenta uma complexidade de atividades, fluxos e materiais constituintes como concreto, asfalto, metal, madeira, plástico, água, grama, vegetação, entre outros. Todos esses materiais, que fazem parte das construções, concretizam-se na paisagem urbana, de forma ordenada ou não, como materiais adequados ou não.

O solo urbano, e de seu entorno, possui valores agregados que dependem de vários fatores, como a localização, que geralmente são gerenciados pelo mercado imobiliário, seus gestores e planejadores, tanto da esfera privada quanto da pública. A melhor forma de adquirir dados e informações que possam facilitar o planejamento desses espaços são as fotografias aéreas, como muitas cidades já fazem. Esta técnica também faz parte dos produtos gerados através do sensoriamento remoto e pode trazer detalhamento da área e resolução muito melhor do que as imagens de satélites.

Entretanto, a aquisição das fotografias aéreas nem sempre são fáceis e compatíveis com a receita das prefeituras, principalmente das cidades pequenas. Uma alternativa é recorrer, ao máximo, de imagens das paisagens urbanas, via satélite, principalmente aquelas que são disponibilizadas gratuitamente e possuem uma resolução temporal que permita adquirir e explorar alguns dados e informações destas. Para a análise de qualidade ambiental, algumas destas informações sobre a paisagem urbana, através das imagens de satélite, estão associadas à vegetação, aos padrões dos tipos de uso da terra e da temperatura da superfície.

3.8 Sensoriamento remoto para análise da vegetação urbana

A vegetação é fundamental para a qualidade ambiental das paisagens urbanas, está presente nos espaços públicos e privados, em praças, parques, jardins, nos espaços livres das residências e nas vias de circulação. Pode ser dividida em vegetação rasteira, arbustiva e arbórea, cada qual com seu papel e importância para o microclima, frescor, qualidade do ar, conforto térmico, o que contribui para as áreas permeáveis das cidades.

Cabe salientar que não serão abordadas, neste momento, as especificações e importância da vegetação e das áreas verdes como indicadores da qualidade ambiental, mas deixar claros os conceitos e técnicas utilizados na pesquisa e que envolvem o sensoriamento remoto.

A compreensão sobre a interação da vegetação com a radiação eletromagnética é fundamental, pois através dela, pode-se verificar, por exemplo, que a absorção da radiação não é a mesma ao longo do espectro, que vai depender dos fatores químicos e estruturais da vegetação.

Mas, de uma forma geral, se a vegetação é sadia e verde, vai absorver muita energia do comprimento de onda do azul e do vermelho e um pouco menos do verde, devido à presença da clorofila. O canal do verde da faixa visível do espectro eletromagnético, tende a ter um pouco de refletância aumentando consideravelmente no infravermelho próximo. Portanto, os estudos de vegetação utilizam principalmente o canal do verde no visível e do infravermelho próximo.

Para Ponzoni e Shimabukuro (2007, p. 78),

a baixa refletância das folhas na região do visível se deve à absorção da radiação solar pela ação dos pigmentos fotossintetizantes, enquanto que a alta refletância na região do infravermelho próximo se deve ao espalhamento (refletância e transmitância) da radiação no interior das folhas em função da estrutura interna.

De acordo com estes autores, vários índices de vegetação foram propostos com o objetivo de compreender o comportamento espectral da vegetação referente à biomassa, área foliar, entre outros. O interessante é que quanto maior “a densidade da cobertura vegetal em uma determinada área,

menor será a reflectância na região do visível devido à maior oferta de pigmentos fotossintetizantes” (PONZONI e SHIMABIKURO, 2007 p. 79).

Os conhecimentos adquiridos sobre o comportamento espectral da vegetação levou a comunidade científica a desenvolver índices que possam extrair informações desse elemento da superfície da Terra, através do sensoriamento remoto.

Conforme Jensen (2000, p. 361), desde a década de 60, os cientistas vêm trabalhando em parâmetros biofísicos da vegetação. O índice de vegetação - “defined as dimensionless, radiometric measures that function as indicators of relative abundance and activity of green vegetation [...]”.

Existem várias formas de calcular o índice de vegetação, porém as mais conhecidas são o índice de vegetação por razão simples (RVI) e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI).

A razão simples é “a razão entre o fluxo radiante refletido no infravermelho próximo (p_{nir}) e o fluxo radiante refletido no vermelho (p_{red})” (JENSEN, 2009, p. 387), ou seja, a razão entre as bandas visíveis e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, conforme a Equação 1:

$$RVI = \frac{P_{nir}}{P_{red}}$$

Equação 1 - Índice de vegetação. Fonte: Apostila do curso de processamento digital de imagens. INPE, 2010.

Esse procedimento pode realçar diferenças espectrais entre solo e vegetação. Por este motivo, a razão entre estas bandas tem sido muito utilizada na estimação de biomassa e cobertura de vegetação. O índice de vegetação por diferença normalizada, o NDVI, é mais sensível à vegetação esparsa do que o RVI.

Rouse et al (1973) apud Shimabikuro e Ponzoni (2007, p.82), propuseram a normalização do índice de vegetação para o intervalo de -1 a +1, sendo que “ para os alvos terrestres o limite inferior torna-se aproximadamente zero (0) e o limite superior aproximadamente 0,80”.

Esta normalização é realizada através da Equação 2, utilizando-se as faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético. A aplicação desta fórmula faz com que a vegetação na imagem seja evidenciada com valores próximos a +1. Na prática, essas áreas são representadas com tons mais claros e, ao contrário, as áreas com ausência de vegetação, com tonalidade escura.

$$\text{NDVI} = (p_{\text{IVP}} - p_{\text{V}}) / (p_{\text{IVP}} + p_{\text{V}})$$

Onde: p_{IVP} é a reflectância no infravermelho próximo;
 p_{V} é a reflectância no vermelho.

Equação 2 – Índice de vegetação de diferença normalizada. Fonte: Shimabikuro e Ponzoni (2007, p. 82-83)

O índice de vegetação normalizada, conforme Ponzoni e Shimabikuro (2007, p.83), é uma ferramenta muito utilizada para monitoramento da vegetação, através da construção de perfis sazonal e temporal de suas atividades. Mas, salientam que sua interpretação deve considerar os fatores limitantes, como a interferência atmosférica e a resolução espacial, entre outros.

Para mapear as áreas de vegetação das paisagens urbanas, é necessário aumentar o contraste entre solo e vegetação, utilizando a razão entre canais referentes ao vermelho e infravermelho próximo que está implementada no Spring, através da operação aritmética, como pode ser observada na fórmula no Quadro 2.

Quadro 2 –Operação aritmética do NDVI

NDVI = Ganho * ((A-B)/(A + B)) + Offset	A = banda infravermelho próximo
	B = banda vermelho

Fonte: Apostila do curso de processamento digital de imagens. INPE, 2010.

Com esta operação aritmética no Spring, o índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) aumenta o contraste espectral entre a vegetação e o solo; os efeitos de iluminação, declividade da superfície e geometria de "visada" são parcialmente compensados pelo índice.

No Spring, além do cálculo do NDVI, como a intenção é gerar um mapa do índice de vegetação para a análise de qualidade ambiental, é aplicado outro procedimento que se refere à classificação da imagem NDVI.

Visando extrair as feições de interesse, ou vegetação urbana, realizam-se alguns testes de segmentação na imagem NDVI. Com a técnica de segmentação da imagem pelo método "crescimento de regiões", elabora-se a classificação supervisionada da imagem NDVI segmentada, com o classificador *Battacharya*. Este classificador necessita de amostras da imagem segmentada, adquiridas através da ferramenta treinamento.

Por fim, aplica-se o procedimento de "pós-classificação" com o objetivo de uniformizar os temas, ou seja, eliminar pontos isolados e, com o mapeamento, transformar uma imagem classificada (categoria Imagem) para um mapa temático (categoria Temático).

A imagem classificada é representada com suas devidas classes como, "mata" (na imagem NDVI é apresentada com o tom mais claro de cinza), "média densidade de vegetação" (áreas com tons intermediários de cinza), "baixa densidade de vegetação" (áreas com tons de cinza escuro) e "inexistente vegetação" (áreas em que os pixels apresentavam valores perto da cor preta).

3.9 Temperatura da superfície para análise da qualidade ambiental

Como já se sabe, o sensoriamento remoto auxilia cada vez mais em análises e na aquisição de informações da superfície terrestre devido a geração de produtos que transpassam o visível, através do processamento dos dados adquiridos pela captação da energia eletromagnética que é transmitida e refletida pelos objetos da mesma.

A energia solar (luz branca) pode ser dividida em várias faixas de comprimentos e frequências de ondas, formando o espectro eletromagnético formado pelas radiações visíveis e invisíveis como o ultravioleta e a infravermelha.

Portanto, de acordo com Jensen (2000, p. 244), “all objects that have a temperature above absolute zero (0 K) emit electromagnetic energy”. Sendo assim, todas as feições e objetos da paisagem emitem “radiação infravermelha termal na proporção de 3,0 - 14 μm do espectro”.

Com os produtos dos sensores é possível monitorar características térmicas da paisagem urbana. Conforme Jensen (2000, p. 244) os elementos da paisagem possuem características termais previsíveis com base em suas características e capacidades de absorverem a energia solar. Por isso, é possível usar essas informações para:

- 1) determine the type of material in certain instances based on its thermal emission characteristics, and/or 2) evaluate if significant changes have taken place in the thermal characteristics of these phenomena through time (JENSEN, 2000, p. 244).

O fator de emissividade dos objetos depende de características como a cor (cor escura absorve mais energia), composição química, rugosidade superficial, teor de umidade, compactação, etc.

De acordo com Jensen (2009), na porção do infravermelho do espectro, a emissividade espectral pode ser igual a sua absorptância espectral; os valores medidos da emissividade dos objetos variam entre 0 e 1,0.

Sendo assim, se a refletividade aumenta, a emissividade deve diminuir. Por exemplo, a água que absorve quase toda a energia e reflete muito pouco é classificada como um emissor muito bom e tem alta emissividade, próxima do valor 1,0.

Diante dessas informações, dependendo do comportamento espectral de cada objeto da superfície terrestre, podem-se analisar informações relevantes do canal termal através do seu grau de emissividade. (QUADRO 03)

Quadro 03 - Emissividade de 8 - 14 μm para materiais selecionados

Material	<i>Emissividade (E)</i>
Água	0,92 - 0,98
Concreto	0,71 - 0,90
Asfalto	0,95
Cimento/pedra	0,97
Solo arenoso	0,90
Vegetação	0,96 - 0,98
Aço inoxidável	0,16
Granito	0,86

Organização: LIMA, V., 2010. Adaptação de JENSEN, J. R., 2009 p. 260.

Nesse contexto, as informações de temperatura da superfície relacionam-se com a distribuição espacial da cobertura vegetal arbórea, assim como dos tipos de uso da terra. Tanto a vegetação como o uso da terra nas paisagens urbanas interferem na formação do clima urbano, dependendo de suas características e densidade.

A elaboração da carta de temperatura da superfície segue o procedimento de transformação dos níveis de cinza (NC) para temperatura em graus Celsius, utilizando as imagens do canal do infravermelho termal (faixa espectral de 10,4 a 12,5 μm - micrômetro-unidade de medida do espectro eletromagnético²⁷) do satélite Landsat-7, por exemplo, que possui resolução espacial de 60 metros.

O satélite Landsat 7 foi lançado em **abril de 1999 pela *National Aeronautics and Space Administration (NASA)***, mas o sensor ETM+ apresentou problemas em maio de 2003, e, por isso, as imagens adquiridas para a elaboração das cartas de temperatura da superfície, na maioria das áreas, são datadas até 2003.

Outra opção seria utilizar as imagens do canal termal do Landsat 5, porém nesta faixa de radiação eletromagnética o sensor deste satélite opera com resolução espacial de 120 metros, o que dificultaria para aplicar em cidades pequenas.

Os procedimentos para a obtenção das temperaturas em **grau Celsius** ($^{\circ}\text{C}$) podem ser realizados no aplicativo IDRISI Andes versão 15.0, ou mesmo no Spring através de uma rotina de programação no LEGAL - Linguagem Espacial de Geoprocessamento Algébrico - com a utilização de parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura Kelvin e finalmente para graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) obtidos no site do satélite Landsat (NASA)²⁸.

De acordo com Dumke (2007, p. 246), para a obtenção das temperaturas de superfície, adota-se a sequência:

Os valores de níveis de cinza (NC) da imagem são convertidos para radiância espectral, por meio dos parâmetros de radiância calibração absoluta de pós-lançamento do sensor. Os valores de

²⁷ Fonte da informação: http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/ATUS_LandSat.php

²⁸ Disponível em:

http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter11/chapter11.htm

radiância espectral obtidos são, então, transformados em refletância aparente;

- A estimativa das temperaturas da superfície terrestre, em graus Kelvin, por radiometria [...];
- A grade de temperatura da superfície é gerada mediante a transformação de graus Kelvin para graus Celsius (°C).

Portanto, a primeira etapa, refere-se à conversão dos níveis de cinza para informações de radiância com a aplicação da seguinte fórmula:

$$L_{\lambda} = ((lmax_{\lambda} - Lmin) / (QCALMAX - QCALMIN)) * (QCALMIN - QCAL) + Lmin_{\lambda}$$

Podem-se visualizar o significado e os valores dos elementos que compõem esta fórmula no Quadro 04.

Quadro 04 – Elementos da fórmula de conversão para radiância

L_λ	Radiância espectral em sensor de abertura em Watts
QCAL	Valor quantizado calibrado pixel em DN
Lmin_λ	Radiância espectral, que é dimensionada para QCALMIN em Watts = 0.000
LMax_λ	Radiância espectral, que é dimensionada para QCALMAX = 17.040
QCALMIN	O mínimo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a Lmin _λ), em DN = 1
QCALMAX	Máximo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a LMax _λ) no DN = 255

Organização: LIMA, V., 2010. Fonte: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>

Conforme Dumke (2007, p. 411), “os valores de $L_{i,max}$ e $L_{i,min}$ podem se alterar em função da data do imageamento e do tipo de sensor”. Para as imagens do sensor ETM+ (satélite Landsat 7) devem-se utilizar os parâmetros apresentados no Quadro 05, com destaque para os valores utilizados nos procedimentos para a elaboração das cartas de temperatura da superfície.

Quadro 05 - ETM + - Faixa de radiância espectral Watts

Número Bandas	Processada antes de 01 de julho de 2000				Processada depois de 01 de julho de 2000			
	Baixo ganho		Alto Ganho		Baixo ganho		Alto Ganho	
	Lmin	LMax	Lmin	LMax	Lmin	LMax	Lmin	LMax
1	-6,2	297,5	-6,2	194,3	-6,2	93,7	-6,2	91,6
2	-6,0	303,4	-6,0	202,4	-6,4	00,9	-6,4	96,5
3	-4,5	235,5	-4,5	158,6	-5,0	34,4	-5,0	52,9
4	-4,5	235,0	-4,5	157,5	-5,1	41,1	-5,1	57,4
5	-1,0	47,70	-1,0	31,76	-1,0	7,57	1,0	1,06
6	0,0	17,04	3,2	12,65	0,0	7,04	3,2	2,65
7	0,35	16,60	0,35	0,932	0,35	6,54	0,35	0,80
8	-5,0	44,00	-5,0	58,40	-4,7	43,1	-4,7	58,3

Fonte: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>

Após a conversão dos níveis de cinza em radiância, é aplicada a fórmula a seguir para converter os valores em temperatura Kelvin:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

Considerando que:

T = Temperatura efetiva no satélite em Kelvin;

K2 = Constante de calibração 2, conforme valores do Quadro 6;

K1 = Constante de calibração de 1, conforme valores do Quadro 6;

L = Radiância espectral, em Watts / (metro quadrado ster ** mm)

O Quadro 06 apresenta os valores que foram substituídos na fórmula para conversão em temperatura Kelvin.

Quadro 06 - ETM + - térmica constantes de calibração

	Constant 1 - K1 Watts / (metro quadrado ster ** mm)	Constant 2 - K2 Kelvin
Landsat 7	666,09	1.282,71
Landsat 5	607,76	1.260,56

Fonte: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>

O próximo passo é a conversão de graus Kelvin em graus Celsius. Para gerar a grade de temperatura da superfície em graus Celsius [°C], os valores de temperatura são subtraídos de 273,15.

O resultado será um mapa com valores de temperatura em graus Celsius, que possibilita verificar, por exemplo, as alterações provocadas no ambiente urbano, a sua forma de organização, juntamente com os tipos de materiais construtivos.

As consequências dessas alterações têm provocado problemas recorrentes que interferem na qualidade ambiental das cidades. Para analisá-la é tão importante utilizar indicadores ambientais que possam realmente “indicar” o seu estado, quanto depende dos critérios utilizados para isso.

Entre as várias classes que compõem essas análises, a do clima se apresenta com grande importância, visto que os impactos provocados pelo “sistema urbano” interferem na sua dinâmica, formando ambientes de baixa qualidade ambiental, através da interferência no conforto térmico, na direção e intensidade dos ventos, na precipitação, na formação das ilhas de calor, entre outros.

As informações da temperatura da superfície, adquiridas através de técnicas de sensoriamento remoto, com o uso do canal termal, mostram-se relevantes para as análises de qualidade ambiental.

Percebe-se claramente a influência e a importância da vegetação para o aumento ou não da temperatura da superfície. Lembrando que esses dados se referem ao grau de emissividade dos objetos da superfície, captados pelos sensores a bordo do satélite, num determinado dia e horário, possuindo interferências atmosféricas que são corrigidas pelas fórmulas aplicadas nessa técnica.

A grande dificuldade é a adaptação dessas informações, que são temporais, e a dificuldade de acesso a imagens atuais com resolução aceitável, pois as mudanças no uso e ocupação do solo podem alterar os resultados.

3.10 Análise da ilha de calor urbana

As alterações provocadas pelo ambiente urbano e a formação do clima urbano provocam a formação das ilhas de calor que, de acordo com Jensen (2009, p. 288), “são causadas pelo desflorestamento e substituição da superfície do solo por materiais não-evaporativos e não porosos, como asfalto e concreto”. De acordo com este autor, esse processo condiciona uma redução na evapotranspiração e um aumento geral da temperatura da paisagem urbana.

Com a disponibilidade de informações geradas através de sensoriamento remoto do infravermelho termal de alta resolução, seria possível verificar as diferenças térmicas no ambiente urbano.

Através de algumas avaliações realizadas em pesquisas que utilizaram essas técnicas, Jensen (2009, p. 288) exemplifica que, durante o dia, as áreas comerciais podem apresentar temperaturas mais altas, e as mais baixas ficam restritas aos corpos d’águas, vegetação e terras de uso agrícola. Entretanto, salienta que áreas residenciais podem apresentar temperaturas intermediárias pela composição heterogênea de casas, grama e coberturas arbóreas.

No entanto, verificou-se nestas pesquisas que, à noite, as áreas de comércio, por exemplo, esfriaram relativamente rápido, “não obstante, suas temperaturas mesmo nas horas matinais antes do amanhecer ainda estavam ligeiramente mais altas que aquelas de vegetação e agricultura”.

Mas cabe ressaltar que a falta de disponibilização e acesso às informações e imagens do infravermelho termal, em altas resoluções, dificultaram o processo de documentar esse fenômeno temporalmente. Neste caso, as imagens disponíveis para análises desse tipo, foram as do Satélite Landsat-7, com resolução de 60 metros, que gerou imagens até o início de 2003 e as do Landsat-5, porém com resolução espacial de 120 metros, o que dificulta as análises intraurbanas.

3.11 Cobertura das construções na paisagem urbana

As paisagens urbanas são dinâmicas e complexas, não podem ser compreendidas apenas através de alguns elementos. Essa complexidade inclui questões econômicas, sociais, políticas, culturais e ambientais.

Todos estes elementos (des)organizados fornecem importantes informações para a análise de qualidade ambiental. As questões econômicas e sociais, que muitas vezes vão além da esfera política local, refletem no padrão construtivo, como exemplo, os materiais utilizados na construção das residências, que influencia diretamente no conforto térmico e na qualidade de vida da população.

Conforme Ribeiro (2010, p. 29), conhecendo a cobertura das construções, tornam-se possíveis estudos sobre a configuração do espaço urbano e seus processos de ocupação. A autora aborda essa questão através do termo “cobertura do solo”, mas que nesta pesquisa foi utilizado cobertura das construções. A autora explica que

o sensoriamento remoto apresenta-se como uma maneira eficiente para obtenção de informações acerca da cobertura do solo, observada sua capacidade de aquisição sinóptica de dados de grandes áreas no terreno com um nível de detalhamento adequado aos estudos urbanos. (RIBEIRO, 2010 p. 29).

Mas salienta que a principal dificuldade são os sensores orbitais atuais, de alta resolução espacial, que possuem limitação quanto à resolução espectral, comprometendo a diferenciação das classes de cobertura das construções para classificação automática.

O estudo de Ribeiro (2010) traz uma alternativa viável para utilizar técnicas de sensoriamento remoto para mapeamento da cobertura das construções, através de imagens do sensor WorldView-II, que foi lançado em outubro de 2009. A diferença deste sensor para os demais, de alta resolução espacial, está na resolução espectral.

Possui 8 bandas multiespectrais, sendo cinco localizadas na faixa do espectro eletromagnético visível e três na faixa do infra-vermelho próximo. Sua resolução espacial é de 0,46m na banda pancromática e 1,84m nas multiespectrais. (RIBEIRO, 2010 p. 30)

Neste contexto,

o detalhamento propiciado pela melhoria das resoluções espacial e espectral, juntamente com o aprimoramento das técnicas de processamento de imagens, tem possibilitado a análise e o mapeamento da cobertura do solo em um nível nunca realizado anteriormente com imagens orbitais (RIBEIRO, 2010 p. 30) .

Conforme Ribeiro (2010, p. 33), o mapeamento da cobertura das construções por meio de imagens de sensoriamento remoto, associadas a outras fontes de dados, podem possibilitar “o monitoramento da dinâmica espaço-temporal, a detecção de áreas de ocupação irregular, o estabelecimento de novas áreas para construções, estudos de impermeabilização do solo, dentre outros”.

Diante dessas informações, considera-se que os fatores que influenciam a queda da qualidade ambiental envolvem também elementos socioeconômicos e de uso e ocupação do solo.

Entretanto, concordando com Ribeiro (2010, p. 33), o uso da terra urbano não pode ser diretamente determinado através do sensoriamento remoto, porém a cobertura das construções que tem uma relação direta com a radiância espectral, detectada pelos sensores, pode ser utilizada nas análises de qualidade ambiental.

A grande dificuldade para mapear as áreas urbanas deve-se à discriminação espectral dos alvos urbanos, pela grande variedade de materiais que os compõem e isso se associa à composição química dos alvos, tornando os objetos muito parecidos diante dos atributos espectrais.

Neste sentido, apenas a melhoria da resolução espectral dos atuais sensores de alta resolução não garante uma classificação de cobertura do solo com altos níveis de exatidão temática para ambientais intra urbanos (RIBEIRO, 2010 p. 40).

Conforme a autora, existem alguns obstáculos na caracterização espectral de alvos urbanos, que usam imagens de alta resolução espacial. Dentre eles, destacam-se:

- 1) Algumas classes de cobertura do solo possuem comportamento espectral muito semelhante, não sendo discerníveis somente a partir de suas características espectrais.
- 2) Presença de materiais que não se comportam como superfícies lambertianas, de modo que a quantidade de energia refletida varia com o ângulo de iluminação solar e com o posicionamento do sensor (ângulo de elevação e azimute) em relação ao alvo. Isto impede a associação de um determinado material a um comportamento espectral específico, como ocorre no caso de coberturas de alumínio (MEISTER, 2000).
- 3) Os objetos de interesse no ambiente intra-urbano (edifícios, casas, quadras esportivas, piscinas, etc.) são maiores do que os pixels da imagem, resultando em uma grande variabilidade interna do número digital dos pixels dentro de uma mesma classe (HEROLD et al., 2002;2004; MEINEL et al., 2001; SCHIEWE; TUFTE, 2005) (RIBEIRO, 2010 p. 40 e 41).

Referente à questão dos problemas de resolução espectral das imagens de alta resolução espacial, os sistemas mais conhecidos de informações geográficas utilizam os métodos de análises e processamento de imagens baseado em pixel. Como atualmente já é possível imagens orbitais com resolução espacial de menos de 1 metro, os métodos requeridos necessitam ser baseados em objetos, ou seja, a classificação da imagem passa a considerar informações dos objetos, além da resposta espectral como as dimensões, forma e textura.

A metodologia para mapear a cobertura das construções requer uma definição das classes de cobertura das construções com base em análise visual das imagens e interpretação dos objetos realizada em campo.

Como nas áreas urbanas não é possível diferenciar objetos com comportamento espectral muito semelhante, utiliza-se uma generalização de classes que possam abranger mais de um tipo de material.

Conforme Ribeiro (2010, p. 75), “os telhados de aço galvanizado e alumínio limpos são diferenciados devido as bandas de absorção na região do infra vermelho próximo”. As classes de cobertura de cimento incluem as telhas de fibrocimento, com e sem amianto, telhas de cimento pigmentado, coberturas de lajes planas de concreto e pavimentação que é feita em concreto, observada pelo brilho nas imagens.

Entretanto, é importante deixar claro que essas classes podem ser alteradas de acordo com os objetivos da pesquisa, mas essa hierarquia permite ter uma boa compreensão dos elementos que serão mapeados.



CAPÍTULO IV

Paisagens de Presidente Epitácio/SP e Nova Andradina/MS

5. Paisagens do Oeste do estado de São Paulo e Sudeste do Mato Grosso do Sul

Presidente Epitácio e Nova Andradina possuem diferenças sociais econômicas, ambientais e culturais que podem ser identificadas na própria análise de qualidade ambiental de cada uma.

Para abordar as principais características destas paisagens, optou-se por fazer uma breve explanação da influência da economia regional e os principais fatores que impactaram a região em que se inserem estas duas cidades.

Para isso, consideraram-se as relações e influências econômicas, culturais, sociais e ambientais, considerando a análise da Raia Divisória São Paulo – Mato Grosso do Sul – Paraná que, de acordo com Passos (2006, p. 13),

“as fronteiras, são raias, isto é, áreas de integração nas quais os processos se manifestam segundo uma lógica de descontinuidade objetiva da paisagem ou, ainda, segundo uma impermeabilidade muito acentuada entre as parcelas do território submetidas às definições e redefinições territoriais mais ou menos independentes.

Ainda de acordo com Passos (2006, p.15) essa raia divisória compreende a região denominada de “Pontal do Paranapanema”, “microregião de Paranaíba”, “sudeste do Mato Grosso do Sul” e a “calha do Alto Curso do Rio Paraná”. Estas podem atuar como áreas de integração econômica e também como uma linha divisória entre as parcelas do território. (FIGURA 15)

Através desta perspectiva é possível analisar os fatores que influenciam e influenciaram as questões relacionadas ao desenvolvimento desigual das parcelas territoriais envolvidas na raia divisória SP-PR-MS.

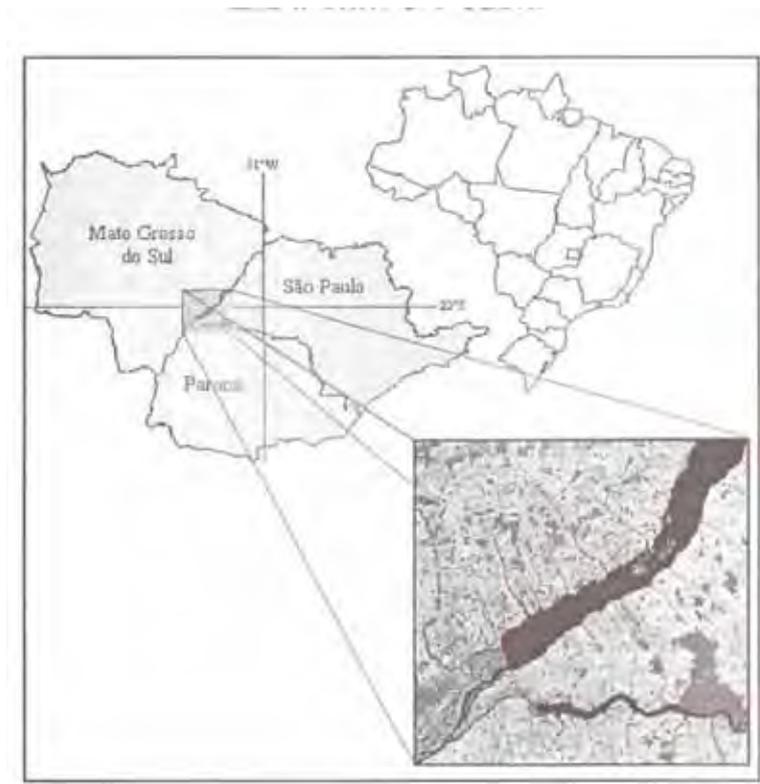


Figura 15 – A raia divisória São Paulo – Paraná – Mato Grosso do Sul. Fonte: PASSOS, 2006-2008 p. 16

Para compreender como essas questões podem influenciar na qualidade ambiental, foi importante analisar as paisagens que pertencem às duas cidades escolhidas para esta pesquisa, ou seja, Nova Andradina e Presidente Epitácio. O objetivo da análise foi compreender como os fatores econômicos, sociais, culturais e políticos interferem direta e indiretamente nos aspectos que integram as preocupações sobre a qualidade ambiental.

As duas cidades, mesmo localizadas em áreas relativamente próximas, possuem diferenças contrastantes em suas paisagens urbanas e, por este motivo, optou-se por inserir a discussão da raia divisória para compreender estas constatações entre essas parcelas do território.

Algumas hipóteses podem ser elencadas para compreender o desenvolvimento desigual das parcelas territoriais do Oeste de São Paulo, onde

se localiza Presidente Epitácio e do Sudeste do Mato Grosso do Sul, onde está Nova Andradina.

Na região Oeste de São Paulo, “a implantação da UHE de Porto Primavera (representada pela Cesp) tem introduzido (ou introduziu) uma nova forma de construir a paisagem regional” (PASSOS, 2006 p. 102).

A UHE de Porto Primavera, de acordo com Passos (2006 p. 102), “foi responsável por criar um ponto de integração na região (polarização), criando novos estímulos para o desenvolvimento regional”.

Várias alterações podem ser identificadas na região, inclusive no próprio município de Presidente Epitácio/SP, como a perda de áreas para a formação do lago, incentivo ao turismo e, com isso, aumento do fluxo de pessoas, mercadorias, obras compensatórias que possuem características econômicas e de lazer.

Associados a esses fatores, podem-se considerar os impactos das muitas mudanças ocorridas nessa região, desde 1940, conforme o autor:

Inicialmente, essa região foi palco do “ciclo do algodão”, estruturado a partir do tripé: industriais beneficiadoras (Sanbra, Macfaden, Clayton), proprietários de terras e arrendatários. O algodão teve um ciclo curto e as terras de algodão transformaram-se em terras de pastagens. O processo de erosão-lixiviação do solo levou os pecuaristas a adotarem a estratégia de “refazer os pastos”; pouco capitalizados, econômica e culturalmente, os proprietários rurais não investiram no sentido de reverter a degradação ambiental e, pior, de reposição das perdas do agrossistema regional (PASSOS, 2006 p. 102).

Todo esse processo influenciou a ocupação e a formação de muitos núcleos urbanos. O núcleo urbano de Presidente Epitácio surgiu também da necessidade da interligação dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, impulsionada por essas frentes pioneiras, nos primeiros anos do século XX.

Já, a região do Sudeste do Mato Grosso do Sul, onde se localiza Nova Andradina, o surgimento e o desenvolvimento dos primeiros núcleos urbanos

tiveram relação com “o processo de ocupação motivado pela formação de fazendas para cria e recria bovinas a partir de iniciativas, principalmente, de fazendeiros do Norte do Paraná e do Oeste de São Paulo” (PASSOS, 2006 p. 103).

De acordo com Passos (2006, p. 103),

A grande propriedade rural, característica dessa região, manteve poucos vínculos com a economia local-regional. Os seus proprietários e mercados estão em outros lugares. Essa matriz cultural, mais estável/permanente, definiu um padrão paisagístico próprio. Somente a partir da formação do lago da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera e, claro, das obras compensatórias e mitigatórias realizadas pela Cesp, observou-se a manifestação de impactos socioambientais relevantes.

Estes impactos socioambientais, mencionados por Passos (2006, p. 103-104), têm relações com a estrutura fundiária e uso da terra, que causou uma série de problemas ambientais, como o desmatamento de áreas de preservação permanente e com isso a aceleração de processos erosivos, desgaste do solo e a poluição do solo e das águas.

Essas questões, associadas às condições naturais e também ao contexto histórico, são fatores que impulsionaram as desigualdades e diferenças entre as formas de ocupação e organização no espaço. Isso reflete muito nas paisagens urbanas, tanto de Nova Andradina como de Presidente Epitácio.

Conforme Passos (2006, p. 118), embora as unidades territoriais da raia divisória – neste caso do Oeste do Estado de São Paulo e Sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul – tenham algumas semelhanças do ponto de vista dos aspectos naturais como o relevo, vegetação e solo, são áreas heterogêneas e o desenvolvimento regional e local podem ser responsáveis pelo avanço, crescimento ou até estagnação econômica e podem influenciar tanto positivamente quanto negativamente as regiões de fronteiras pela proximidade e pelos seus interesses econômicos e sociais.

A região Oeste do Estado de São Paulo, também conhecida como Pontal do Paranapanema, é limitada pelo Rio Paranapanema e pelo Rio Paraná e Presidente Epitácio fica localizada às margens deste último.

Essa região tem grande relação em sua base e estrutura socioeconômica com os avanços da fronteira agrícola juntamente com a construção da linha de ferro que foi construída ao longo dos espigões no início do século XX que, de acordo com Passos (2006-2008, p. 16):

Foram surgindo, assim, cidades como Presidente Prudente (1917), Presidente Bernardes (1919), Santo Anastácio (1920), Presidente Venceslau (1921) e Presidente Epitácio (1922), esta última na barranca do Rio Paraná. Dessa forma, a porção mais Sudoeste, distante da ferrovia, ficou marginalizada e, vagamente denominada Pontal.

Muitas cidades localizadas na região do oeste do Estado de São Paulo surgiram junto à linha férrea que se estabeleceu ao longo dos espigões.

Presidente Epitácio, que surgiu como outros municípios, neste caso, antes da chamada fronteira agrícola em 1940, teve relação direta com a necessidade da abertura de estradas e a ligação entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul (antes denominado como Mato Grosso).

Esses processos vieram acompanhados do desmatamento e ocupação agrícola, que provocou uma rápida degradação ambiental, como processos erosivos e assoreamento dos córregos. Houve uma mudança no uso do solo, as plantações foram substituídas por pastagens, mudando as paisagens e as dinâmicas econômicas da região.

4.3 Paisagem urbana de Presidente Epitácio/SP

Presidente Epitácio diferencia-se das outras cidades do oeste do Estado de São Paulo devido aos atrativos turísticos que estão presentes no território do município.

Para compreender a paisagem urbana da cidade é importante analisar fatores que fizeram parte de sua história e formação.

Como já mencionado, Presidente Epitácio surgiu antes da chegada da linha férrea que impulsionou grande parte da formação dos núcleos urbanos que constituem o Oeste de São Paulo.

Isso, devido à necessidade da construção de uma estrada de rodagem que ligasse a região ao antigo Estado do Mato Grosso. De acordo com dados da Prefeitura Municipal, em 1906, ficaram prontos o porto e a estrada Boiadeira. Com o passar do tempo, foram surgindo as primeiras instalações para atender aos trabalhadores e às atividades locais da então denominada Vila Tibiriçá. Nessa época, era desenvolvida, principalmente, a extração de madeira para a construção da Estrada de Ferro Sorocabana.

Esse povoado, a Vila Tibiriçá, foi instituído como Distrito de Presidente Venceslau, em 1936²⁹. Sua localização privilegiada, situada na divisa entre Paraná e Mato Grosso, e às margens do Rio Paraná, proporcionava fácil escoamento de madeira, incentivando muitas empresas do ramo a se instalarem no local.

Presidente Epitácio foi criada em 1948, e, somente no ano seguinte, é que recebe o status de município. O nome foi dado em homenagem ao presidente do Brasil, da época, Epitácio da Silva Pessoa.

Em 1960, iniciou-se a construção da ponte que liga o Estado de São Paulo ao Mato Grosso do Sul, denominada de Maurício Joppert da Silva, que foi concluída em 1965. Na década de 1980, iniciam-se as obras de construção da Usina Hidrelétrica Sérgio Motta, e a primeira etapa da formação do reservatório, em 1998³⁰.

²⁹ De acordo com informações da Prefeitura Municipal de Presidente Epitácio.

³⁰ De acordo com informações da Prefeitura Municipal de Presidente Epitácio.

Essa usina, também conhecida como Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, foi construída no Rio Paraná, no extremo oeste do Estado de São Paulo. Está localizada no distrito de Primavera, município de Rosana, fazendo divisa entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul no montante da confluência com o Rio Paranapanema (SANTOS, 2010, p. 63).

Ainda de acordo com Santos (2010), a construção da usina insere-se no contexto nacional que envolve a questão energética e o potencial brasileiro para a geração de energia, através das hidrelétricas:

No Estado de São Paulo, além dos fatores mencionados, o governo estadual pretendia empreender uma política de desenvolvimento regional no Pontal do Paranapanema que visava solucionar ou minimizar as desigualdades regionais, na qual a construção de uma usina hidrelétrica se inseria, considerando que o Pontal do Paranapanema é uma das regiões mais pobres do Estado (SANTOS, 2010, p. 63).

As obras foram realizadas por etapas, sendo a primeira iniciada em 1998. Com esta construção muitas medidas mitigatórias e compensatórias foram realizadas na região e, principalmente, para os municípios que foram atingidos, de alguma forma, com a formação do reservatório.

De acordo com Santos (2010, p. 66), Presidente Epitácio foi o município mais prejudicado com a implantação da UHE Engenheiro Sérgio Motta, com a perda de 20% de sua extensão territorial, modificando ecossistemas naturais, realocando famílias da área rural para outras áreas, ou seja, um impacto na fauna, na flora e na população local.

Mesmo com o atrativo turístico, Presidente Epitácio é uma cidade pequena e possui grandes problemas econômicos, sociais e ambientais. Conforme censo demográfico de 2010, do IBGE, o município contava com 41.249 habitantes e uma população urbana de 38.120 habitantes. Caracteriza-se

como uma cidade plana, com altitude média de aproximadamente 300 metros³¹. Considerando que houve a elevação do nível de água do Rio Paraná, até a cota de 257 metros do nível do mar, uma área muito grande foi inundada pela formação do reservatório.

De acordo com tais elementos, que acompanharam a formação e o crescimento da cidade, verifica-se que muitos dos problemas ambientais tiveram, de certa forma, uma relação direta ou indireta, seja pelo desmatamento, pela intensificação do uso da terra, que acelerou os processos erosivos ou, inclusive, pelo entorno urbano, com a perda de áreas na formação do reservatório.

O fato de ser uma cidade relativamente plana interfere no escoamento superficial das águas pluviais, e pelo que foi analisado através dos mapas do plano diretor do município, neste caso, o “Mapa de galeria de águas pluviais e pontos de alagamento”, assim como em trabalhos de campo realizados na cidade, não existe sistema de coleta dessas águas, o que provoca pontos de enchentes na cidade. (FIGURA 16)

A cidade possui poucos espaços públicos destinados às áreas verdes. Outro problema são os processos erosivos nas proximidades da malha urbana. Há muitas vias públicas sem pavimentação, e outras, pavimentadas com pedra, o que favorece a infiltração da água no solo, um aspecto positivo na qualidade ambiental. E, ainda, como a cidade possui atrações turísticas pelas proximidades do Rio Paraná, e com as obras de compensação da construção do Reservatório da UH Sérgio Motta, ela dispõe de um parque da orla com grandes áreas compostas por vegetação arbórea e rasteira, equipamentos de lazer e pistas de caminhadas.

³¹ Dados adquiridos no trabalho de campo realizado na cidade através da coleta de pontos de controle, com o uso de GPS.

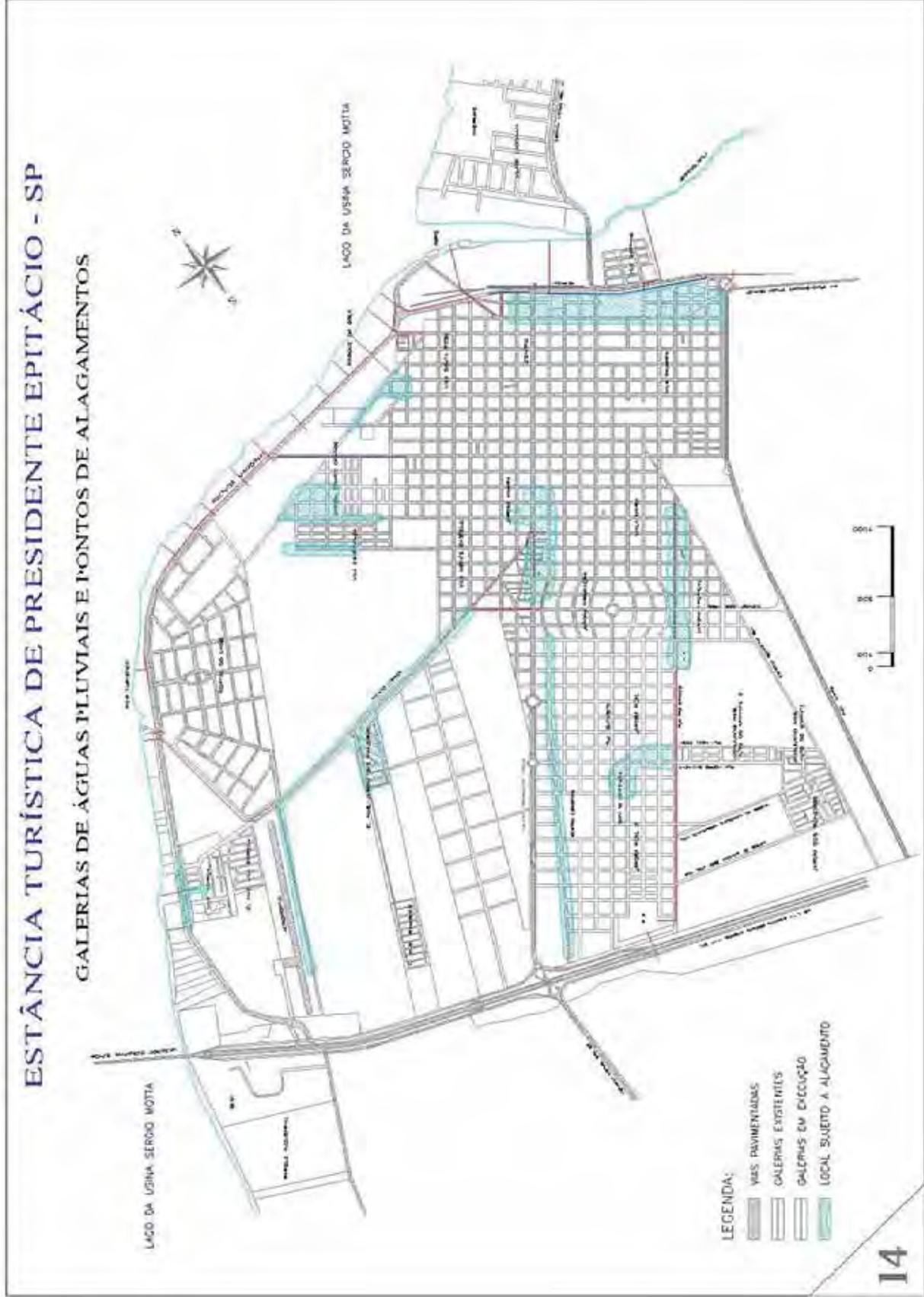


Figura 16 – Mapa de galerias pluviais e pontos de alagamentos de Presidente Epitácio/SP. Fonte: Plano diretor de Presidente Epitácio/SP

Na figura 17, é possível visualizar algumas áreas da cidade que foram coletadas como pontos de controle para o georreferenciamento dos mapas que foram utilizados para caracterizar e analisar alguns elementos e fatores.

Para caracterizar alguns elementos da paisagem urbana, elaborou-se um resumo dos quadros 07 e 08, com fotos e informações de cada área destacada. Entre os problemas ambientais, destacam-se a ausência de áreas verdes e a baixa densidade de vegetação arbórea. Além disso, várias vias públicas não possuem pavimentação que, além dos problemas de erosão, influenciam na saúde da população devido à grande quantidade de partículas de poeira dispersas no ar.

Observou-se que o acúmulo de lixo nas ruas e terrenos desocupados é comum e não se justifica pela ausência de coleta de lixo, já que a porcentagem de domicílios atendidos por esse tipo de serviço é alta.³² (Foto 07 do Quadro 07)

³² Informações do mapeamento das variáveis de saneamento ambiental com base nos dados do censo demográfico do IBGE, de 2010, que faz parte das análises do capítulo 6.

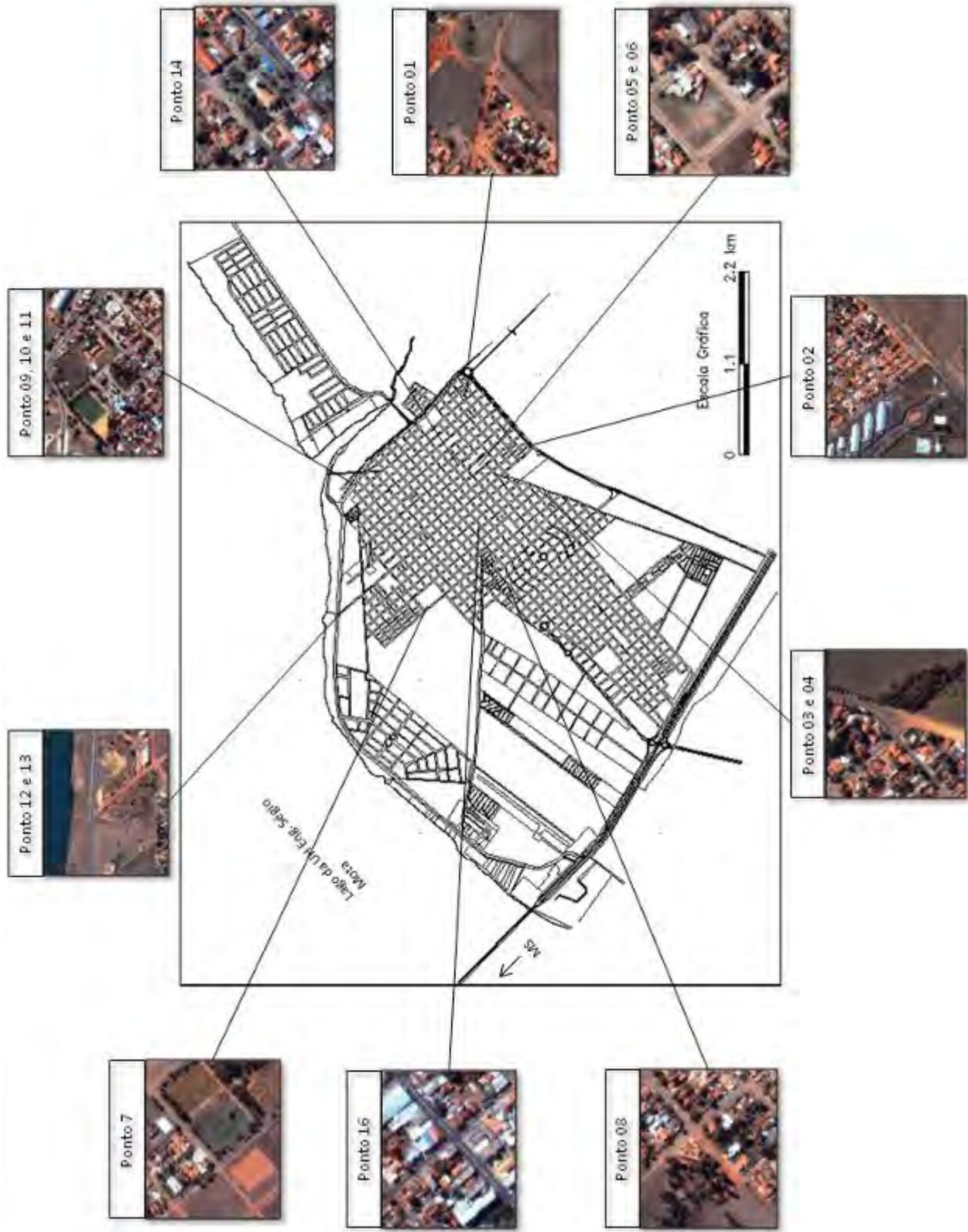


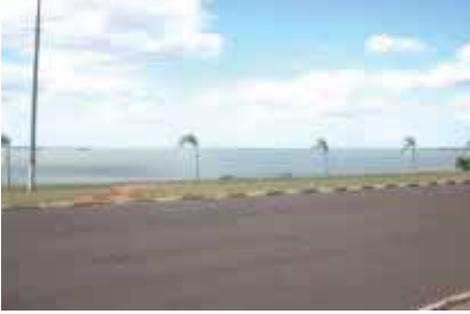
Figura 17 – Localização dos pontos de controle do trabalho de campo na cidade de Presidente Epitácio/SP. Organização: LIMA, V., 2010. Fonte do mapa: Prefeitura Municipal de Presidente Epitácio/SP; Fonte das imagens: Google Maps/Imagens.

Quadro 07 – Organização das informações de Presidente Epitácio/SP

<p align="center">Ponto 1</p> <p>Localização – Rua Goiânia com a Rua Iraque</p> <p>Coordenadas UTM 386826 S/7592293 W</p> <p>Altitude – 284 metros</p> <p>Características – Sem vegetação arbórea, espaços de integração viária.</p>	 <p align="center">Foto 01</p>	 <p align="center">Foto 02</p>
<p align="center">Ponto 2</p> <p>Localização – Final da Rua Álvaro Coelho;</p> <p>Coordenadas UTM 385966 S/7591538 W;</p> <p>Altitude – 311 metros;</p> <p>Características - Sem vegetação arbórea, espaços de integração viária.</p>	 <p align="center">Foto 03</p>	 <p align="center">Foto 04</p>
<p align="center">Ponto 3</p> <p>Localização – Final da Rua Rio Branco;</p> <p>Coordenadas UTM 385545 S/7591581 W;</p> <p>Altitude – 306 metros;</p> <p>Características – ruas pavimentadas</p>	 <p align="center">Foto 05</p>	 <p align="center">Foto 06</p>
<p align="center">Ponto 4</p> <p>Localização – Final da Rua Rio Branco;</p> <p>Coordenadas UTM 385543 S/7591539 W;</p> <p>Altitude – 303 metros;</p> <p>Características – Acúmulo de lixo próximo às residências.</p>	 <p align="center">Foto 07</p>	

<p>Ponto 5</p> <p>Localização – Praça do PSF Vila Palmira – Rua Paraná;</p> <p>Coordenadas UTM 385696 S/7592115 W;</p> <p>Altitude –305 metros;</p> <p>Características – Praça com equipamentos esportivos.</p>	 <p>Foto 08</p>	 <p>Foto 09</p>
<p>Ponto 6</p> <p>Localização – Campo de futebol em frente ao PSF Vila Palmira;</p> <p>Coordenadas UTM 385663 S/7592103 W;</p> <p>Altitude –306 metros;</p> <p>Características – Espaço público para o sistema de lazer, em condições precárias</p>	 <p>Foto 10</p>	
<p>Ponto 7</p> <p>Localização – Cruzamento da rua Joaquim de Souza Martins com a Rua Fernando Costa;</p> <p>Coordenadas UTM 384057 S/7592794 W;</p> <p>Altitude – 293 metros;</p> <p>Características – arborização de um lado das vias.</p>	 <p>Foto 11</p>	
<p>Ponto 8</p> <p>Localização – Final da Rua Fortaleza;</p> <p>Coordenadas UTM 384070 S/7591671 W;</p> <p>Altitude – 285 metros;</p> <p>Características – sem pavimentação.</p>	 <p>Foto 12</p>	

<p>Ponto 9</p> <p>Localização – Rua Estevam Holpert, atrás da Prefeitura e próximo ao estádio;</p> <p>Coordenadas UTM 385300 S/7593599 W;</p> <p>Altitude – 286 metros;</p> <p>Características – Praça da Prefeitura destinada a estacionamento.</p>	 <p>Foto 13</p>	 <p>Foto 14</p>
<p>Ponto 10</p> <p>Localização – Rua entre a Prefeitura Municipal e o Estádio</p> <p>Coordenadas UTM 385221 S/7593586 W</p> <p>Altitude – 286 metros</p> <p>Características –</p> <p>OBS.: Sem fotos.</p>		
<p>Ponto 11</p> <p>Localização – Cruzamento da Rua Florianópolis com a Rua Miguel Mellado;</p> <p>Coordenadas UTM 385081 S/7593567 W;</p> <p>Altitude – 288 metros;</p> <p>Características – “sobras” de loteamento consideradas como áreas verdes;</p>	<p>Foto 15</p> 	
<p>Ponto 12</p> <p>Localização – Estrada Boiadeira;</p> <p>Coordenadas UTM 384533 S/753537 W</p> <p>Altitude – 291 metros</p> <p>Características – sem pavimentação e com processos erosivos.</p>	 <p>Foto 16</p>	 <p>Foto 17</p>

<p>Ponto 13</p> <p>Localização – Cruzamento da Rua Álvaro Coelho com a Vicinal da Orla;</p> <p>Coordenadas UTM 384019 S/7593781 W;</p> <p>Altitude – 279 metros;</p> <p>Características – processos erosivos próximos às residências;</p>	 <p>Foto 18</p>	 <p>Foto 19</p>
	 <p>Foto 20</p>	 <p>Foto 21</p>
<p>Ponto 14</p> <p>Localização – Cruzamento da Rua João Pessoa com a Rua Curitiba;</p> <p>Coordenadas UTM 385851 S/7592495 W;</p> <p>Altitude – 292 metros;</p> <p>Características – Praça da Igreja Matriz, bem arborizada, com uma ótima qualidade paisagística.</p>	 <p>Foto 22</p>	 <p>Foto 23</p>
	 <p>Foto 24</p>	 <p>Foto 25</p>
<p>Ponto 15</p> <p>Localização – Praça da Igreja Matriz (marco zero – IBGE);</p> <p>Coordenadas UTM 385676 S/7592978 W</p> <p>Altitude – 281 metros;</p> <p>Características – integração da praça.</p>	 <p>Foto 26</p>	 <p>Foto 27</p>

Quadro 08 – Caracterização de elementos que compõem a paisagem urbana e problemas ambientais de Presidente Epitácio/SP

<p align="center">Praça da Criança</p> <p>Coordenadas UTM: 384843 S 7592580 W</p> <p>Altitude: 307 metros;</p> <p>Caracterização: Praça com equipamentos públicos e toda cercada.</p>	 <p align="center">Foto 28</p>	 <p align="center">Foto 29</p>
<p align="center">Praça da Bíblia</p> <p>Coordenadas UTM: 384459 S 7592309 W</p> <p>Altitude: 304 metros;</p> <p>Caracterização: praça sem vegetação, cercada e com equipamentos públicos</p>	 <p align="center">Foto 30</p>	 <p align="center">Foto 31</p>
<p>Ocupação irregular em espaço público</p> <p>Coordenadas UTM: 383916 S 7593397 W</p> <p>Altitude: 292 metros;</p> <p>Caracterização: Ocupação irregular em uma área que era destinada a uma praça. Próxima ao rio e não possui sistema de coleta de esgoto, apenas fossa negra.</p>	 <p align="center">Foto 32</p>	 <p align="center">Foto 33</p>
<p align="center">Problemas com lixo</p> <p>Coordenadas UTM: 387382 S 7593473 W</p> <p>Altitude: 291 metros;</p> <p>Caracterização: Muito acúmulo de lixo nas ruas.</p>	 <p align="center">Foto 34</p>	 <p align="center">Foto 35</p>

<p>Baixa densidade de vegetação arbórea</p> <p>Localização: Rua Antônio Venâncio Lopes com a Vila Esperança</p> <p>Coordenadas UTM: 383937 S 7593138 W</p> <p>Altitude: 296 metros;</p> <p>Caracterização: Pouca vegetação arbórea na cidade.</p>		
<p>Ausência de vegetação em praças</p> <p>Coordenadas UTM: 384425 S 7592080 W</p> <p>Altitude: 301 metros;</p> <p>Caracterização: Praças formadas em sobras de loteamentos ou rotatórias.</p>		
<p>Vila Porto Tibiriçá (início da cidade de Presidente Epitácio)</p> <p>Coordenadas UTM: 381648 S 7592280 W</p> <p>Altitude: 294 metros</p> <p>Caracterização: ruas sem asfalto; bairro distante do centro da cidade e com pouca infra-estrutura.</p>		
<p>Aterro controlado de Presidente Epitácio</p> <p>Coordenadas UTM: 391746 S 7590434 W</p> <p>Altitude: 301 metros;</p> <p>Caracterização: Muito material reciclável a céu aberto para ser separado.</p>		

<p>Vala do aterro "controlado"</p> <p>Coordenadas UTM 391520 S 7530400 W</p> <p>Altitude: 303 metros;</p> <p>Caracterização: lixo a céu aberto, sem cobertura de terra</p>	 <p>Foto 44</p>	 <p>Foto 45</p>
<p>Praça Vila Martins</p> <p>Coordenadas UTM 386544 S 7592687 W</p> <p>Altitude: 271 metros</p> <p>Caracterização: Praça bem arborizada, com equipamentos de lazer e bancos. Possui vias passeio e satisfatórias áreas impermeáveis.</p>	 <p>Foto 46</p>	 <p>Foto 47</p>
<p>Área próximo ao córrego Caiuazinho</p> <p>Coordenadas UTM 386573 S 7592922 W</p> <p>Altitude: 274 metros;</p> <p>Caracterização: Muito acúmulo de lixo e entulhos, casas próximas ao córrego, possível área de preservação ocupada.</p>	 <p>Foto 48</p>	 <p>Foto 49</p>
<p>Casas com problema de umidade</p> <p>Coordenadas UTM 366775 S 759293 W</p> <p>Altitude: 260 metros;</p> <p>Caracterização: Casas com problemas frequentes de umidade devido à proximidade do córrego e pela alteração do nível freático deste devido a formação do lago da UH Sérgio Motta.</p>	 <p>Foto 50</p>	 <p>Foto 51</p>

Paisagem urbana de Nova Andradina/MS

A cidade de Nova Andradina/MS possui muitas disparidades sociais e ambientais em sua paisagem, conforme se verificou nas análises e em trabalhos de campo na cidade.

A formação de Nova Andradina tem início com a fundação da sociedade “Agro Pecuária Sul de Mato Grosso Ltda.”, que tinha objetivos de adquirir terras no sul do estado para desenvolver projetos agropecuários e de colonização.

De acordo com Lima (2011, p. 22) as terras que atualmente compõem o Município de Nova Andradina, foram colonizadas por Antônio Joaquim de Moura Andrade, um dos fundadores da referida sociedade, através da compra de terras do Estado.

Com o passar do tempo, o fundador foi incorporando mais fazendas a sua extensão territorial e iniciou, em 1957, a construção da gleba onde atualmente se localiza Nova Andradina. A abertura de novos loteamentos no sudeste do Mato Grosso do Sul atraiu muitos paulistas, mineiros e paranaenses para compor o povoado local.

A região em que se insere Nova Andradina tem como principais fontes de economia a pecuária, seguida do cultivo da soja e do milho. Lima (2009, p. 23) explica que o município, conhecido como “Capital do Vale do Ivinhema”, e tem como destaque a criação e o abate de bovinos.

Mesmo sendo pequena, contando com 45.585 habitantes e uma população urbana de 38.793 habitantes, Nova Andradina é a sexta maior cidade do Estado de Mato Grosso do Sul e quinto maior PIB.

A cidade é plana e possui altitude média aproximada de 360 metros³³. Outra característica observada é que a 80% das residências não dispõem do sistema público de coleta e tratamento de esgoto, possuindo o sistema acondicionado em fossas.

³³ Dados adquiridos no trabalho de campo realizado na cidade através da coleta de pontos de controle com o uso de GPS.

A avenida central, que tem o mesmo nome do fundador da cidade, exerce o papel de divisor de águas com uma pequena e sutil diferença em sua declividade, interferindo, entretanto, no escoamento superficial das águas pluviais que, somado à ineficácia do seu sistema de coleta (ausência, em muitos pontos na cidade), acelera os processos erosivos existentes no perímetro urbano.

Verificou-se, também, que o centro da cidade possui uma organização espacial e um tratamento estético e paisagístico diferente das outras áreas da cidade. Mas, em contradição a essa “organização”, observou-se que muitas vias públicas de circulação não possuem pavimentação, inclusive áreas próximas ao centro comercial da cidade. Nestas, são comuns processos erosivos e acúmulo de entulhos e lixos. Também é comum a prática da queima de materiais, lixo e entulhos que ficam dispostos nas ruas, tanto nestas áreas, como na cidade de uma forma geral. Algumas ruas possuem pavimentação em bloquetes, que ajudam na infiltração da água no solo.

Os problemas ambientais verificados com mais evidência estão relacionados às voçorocas encontradas nas extremidades da malha urbana que possuem grandes proporções.

Na figura 18, apresenta-se a espacialização dos locais visitados no trabalho de campo e, no quadro 09, a organização dos dados e informações, contendo fotos, coordenadas, altitude e uma breve caracterização da paisagem urbana de Nova Andradina. (QUADRO 10)

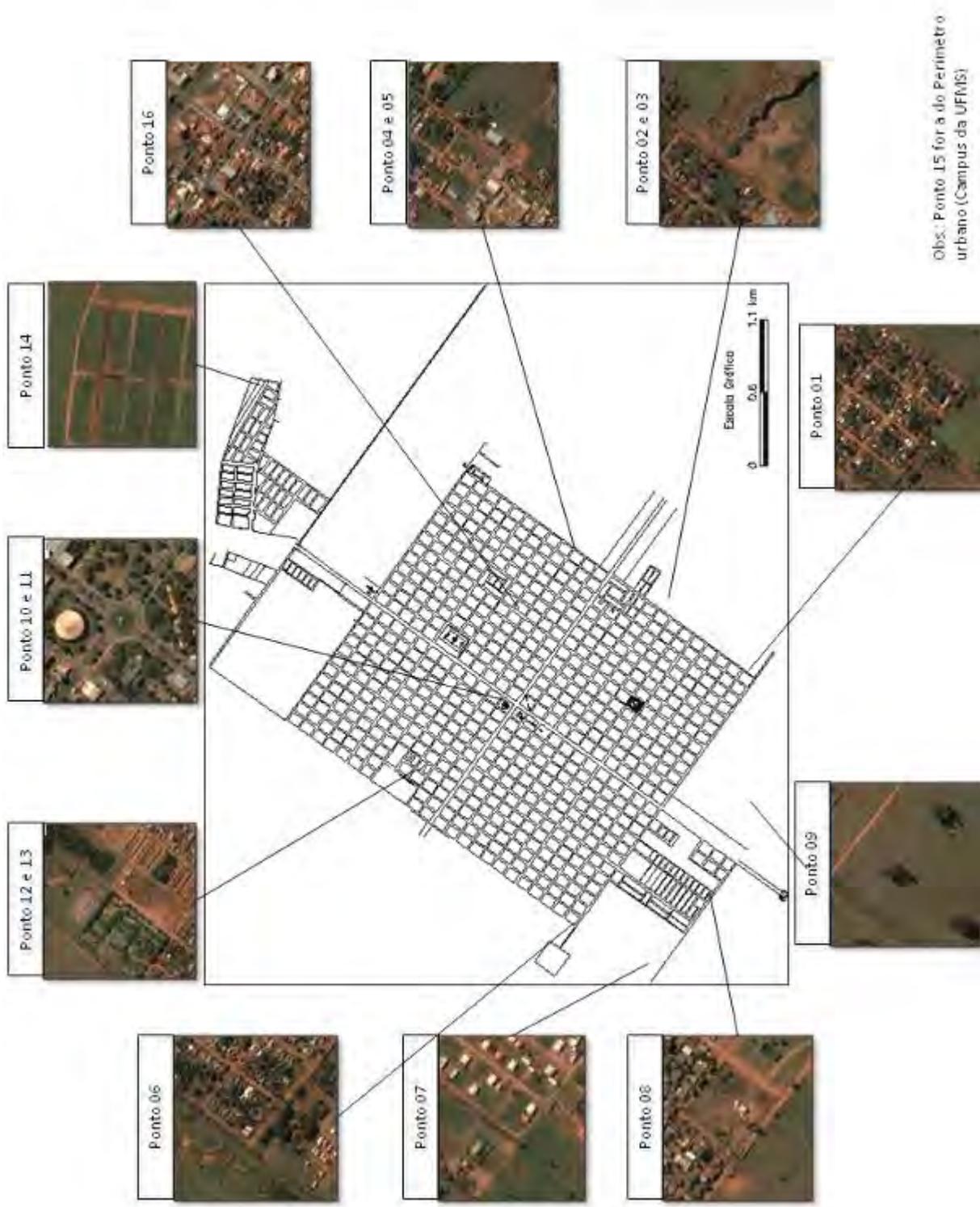


Figura 18 - Localização dos pontos de controle do trabalho de campo na cidade de Nova Andradina/MS. Organização: LIMA, V., 2010. Fonte do mapa: Prefeitura Municipal de Nova Andradina/MS; Fonte das imagens: Google Maps/Imagens.

Quadro 09 – Organização das informações de Nova Andradina/MS

<p>Ponto 1</p> <p>Localização - Cruzamento da Rua Espírito Santo com a Rua André Loyer;</p> <p>Coordenadas UTM 258225 S/7536033 W;</p> <p>Altitude - 357 metros;</p> <p>Características - Sem pavimentação, acúmulo e queima de lixo, processos erosivos.</p>	 <p>Foto 01</p>	 <p>Foto 02</p>
	 <p>Foto 03</p>	 <p>Foto 04</p>
<p>Ponto 2</p> <p>Localização - Rua André Loyer (voçoroca)</p> <p>Coordenadas UTM 258832 S/7536316 W;</p> <p>Altitude - 354 metros</p> <p>Características - Voçoroca, coleta de águas pluviais, tentativa de contenção do problema através de aterramento com terra, material de construção e de poda.</p>	 <p>Foto 05</p>	 <p>Foto 06</p>
	 <p>Foto 07</p>	 <p>Foto 08</p>

	 <p>Foto 09</p>	 <p>Foto 10</p>
	 <p>Foto 11</p>	 <p>Foto 12</p>
<p>Ponto 3</p> <p>Localização - Rua André Leyer (Próximo à voçoroca);</p> <p>Coordenadas UTM 258643 S/7536593 W;</p> <p>Altitude - 356 metros;</p> <p>Características - indicação de horto florestal, em terreno sem nenhuma destinação.</p>	<p>Foto 13</p> 	
<p>Ponto 4</p> <p>Localização - Bairro Alvorada;</p> <p>Coordenadas UTM 259856 S/7537065 W;</p> <p>Altitude - 378 metros;</p> <p>Características - bairro sem pavimentação nas vias</p>	 <p>Foto 14</p>	 <p>Foto 15</p>

<p>públicas, sistema de lazer sem vegetação arbórea.</p>		
<p>Ponto 5 Localização - Final da rua André Loyer; Coordenadas UTM 259546 S/7537808 W; Altitude -389 metros; Características - ausência de pavimentação e processos erosivos.</p>		
<p>Ponto 6 Localização - Cruzamento da Rua Espírito Santo com a Rua Irmã Maria Rita Loureiro; Coordenadas UTM 256281 S/7537482 W; Altitude - 354 metros; Características - Ruas sem pavimentação, voçoroca no prolongamento das vias.</p>		
		

<p align="center">Ponto 7</p> <p>Localização - Cruzamento da Rua Irmã Maria Rita Loureiro com a Estrada Gracindo Abílio Loureiro;</p> <p>Coordenadas UTM 255843 S/7536890 W;</p> <p>Altitude -351 metros;</p> <p>Características - ausência de pavimentação e processos erosivos.</p>	 <p align="center">Foto 24</p>	 <p align="center">Foto 25</p>
	 <p align="center">Foto 26</p>	 <p align="center">Foto 27</p>
<p align="center">Ponto 8</p> <p>Localização - Cruzamento da Estrada Gracindo Abílio Loureiro com a Rua Santo Antonio;</p> <p>Coordenadas UTM 256531 S/7536379 W</p> <p>Altitude - 379 metros</p> <p>Características - ausência de pavimentação; OBS.: Sem fotos.</p>		
<p align="center">Ponto 9</p> <p>Localização - Bairro Jardim Imperial;</p> <p>Coordenadas UTM - 257099 S/7535648 W;</p> <p>Altitude - 375 metros;</p> <p>Características - Loteamento novo, sem construções; OBS.: Sem fotos.</p>		
<p align="center">Ponto 10</p> <p>Localização - Cruzamento da Av. Antonio Joaquim de Moura Andrade com a Rua Milton Modesto;</p> <p>Coordenadas UTM 258128 S/7537835 W;</p> <p>Altitude - 382 metros;</p> <p>Características - Praça no</p>	 <p align="center">Foto 28</p>	 <p align="center">Foto 29</p>

<p>centro da cidade bem arborizada, ótima qualidade paisagística.</p>		
<p>Ponto 11 Localização – Cruzamento da Rua Imaculada Conceição com a Rua Antonio de Moura; Coordenadas UTM 258129 S/7537992 W; Altitude – 383 metros; Características – Praça no centro da cidade bem arborizada, ótima qualidade paisagística.</p>		
<p>Ponto 12 Localização – Rua da Frente do Cemitério; Coordenadas UTM 257511 S/7538814 W; Altitude – 365 metros; Características – Espaços públicos destinados às áreas verdes sem arborização, trechos sem pavimentação nas proximidades, área considerada como reserva florestal ao lado do cemitério com extração de madeira e animais presença de animais (Foto 32).</p>		
		

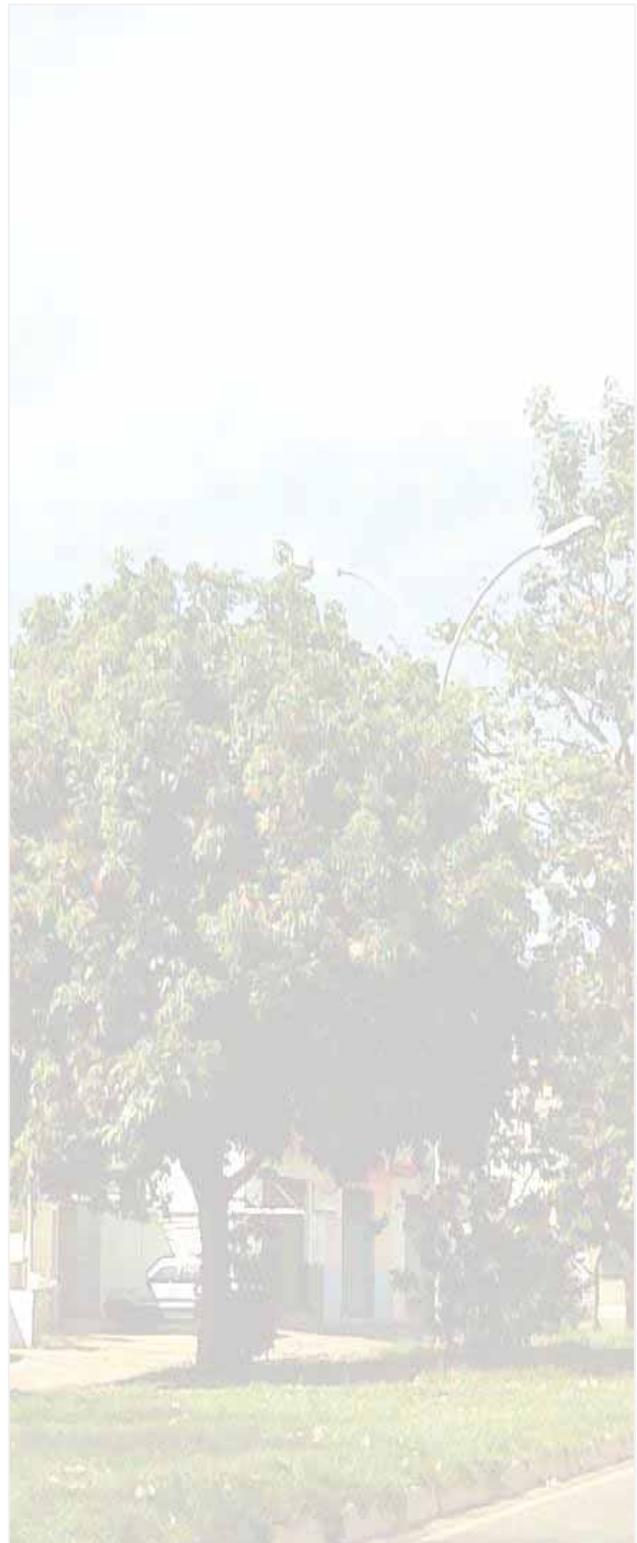
<p>Ponto 13</p> <p>Localização – Cruzamento da Rua Antonio da Silva com a Rua Osvaldo</p> <p>Campesato;</p> <p>Coordenadas UTM 258435 S/7539086 W;</p> <p>Altitude – 381 metros;</p> <p>Características – ausência de pavimentação e processos erosivos.</p>	 <p>Foto 38</p>	 <p>Foto 39</p>
<p>Ponto 14</p> <p>Localização – Final do Bairro Portal do Parque (Quadra 51 e 53);</p> <p>Coordenadas UTM 260486 S/7539757 W;</p> <p>Altitude – 395 metros;</p> <p>Características – Loteamento novo com poucas construções.</p>	 <p>Foto 40</p>	
<p>Ponto 15</p> <p>Localização – Campus da UFMS;</p> <p>Coordenadas UTM 259550 S/7541156 W;</p> <p>Altitude – 395 metros;</p> <p>Características – área afastada da cidade.</p>	<p>Foto 41</p> 	
<p>Ponto 16</p> <p>Localização – Cruzamento da Rua José Gomes da Rocha com a Rua Florêncio de Matos;</p> <p>Coordenadas UTM 258679 S/7537387 W;</p> <p>Altitude – 376 metros;</p> <p>Características – pavimentação em blocos de cimento, presença dos canos nas calçadas localizando as fossas (foto 38);</p>	<p>Foto 42</p> 	

Quadro 10 – Caracterização de elementos que compõem a paisagem urbana e problemas ambientais de Nova Andradina/MS

<p>Próximo ao cemitério da cidade</p> <p>Coordenadas UTM: 257524.1 S/ 7538851.82 W;</p> <p>Altitude: 368 metros;</p> <p>Características: Ruas sem asfalto com problemas de escoamento de água;</p>	 <p align="center">Foto 39</p>	 <p align="center">Foto 40</p>
<p>Próximo ao cemitério da cidade</p> <p>Coordenadas UTM: 257419.29 S/7538713.16 W;</p> <p>Altitude: 367 metros;</p> <p>Características: Praças sem vegetação arbórea;</p>	 <p align="center">Foto 41</p>	
<p>Próximo ao cemitério da cidade</p> <p>Coordenadas UTM: 257285.29 S/ 7538689.85 W ;</p> <p>Altitude: 364 metros;</p> <p>Características: Ruas sem pavimentação e com acúmulo de lixo.</p>	 <p align="center">Foto 42</p>	

<p>Próximo às ruas Vearní Castro e Rua Gentil Duarte de Souza</p> <p>Coordenadas UTM: 257132.79 S/ 7538493.6 W;</p> <p>Altitude: 362 metros;</p> <p>Características: Galerias pluviais, no meio da rua, sem nenhuma grade de proteção.</p>	
--	--

Autoria das fotos: LIMA, Valéria. Data: 26 de julho de 2012



CAPÍTULO V

Análise da qualidade ambiental

5. Análise da qualidade ambiental urbana

Nos capítulos I e II, foram relacionados os elementos importantes para a qualidade ambiental urbana, considerando a preocupação com a qualidade do ar, da água, das áreas verdes, da infra-estrutura e com o desenvolvimento das “paisagens urbanas” que, conforme Perloff (1973, p. 09), também interfere na qualidade de vida dos seus habitantes.

Avaliar essa qualidade ambiental requer a análise de elementos importantes para uma determinada paisagem urbana, adaptando-os segundo sua representatividade e influência.

Portanto, foi a escolha dos indicadores ambientais, discutidos no capítulo II, que possibilitou o seu mapeamento e a análise dessa qualidade, com o uso de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto, associadas a informações coletadas nas cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina e a dados do censo demográfico do IBGE, de 2010. Portanto, a análise da qualidade ambiental das duas cidades, teve como base os indicadores ambientais selecionados: tipo de cobertura, classes de renda, saneamento ambiental, temperatura do ar e densidade de vegetação.

Para a elaboração das cartas temáticas de cada indicador, foi realizado o mapeamento de cada variável das classes de análises selecionadas na paisagem urbana (aspectos sociais, aspectos econômicos, infraestrutura, clima e vegetação).

Após o mapeamento de todas as variáveis, elaboraram-se as cartas temáticas de cada indicador. As informações de algumas variáveis não fizeram parte do mapeamento final da qualidade ambiental, como o uso da terra e a temperatura da superfície, por exemplo. Entretanto, foram consideradas importantes para a análise de qualidade ambiental.

5.1 Variáveis utilizadas do censo demográfico 2010 do IBGE

As bases de informações e as planilhas contendo as variáveis foram adquiridas no site do IBGE³⁹, em arquivos compactados e contendo as informações dos estados, ou seja, de todos os setores de todos os municípios dos estados a que pertencem Presidente Epitácio/SP e Nova Andradina/MS.

Portanto, as bases municipais disponibilizadas do censo demográfico de 2010 foram divididas em setores censitários em um único arquivo contemplando cada estado. O sistema de projeção adotado pelo IBGE, atualmente, é o SIRGAS 2000 - “Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas”.

Atualmente, conforme informações do IBGE, o Brasil possui dois sistemas de referências que são respaldados por lei: o SAD69 (South American Datum, 1969) e o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

O sistema SAD69 será substituído pelo SIRGAS2000, porém muitas versões de alguns aplicativos ainda não possuem este sistema como opção. Por isso, optou-se em adequar todas as bases no banco de dados do Spring, versão 5.2, no sistema SAD69, ainda legalmente aceito até 2014.

Entretanto, é importante considerar a diferença entre esses sistemas. O SAD69 possui orientação topocêntrica, ou seja, o ponto de origem, ou sua orientação, está na superfície terrestre, e a do SIRGAS2000 é geocêntrica. Isto significa que este último sistema adota um referencial que é um ponto calculado computacionalmente no centro da terra (geóide).⁴⁰

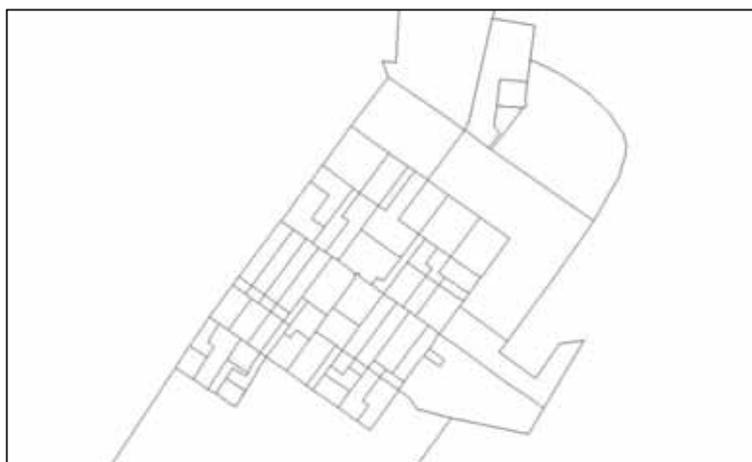
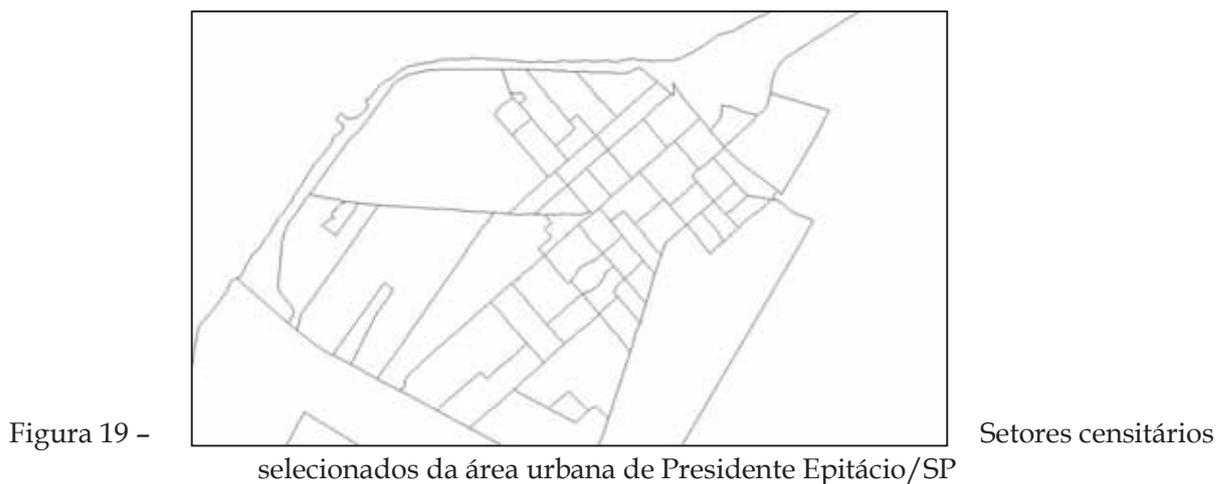
Para adequar essas bases com o banco de dados da pesquisa, foi necessária a conversão da sua projeção para o SAD69, no ArcGis, versão 10.0. Posteriormente, no Global Mapper, versão 8.0, foi realizada a exclusão de todas as áreas e setores que não

³⁹ Disponível em: [HTTP://www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

⁴⁰ Informações disponíveis em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm#1>, acessado em 19/06/2012.

interessavam para a pesquisa. Como houve incompatibilidade de importação desses arquivos na extensão *shape* para o Spring, utilizou-se o formato dos setores na extensão DXF. (Figuras 19 e 20)

No Spring, como as informações relacionadas aos códigos dos setores foram perdidas pela transformação em DXF, este arquivo vetorial foi incorporado num modelo de dados do tipo cadastral e elaborou-se, dentro do Spring, uma tabela do tipo objeto com todas as variáveis selecionadas do censo demográfico. Por fim, foi possível a conexão entre os objetos e os polígonos do mapa vetorial dos setores, ou seja, cada linha da tabela contendo os códigos de cada setor foi “ligada” ao polígono do setor correspondente.



Os códigos dos setores possuem 15 dígitos - UFMMMMMDDSDSSSS - que significam:

UF - Unidade da Federação

MMMMM - Município

DD - Distrito

SD - Subdistrito

SSSS - Setor

As variáveis do censo demográfico de 2010 foram disponibilizadas, em várias planilhas, por tipo de informação coletada no censo. Consideraram-se apenas aquelas que interessavam para a pesquisa, ou seja, número de pessoas por setor, informações sobre água, esgoto, energia, destino do lixo e rendimento.

As informações da classe de análise de infraestrutura foram selecionadas do Arquivo "Domicílio, características gerais". No quadro 11, relacionam-se estas variáveis.

Quadro 11 - Relação das variáveis selecionadas do Arquivo "Domicílio, características gerais"

V002	Domicílios particulares permanentes
V012	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
V013	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade
V014	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna
V015	Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de Água
V017	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
V018	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica
V019	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar
V020	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos

	moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala
V021	Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar
V022	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro
V023	Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário
V035	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado
V036	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza
V037	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado em caçamba de serviço de limpeza
V038	Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade
V039	Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade
V040	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou Logradouro
V041	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar
V042	Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo
V043	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica
V044	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica de companhia distribuidora
V045	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica de outras fontes
V046	Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica

Fonte: Base de dados do censo demográfico 2010 IBGE. Organização: LIMA, V. 2012

O IBGE disponibiliza, juntamente com os dados do censo demográfico, um manual - Base de dados do censo demográfico 2010 - contendo informações sobre a metodologia empregada e referências sobre as variáveis contidas nos arquivos. Para uma melhor compreensão das variáveis selecionadas, consideraram-se as descrições contidas neste manual.

Sendo assim, as variáveis do arquivo “Domicílio, características gerais” possuem a seguinte conceituação:

- **Domicílio** - Domicílio é o local estruturalmente separado e independente que se destina a servir de habitação a uma ou mais pessoas, ou que esteja sendo utilizado como tal.

- **Domicílio particular permanente** - Domicílio construído para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas;
- **População residente** - A população residente é constituída pelos moradores em domicílios na data de referência.

De acordo com o IBGE, o tipo de esgotamento sanitário do banheiro ou sanitário do domicílio particular permanente foi classificado como:

- **Rede geral de esgoto ou pluvial** - quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, provenientes do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduzia a um desaguadouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não dispusesse de estação de tratamento da matéria esgotada;
- **Fossa séptica** - quando a canalização do banheiro ou sanitário estava ligada a uma fossa séptica, ou seja, a matéria era esgotada em uma fossa próxima, onde passava por um processo de tratamento ou decantação, sendo, ou não, a parte líquida conduzida, em seguida, para um desaguadouro geral da área, região ou município;
- **Fossa rudimentar** - quando o banheiro ou sanitário estava ligado a uma fossa rústica (fossa negra, poço, buraco, etc.);
- **Vala** - quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a uma vala, a céu aberto;
- **Rio, lago ou mar** - quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a rio, lago ou mar; ou
- **Outro** - quando o esgotamento dos dejetos provenientes do banheiro ou sanitário, não se enquadrasse em quaisquer dos tipos descritos anteriormente.

A forma de abastecimento de água do domicílio particular permanente foi classificada como:

- **Rede geral de distribuição** - quando o domicílio, o terreno, ou a propriedade em que se localizava, era ligado a uma rede geral de distribuição de água;
- **Poço ou nascente na propriedade** - quando o domicílio era servido por água proveniente de poço construído, ou nascente, localizado no terreno ou na propriedade;
- **Água de chuva armazenada em cisterna** - quando o domicílio era servido por água de chuva, armazenada em cisterna, caixa de cimento, etc.;
- **Outro** - quando a forma de abastecimento de água do domicílio era proveniente de poço ou nascente fora da propriedade, carro-pipa, água da chuva armazenada de outra forma, rio, açude, lago ou igarapé ou outra forma de abastecimento de água, diferente das descritas anteriormente.

O destino do lixo proveniente do domicílio particular permanente foi classificado como:

- **Coletado:**
 - **Diretamente por serviço de limpeza** - quando o lixo do domicílio era coletado diretamente por serviço de empresa pública ou privada;
 - **Em caçamba de serviço de limpeza** - quando o lixo do domicílio era depositado em uma caçamba, tanque ou depósito, fora do domicílio, para depois ser coletado pelo serviço de empresa pública, ou privada;
 - **Queimado (na propriedade)** - quando o lixo do domicílio era queimado no terreno ou propriedade em que se localizava o domicílio;
 - **Enterrado (na propriedade)** - quando o lixo do domicílio era enterrado no terreno ou propriedade em que se localizava o domicílio;
 - **Jogado em terreno baldio ou logradouro** - quando o lixo do domicílio era jogado em terreno baldio ou logradouro público;
 - **Jogado em rio, lago ou mar** - quando o lixo do domicílio era jogado em rio, lago ou mar; ou

- o **Outro destino** - quando o lixo do domicílio tinha destino diferente dos descritos anteriormente.

Outros dados que foram considerados relevantes para a pesquisa, referem-se aos da planilha do “Arquivo básico”, como a seguir:

Quadro 12 - Relação das variáveis selecionadas do “Arquivo básico”

V001	Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis domicílios particulares permanentes
V002	Moradores em domicílios particulares permanentes ou residente em domicílios particulares permanentes
V003	Média do número de moradores em domicílios particulares permanentes (obtida pela divisão de Var2 por Var1)

Fonte: Base de dados do censo demográfico 2010 IBGE. Organização: LIMA, V. 2012

Sobre os dados de renda, utilizaram-se as variáveis do arquivo “Renda dos domicílios” conforme o Quadro 13:

Quadro 13 - Relação das variáveis selecionadas do arquivo “Renda dos domicílios”

V005	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo
V006	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/8 a 1/4 salário mínimo
V007	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/4 a 1/2 salário mínimo
V008	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1/2 a 1 salário mínimo
V009	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 1 a 2 salários mínimos
V010	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 2 a 3 salários mínimos
V011	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 3 a 5 salários mínimos
V012	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de 5 a 10 salários mínimos

V013	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 10 salários mínimos
V014	Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita

Fonte: base de dados do censo demográfico 2010 IBGE. Organização: LIMA, V. 2012

Através das tabelas elaboradas no Spring, com os respectivos valores e informações de cada variável, gerou-se a espacialização dos atributos, ou seja, através dos geo-objetos foi possível a geração de geocampos.

Essa espacialização foi resultado do agrupamento de atributos e dependendo do objetivo e conteúdo, optou-se pelo agrupamento em *valor único* ou *passo igual*. O valor único é a geração de um geocampo através dos valores reais de cada setor censitário e o passo igual permite agrupar vários setores em quantidades de classes determinadas de valores. Por exemplo, pode-se escolher a quantidade de 01 a 15 classes temáticas com relação à visualização dos dados de renda. Após o processo de agrupamento, foi gerado o plano de informação para cada variável.

Optou-se por representar as variáveis com números absolutos em todos os setores, com exceção dos dados de rendimento per capita domiciliar que foram representados em porcentagens para facilitar o mapeamento das classes de renda.

5.2 Imagens do satélite WorldView-II

Algumas variáveis foram desenvolvidas com base nas informações espectrais das imagens do satélite WorldView-II, adquiridas para a pesquisa. Este satélite, que possui uma órbita com altitude de 770 km, foi lançado em outubro de 2009, na Califórnia. Possui oito bandas espectrais atuando nas seguintes faixas espectrais:

- Coastal: 400 – 450 nm
- Blue: 450 – 510 nm
- Green: 510 – 580 nm
- Yellow: 585 – 625 nm

- Red: 630 – 690 nm
- Red Edge: 705 – 745 nm
- Near IR1: 770 – 895 nm
- Near IR2: 860 – 1040 nm

Além destas, há uma banda pancromática que atua na faixa espectral de 450 – 800 nm. A resolução espacial das 8 bandas multiespectrais é de 2 metros e na pancromática de 0.50 m. Possui uma resolução radiométrica de 11 bits.

Foram adquiridas, para as duas cidades em questão, imagens WorldView-II, ortorretificadas, com 8 bandas espectrais e uma pancromática, na projeção UTM e datum SAD-69.

Para a cobertura da cidade de Presidente Epitácio, foram necessárias duas cenas, sendo uma com data de aquisição de 22 de março de 2010, e outra de 13 de abril de 2010, ambas com 0% de cobertura de nuvens. Para Nova Andradina, a imagem adquirida possui data de imageamento, de 20 de fevereiro de 2011, com 0% de cobertura de nuvens.

Para melhorar a resolução espectral das imagens multiespectrais, realizou-se a sua fusão com a banda pancromática. Este processo faz com que as imagens multiespectrais passem de 2 metros de resolução espacial para 0.50 m (resolução da imagem pancromática). Esta técnica foi realizada no aplicativo ENVI, versão 4.3, com algumas inconsistências no resultado, embora tendo sido possível utilizá-la, para algumas variáveis, como a pavimentação e uso da terra.

Na sequência, apresentam-se as imagens WorldView-II, de Nova Andradina e Presidente Epitácio, figuras 21 e 22 respectivamente:

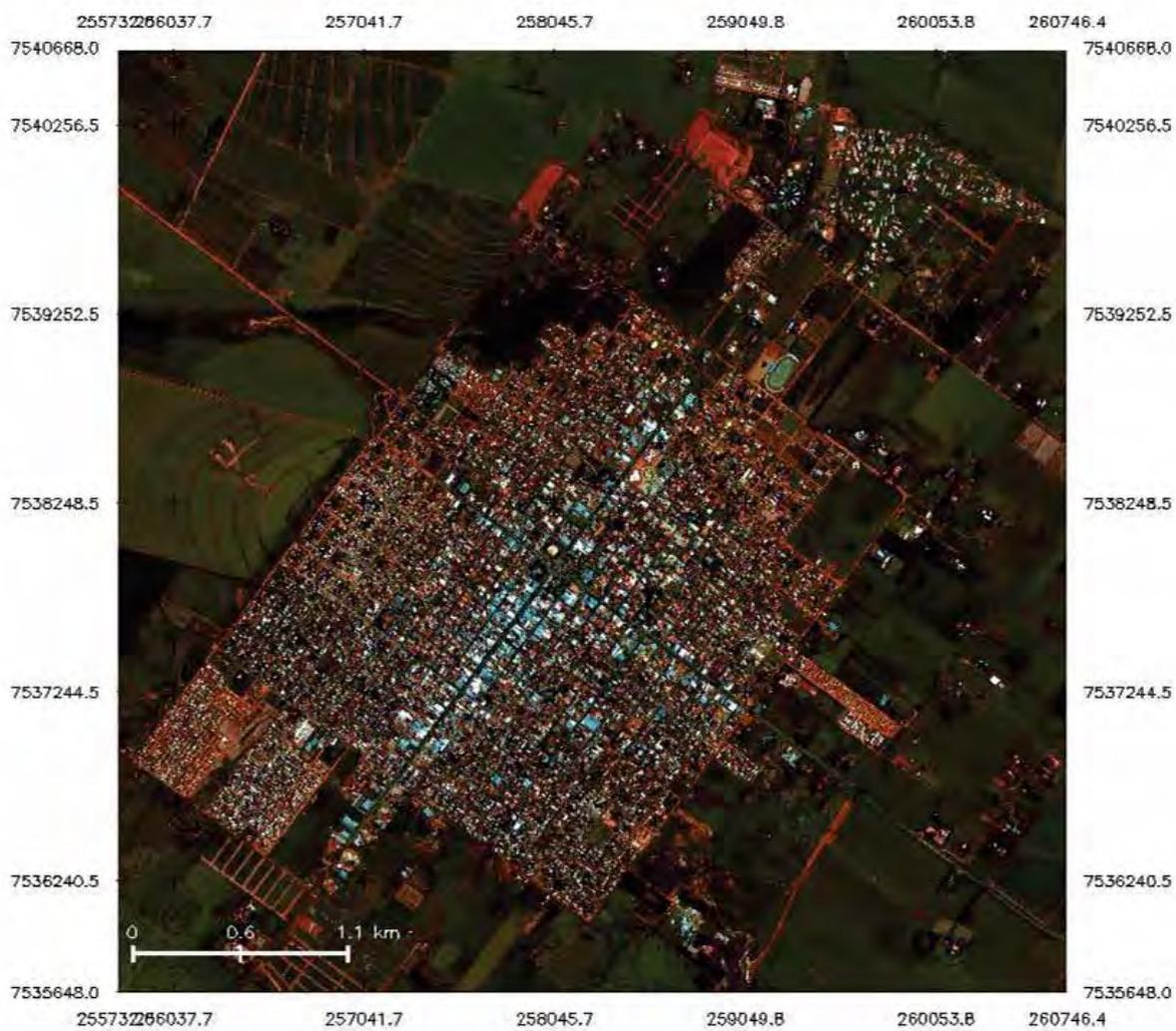


Figura 21 - Imagem do satélite worldView-II de Nova Andradina de de 20 de fevereiro de 2011. Composição Colorida R(5) G(3) B(2).



Figura 22 - Imagens do Satélite worldView-II de Presidente Epitácio de 13 de abril de 2010 e outra de 22 de março de 2010. Composição Colorida R(5) G(3) B(2)

5.3 Mapeamento das variáveis da classe de análise: aspectos sociais

Esta classe de análise contempla as variáveis: número de habitantes, cobertura das construções e uso da terra. Além destas informações referentes ao arquivo básico do censo demográfico de 2010, foram utilizadas, para análise desta classe, a quantidade de domicílios e a média de moradores por domicílio.

5.3.1 Número de Habitantes

Como explicado no capítulo 3, as informações sobre o número de habitantes foram utilizadas de forma indireta para a análise da qualidade ambiental, ou seja, não fez parte da elaboração do mapa final de qualidade ambiental.

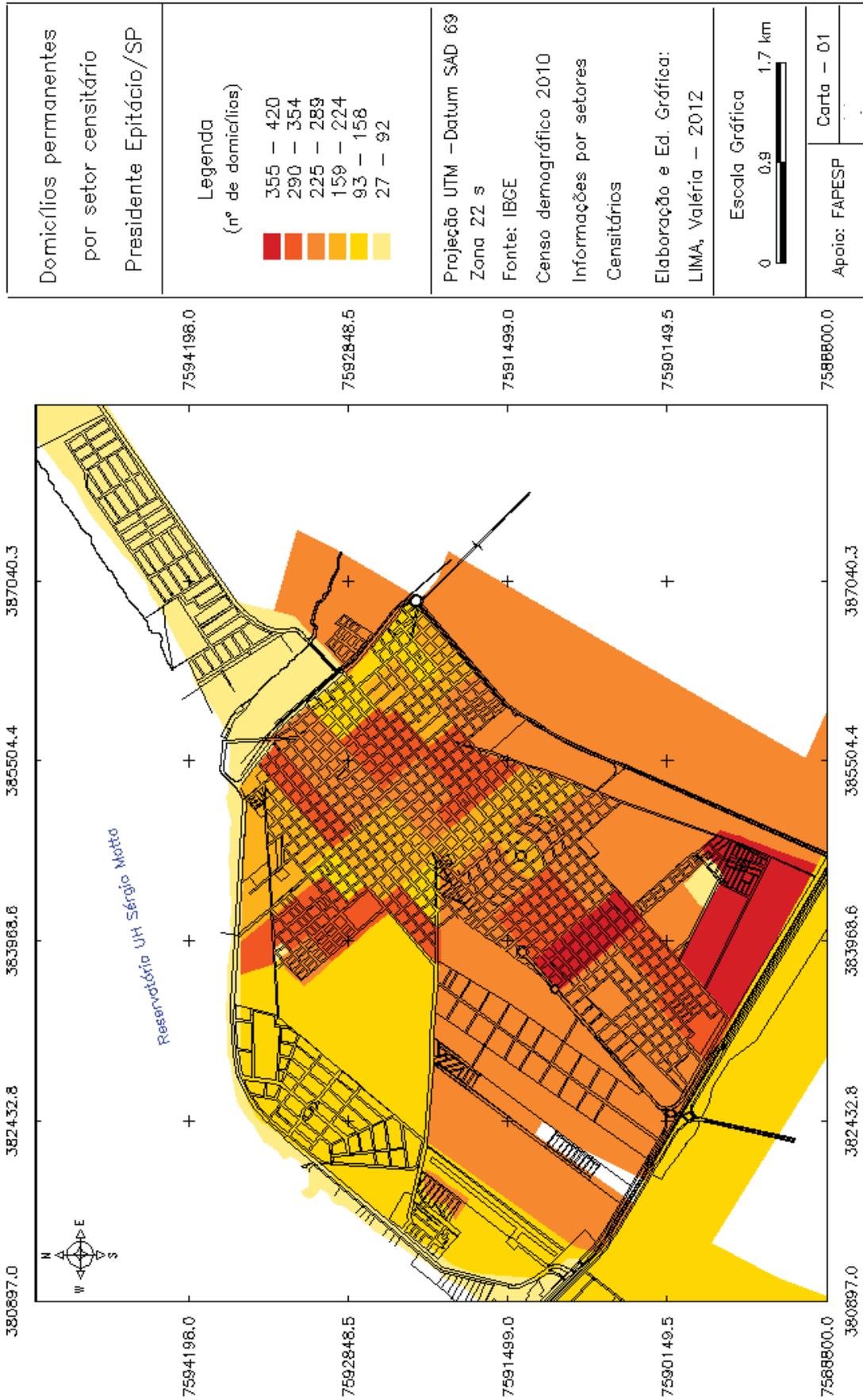
Visto que a informação de número de habitantes implica no limite dos setores, fica difícil analisar a influência de uma quantidade específica com relação ao tamanho de cada setor, ou seja, num setor com uma área maior pode haver uma quantidade pequena de habitantes, se comparado a um setor com dimensões menores; porém, o setor com tamanho maior pode incluir, além de áreas edificadas, mais espaços vazios e áreas verdes, por exemplo.

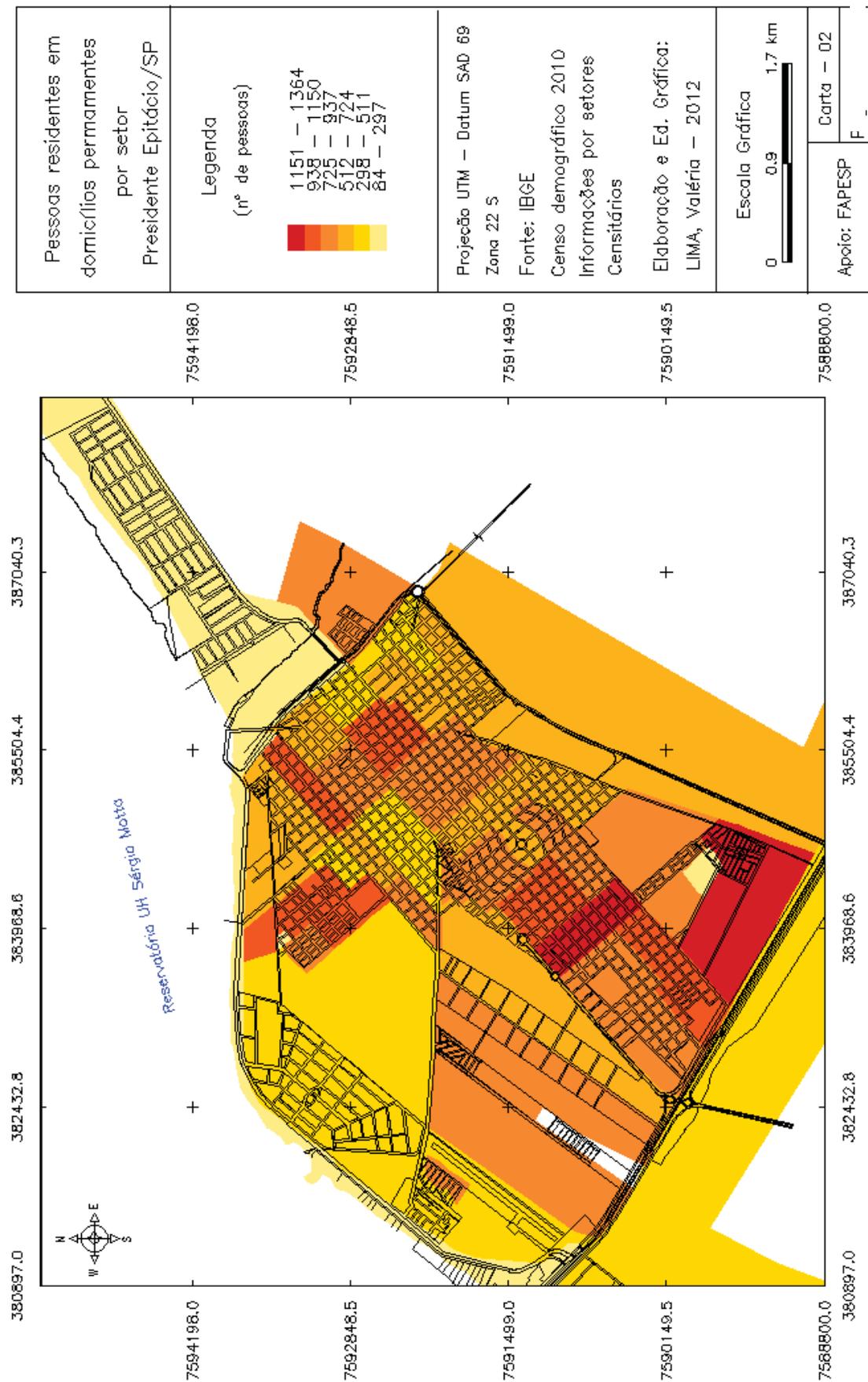
A idéia de trabalhar com número de habitantes para a análise de qualidade ambiental é de calcular a densidade demográfica, que é a quantidade de habitantes por metro quadrado (h/m^2). Como se sabe, uma pequena área com uma alta concentração de pessoas, associado a outros fatores, como a ausência de infraestrutura urbana, ou a sua inadequação, pode indicar um ambiente com baixa qualidade, influenciando até mesmo na saúde da população.

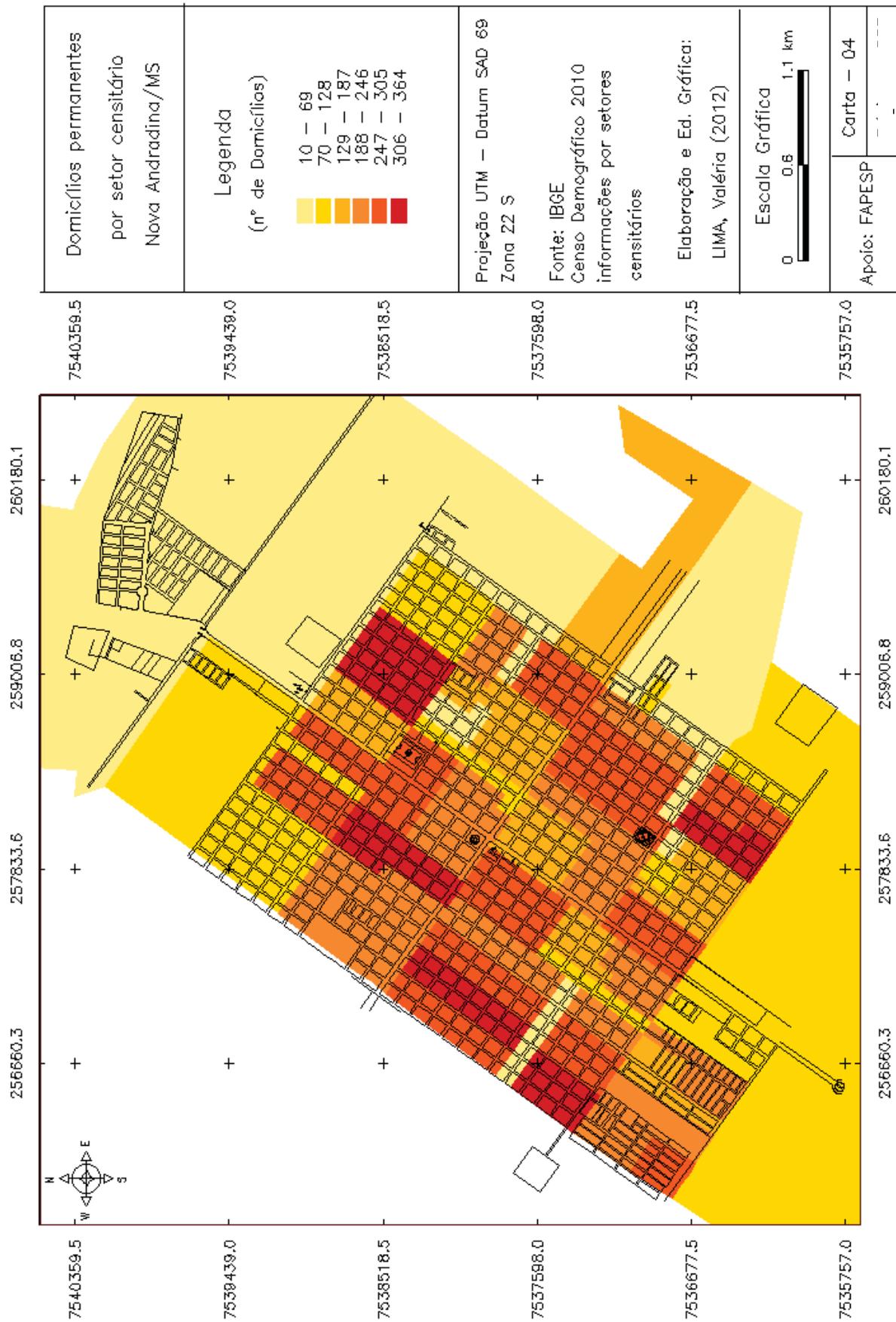
Muitos setores, tanto de Presidente Epitácio, como de Nova Andradina, possuem espaços vazios ou que não incluem residências. Como as informações do número de habitantes são disponibilizadas por setor e não por domicílios, ficou inviável a utilização desses dados.

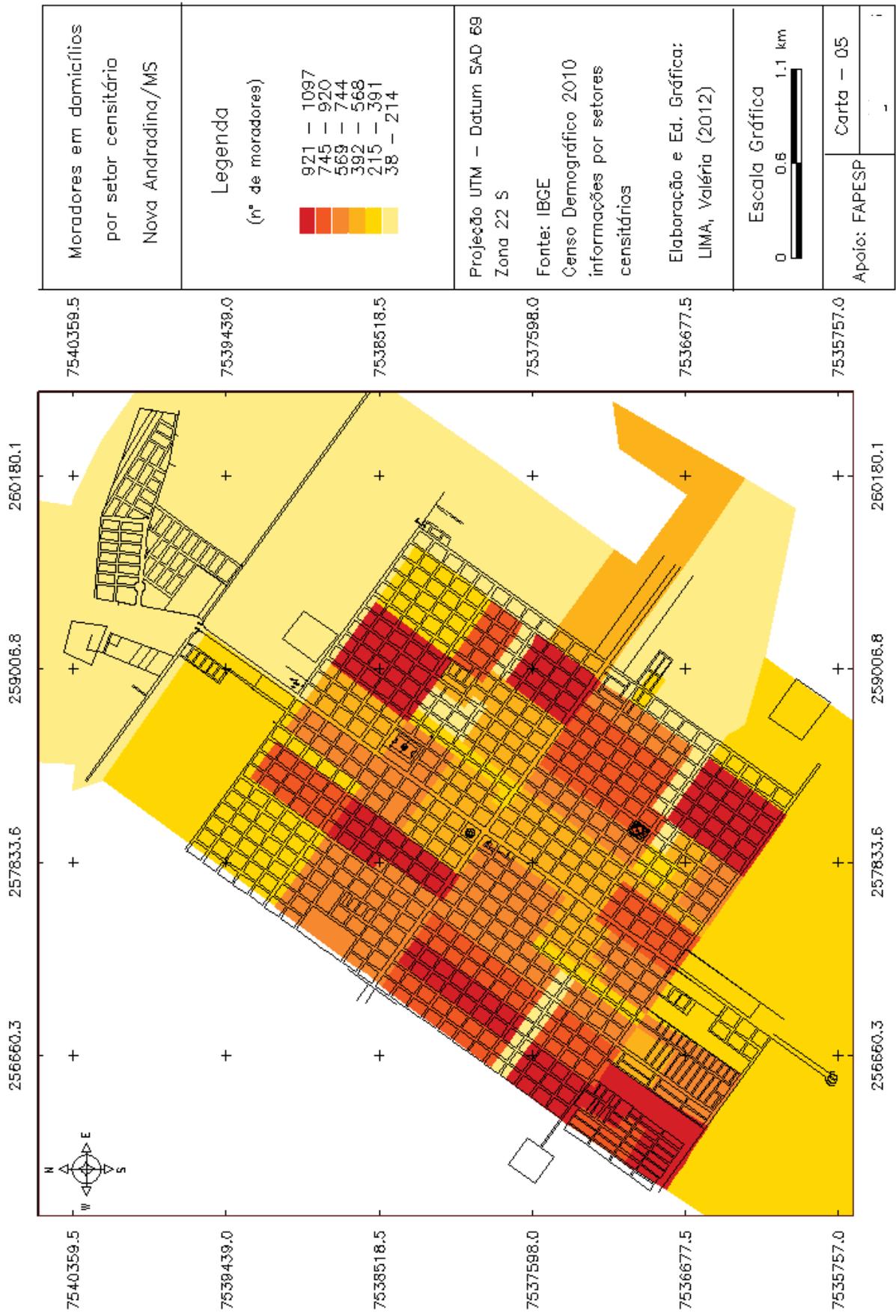
Porém, o IBGE disponibilizou dados sobre quantidade de pessoas por domicílio, a quantidade de domicílios por setor e a média do número de pessoas por domicílio. Com base nestas informações, elaboraram-se as cartas temáticas do número de moradores residentes em domicílios por setor, número de domicílios particulares por setor e da média do número de pessoas por domicílio para as cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina. (Cartas de Presidente Epitácio: 01, 02, 03; Cartas de Nova Andradina: 04, 05 e 06)

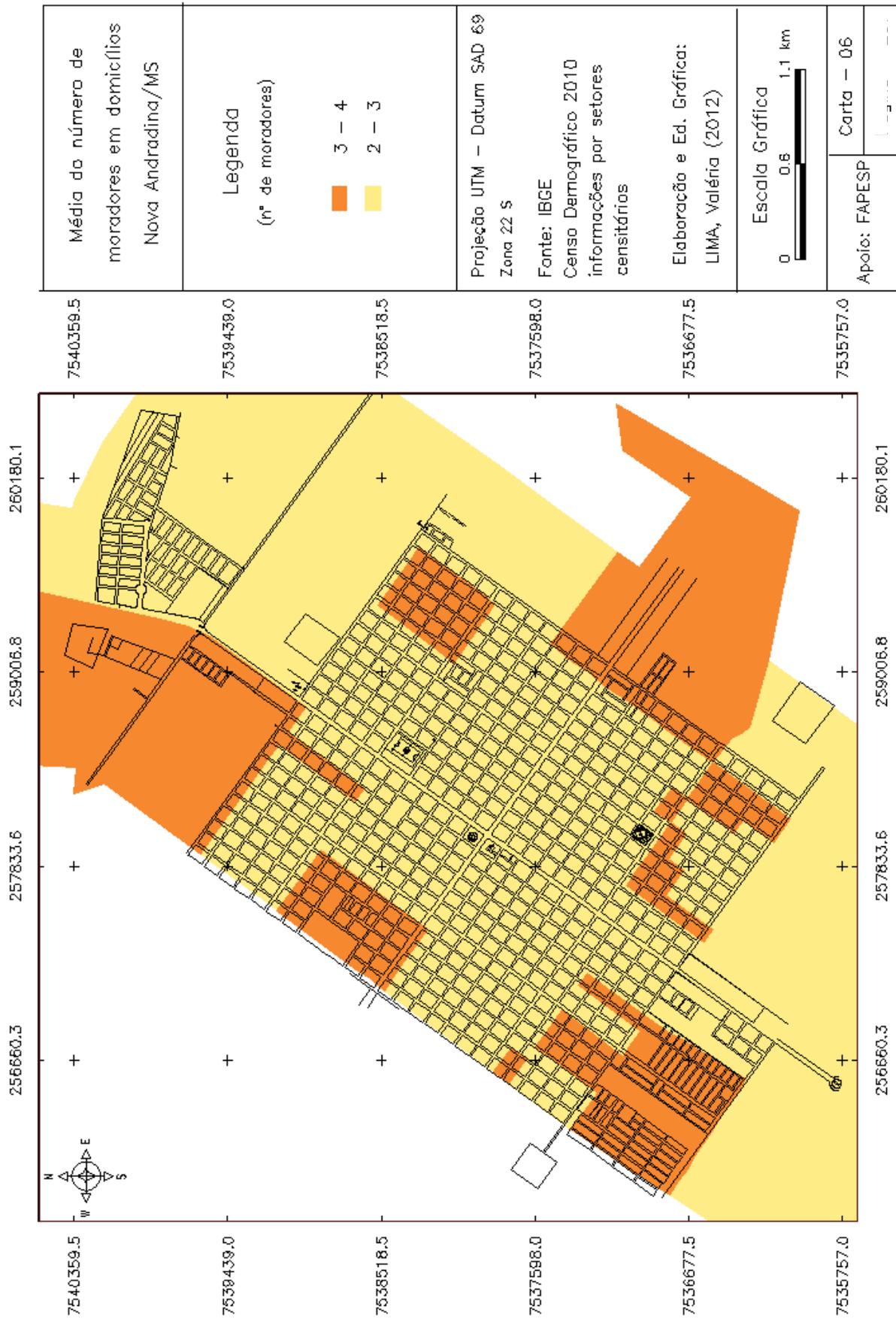
A média do número de moradores em Presidente Epitácio, como pode ser observada na carta 03, é de 2 a 3 moradores por domicílio e de Nova Andradina - carta 06 - variou de 2 a 4. Esses valores não são significativos para a análise de qualidade ambiental, considerando que a quantidade de moradores por domicílio não é suficiente para indicar alguma influência na qualidade ambiental, mesmo associando outros fatores.











5.3.2 Mapeamento da cobertura das construções

O mapeamento da cobertura das construções das duas cidades foi elaborado com base nas informações espectrais das imagens WorldView II e também da identificação visual dos tipos de telhas das edificações. Visto que a variedade de cobertura é muito grande na paisagem urbana e, mesmo com imagens de alta resolução espacial e espectral, muitos alvos têm a mesma resposta espectral, dificultando, como exemplo, a separação dos vários tipos de telhas.

Portanto, utilizaram-se classificação e mapeamento da predominância dos tipos de cobertura, como as telhas de cerâmica, as telhas metálicas (telhados de aço galvanizado e alumínio) e as coberturas de cimento (que incluem telhas de fibrocimento com amianto e sem amianto), vegetação rasteira e arbórea, pavimentação, solo exposto e água.

As figuras 23, 24, 25, 26 e 27 exemplificam os padrões encontrados em ambas as cidades e como foram identificados os predomínios dos tipos de cobertura, a partir de algumas amostras da imagem de satélite WorldView-II e fotos dos tipos de coberturas da cidade de Presidente Epitácio.

O mapeamento da cobertura das construções foi realizado em duas etapas. Na primeira, foi usada a classificação supervisionada com a segmentação das imagens no Spring 5.2. Esta classificação requer uma interação do usuário para a escolha de amostras de cada tema a ser mapeado.

A classificação de imagem é um procedimento de análise digital de imagens que constitui um processo de análise pixels de forma isolada. Este procedimento apresenta uma limitação, pois se baseia apenas em atributos espectrais, entretanto, na área urbana, outros fatores devem ser considerados como a forma e o tamanho. Para isso, utilizou-se a segmentação de imagens antes da classificação, onde foram extraídas amostras de temas a serem mapeados.



Figura 23 - Exemplos da identificação dos tipos de cobertura. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio. Elaboração e organização: LIMA, Valéria 2012.



Figura 24 - Exemplos da identificação de cobertura de telhas de cimento e metálica. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio. Autoria das fotos e organização: LIMA, Valéria 2012.

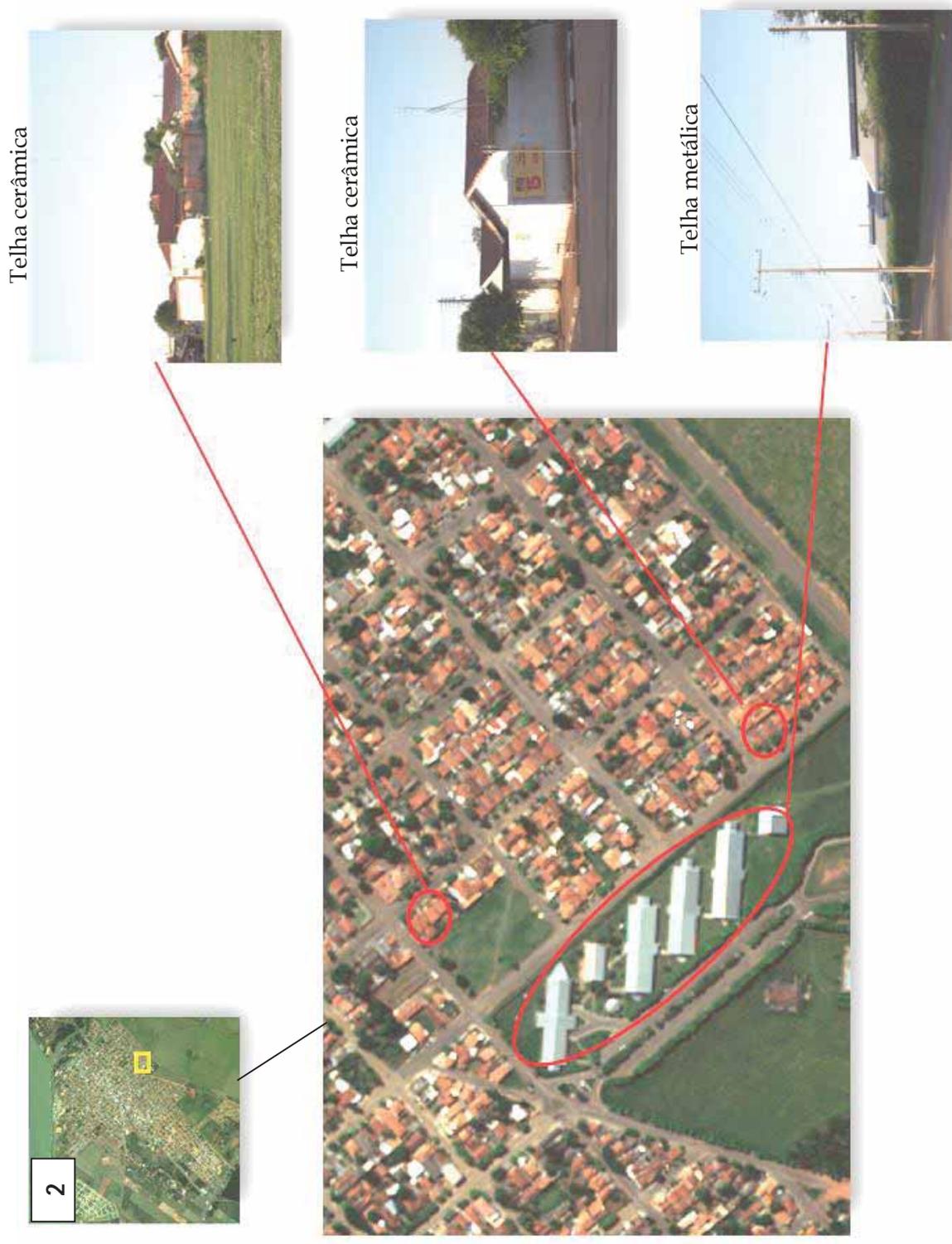


Figura 25 - Exemplos da identificação de cobertura de telhas de cimento e metálica. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio. Autoria das fotos e organização: LIMA, Valéria 2012.



Figura 26 - Exemplos da identificação dos tipos de telhas. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio. Autoria das fotos e organização: LIMA, Valéria 2012.

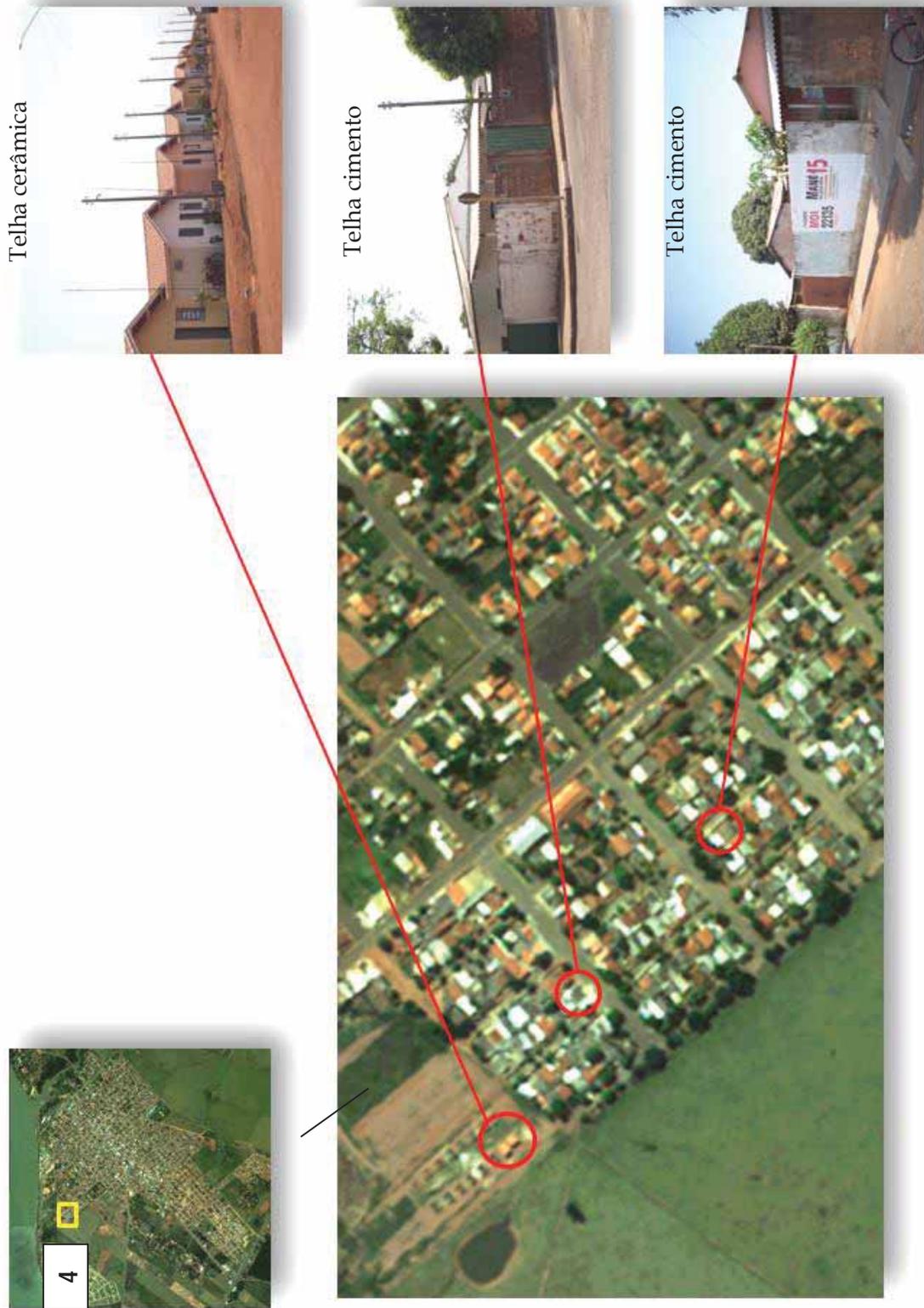


Figura 27 - Exemplos da identificação dos tipos de telhas. Imagem WorldView-II de Presidente Epitácio. Autoria das fotos e organização: LIMA, Valéria 2012.

Para a segmentação foi necessária a escolha de um valor de similaridade e de área (pixels), referindo-se, esta similaridade, à distância euclidiana entre os valores médios dos níveis de cinza de cada região. Utilizou-se o valor 150 para similaridade e 100 para área (pixels). Na figura 28, as linhas vermelhas resultaram da segmentação das imagens com os valores mencionados.



Figura 28 – Exemplo da segmentação das imagens WordView-II no Spring

Os resultados podem ser observados nas cartas 07 e 08 de Presidente Epitácio e Nova Andradina, respectivamente. Considerou-se o resultado dessa classificação não adequado para o processamento da carta de qualidade ambiental devido à “mistura” de informações espectrais e pela dificuldade deste tipo de classificação não levar em consideração a forma, o tamanho e a textura dos objetos.

A segunda etapa do mapeamento da cobertura das construções foi realizada através da identificação da análise visual dos temas selecionados. Como a primeira etapa incluiu todos os tipos de cobertura, tais como a vegetação e a pavimentação,

e não apenas os tipos de telhas, considerou-se necessária a elaboração desta segunda etapa.

Como as informações de vegetação já foram contempladas no mapeamento da densidade de vegetação, assim como as de pavimentação, que fizeram parte do indicador 'saneamento ambiental', optou-se pela exclusão de todas essas informações, já classificadas para os demais indicadores, sendo mapeados apenas os tipos de cobertura das edificações.

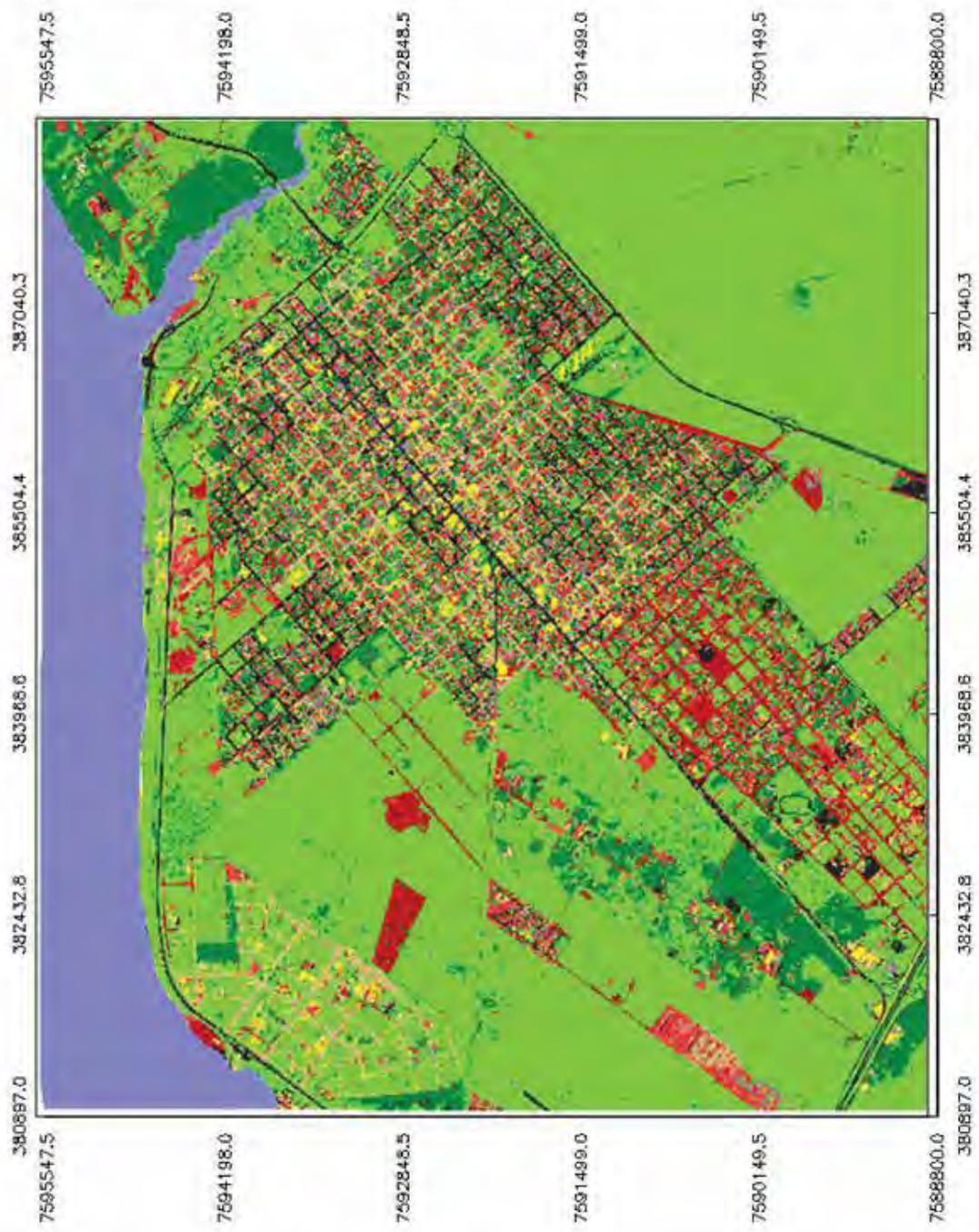
Através da identificação visual das imagens, foi classificada a predominância dos tipos de coberturas das edificações, por quadra, nas seguintes classes:

- Predominância de telhas de cerâmica;
- Predominância de telhas metálicas;
- Predominância de telhas de cimento;
- Predominância mista de telhas de cerâmica e de cimento;
- Predominância mista de telhas metálicas e de cerâmica;
- Predominância mista de telhas metálicas e de cimento;
- Predominância mista de telhas metálicas de cerâmica e de cimento.

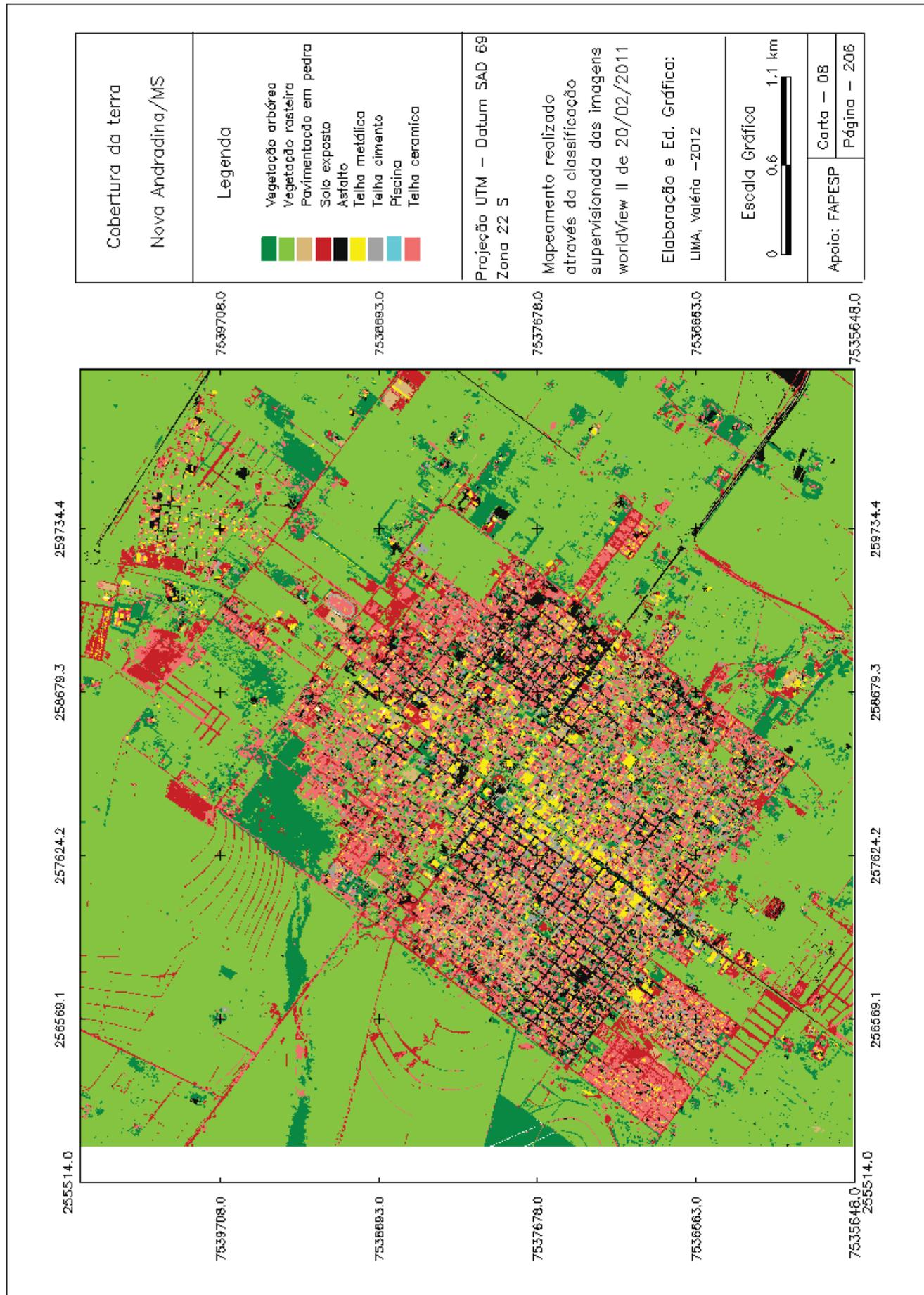
A classificação foi realizada de acordo com a proporção da ocupação de cada tipo de cobertura das edificações, em cada quadra, ou seja, uma quadra com coberturas de telhas de cerâmica e de cimento na mesma proporção foi incorporada na classe de "Predominância mista de telhas de cerâmica e de cimento". (Cartas 09 e 10)

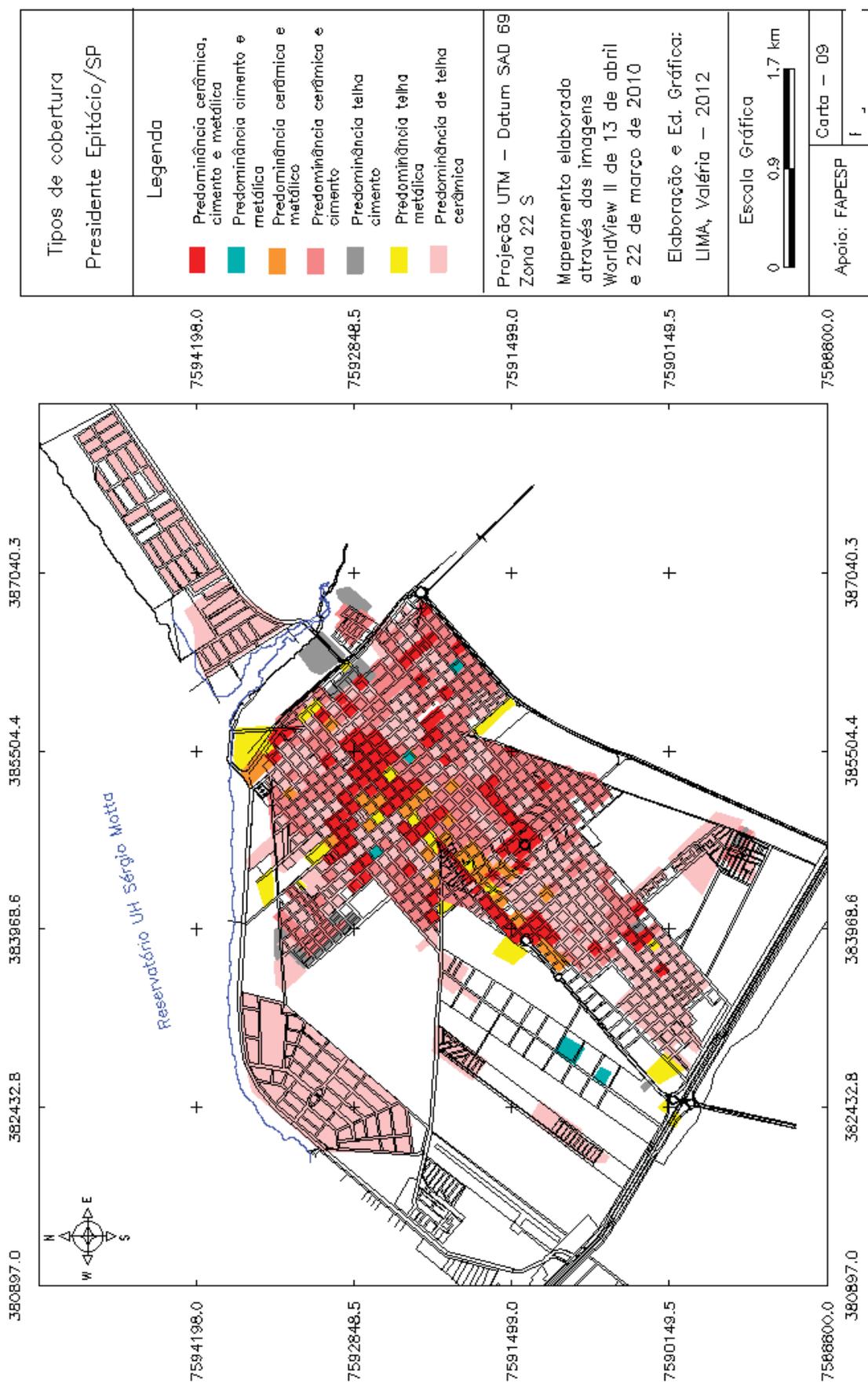
Percebe-se que ambas as cidades - Presidente Epitácio (carta 09) e Nova Andradina (carta 10) - têm uma concentração de telhas metálicas num eixo central, onde se localizam seus centros comerciais. Essas áreas têm baixa densidade ou ausência de vegetação arbórea. As áreas que apresentaram maior cobertura de

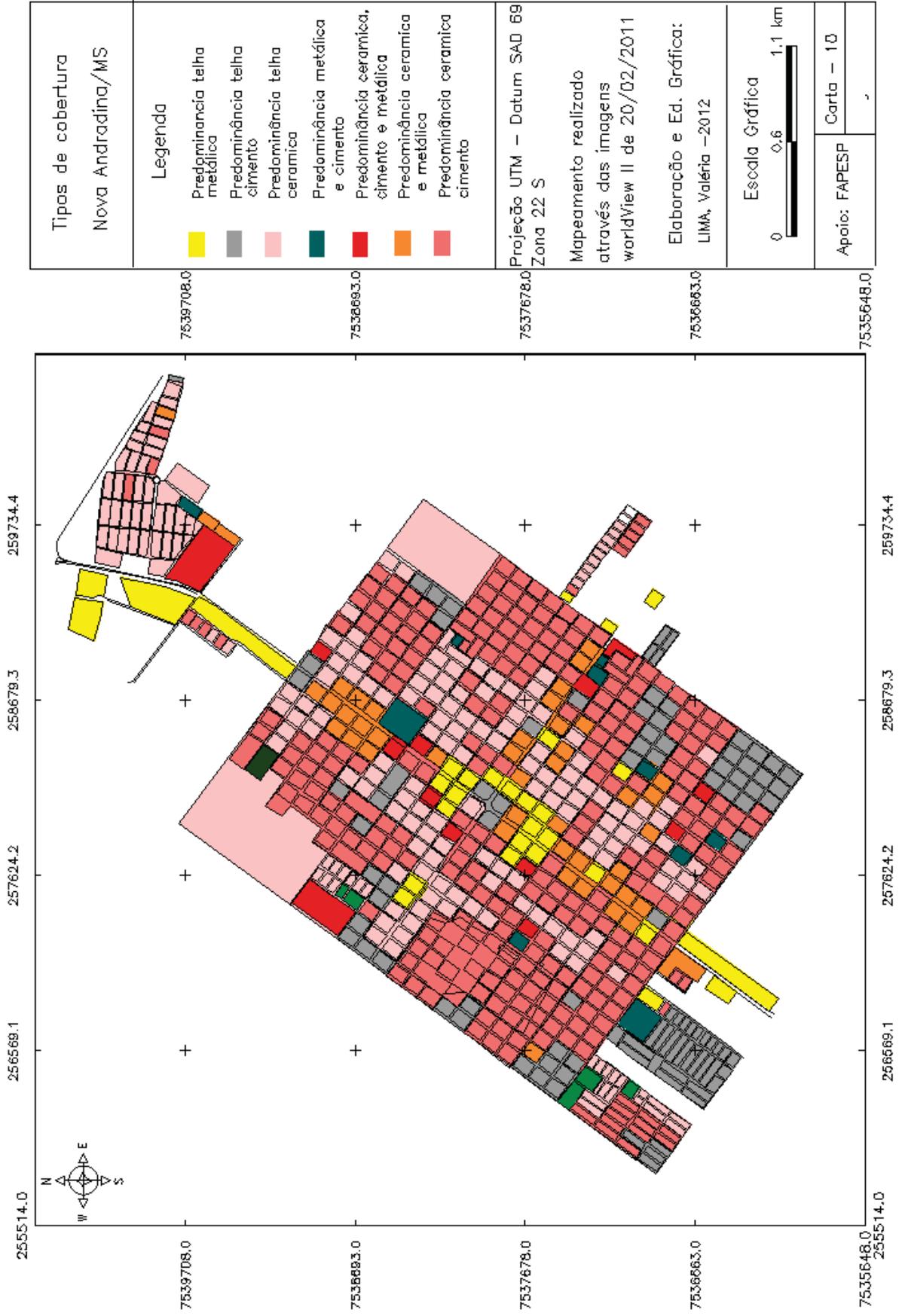
telhas de cimento estão localizadas nos bairros mais pobres, com uma parte das ruas sem pavimentação. Já, as áreas classificadas com a predominância de telhas metálicas, fora do eixo central, caracterizavam edificações de fábricas, barracões e instituições escolares.



<p>Cobertura da terra Presidente Epitácio/SP</p>	
<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Reservatório UH Vegetação arbórea Vegetação rasteira Solo exposto Pavimentação pedra Asfalto Telha cerâmica Telha metálica Telha cimento 	<p>Projeção UTM – Datum SAD 69 Zona 22 S</p> <p>Mapeamento elaborado através da classificação supervisionada das imagens WorldView II de 13 de abril e 22 de março de 2010</p> <p>Elaboração e Ed. Gráfica: LIMA, Valéria – 2012</p>
<p>Escola Gráfica</p>	
<p>Apio: FAPESP</p>	<p>Carta – 07</p>
<p>Página – 205</p>	







5.3.3 Uso da terra

O uso da terra caracteriza-se pelo emprego, pela utilidade, ou fim das edificações, ou seja, residencial, comercial, industrial, entre outros tipos. Estes usos, dependendo de sua localização e atrelados a outros fatores como uma área mista, com comércio e residência, por exemplo, associada à ausência de vegetação e baixa permeabilidade do solo, podem influenciar na qualidade ambiental. São fatores que, geralmente, causam uma maior concentração de pessoas e veículos provocando poluição sonora e do ar pela queima dos combustíveis, além da ausência de vegetação que influenciam no microclima.

Para elaborar o mapa de uso da terra, foram utilizadas as classificações: residencial, comercial, industrial, residencial/comercial, residencial/industrial, residencial/institucional, áreas institucionais, áreas verdes e praças. Todas as áreas que não foram consideradas residenciais, comerciais, industriais ou as mescladas, classificaram-se como áreas institucionais que se referem a postos de saúde, igrejas, prefeituras, e outros.

Como o objetivo da pesquisa não é trabalhar os detalhes de cada tipo de uso, mas o seu padrão por área foi considerado, em cada quadra, o que predominou, ou seja, uma que possui apenas um comércio e várias residências, considerou-se esta quadra como de uso predominantemente residencial.

O mapeamento foi elaborado através de trabalho de campo associado à interpretação visual das imagens de satélite WorldView-II, com resolução de 2 metros e com a fusão da banda pancromática, resolução de 0.50 m.

5.3.3.1 Uso da terra de Presidente Epitácio/SP

O centro da cidade de Presidente Epitácio é muito bem definido, ao longo de toda sua avenida principal, concentrando nesta área as atividades comerciais. Como

acompanha as margens do lago da Usina Hidrelétrica Sérgio Motta, possui a característica de ser bem dispersa e com muitos bairros afastados do centro.

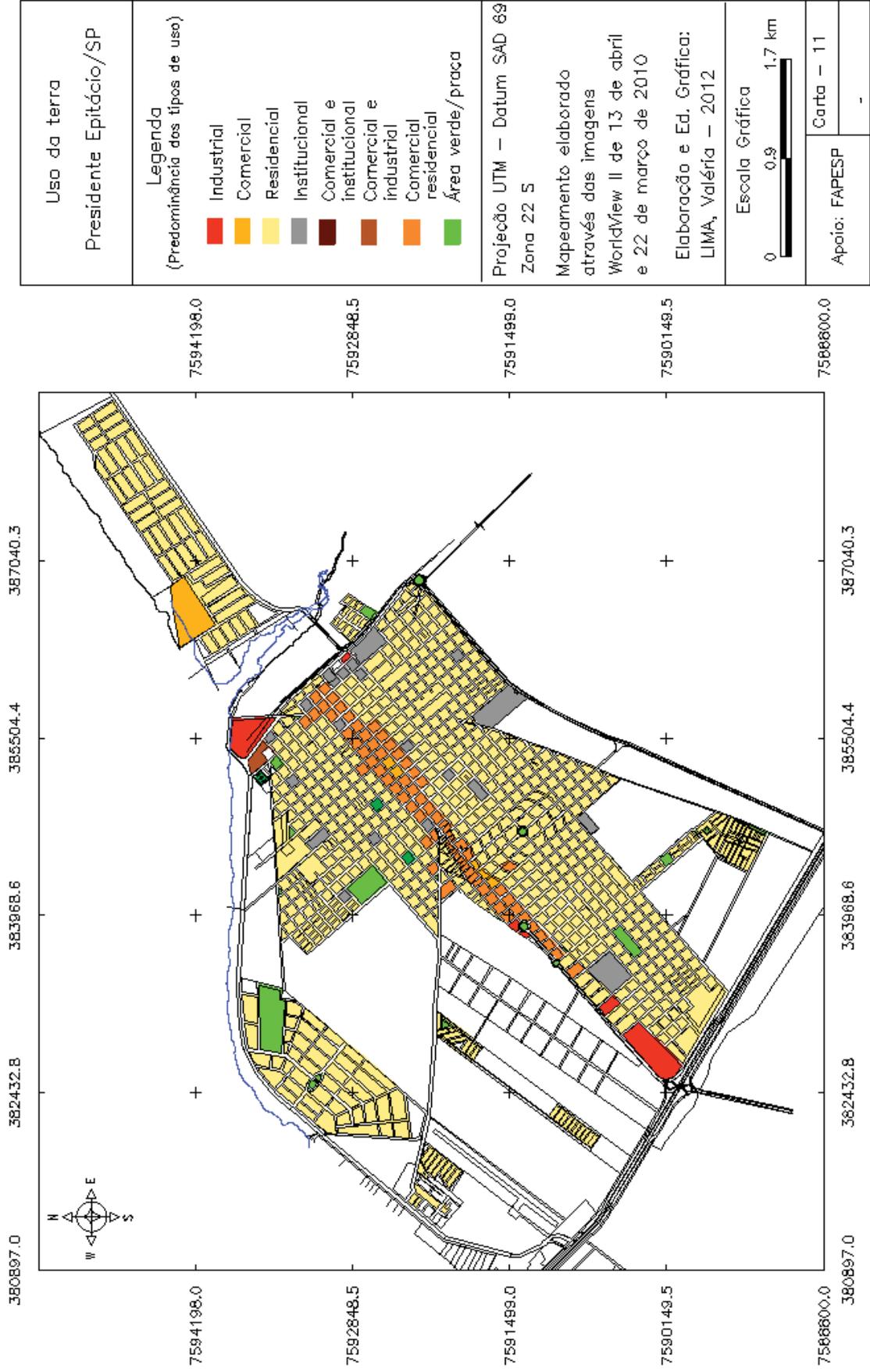
Como pode ser observado na sua carta de uso da terra, há o predomínio do tipo residencial. Outro fator que chama a atenção é o número reduzido de praças e áreas verdes na cidade (Carta 11). Nos trabalhos de campo realizados na cidade, as poucas praças, quando possuem vegetação arbórea, não se apresentam em quantidade adequada. Além disso, destaca-se o predomínio de áreas residenciais com baixa cobertura arbórea e com inexistência desse porte de vegetação.

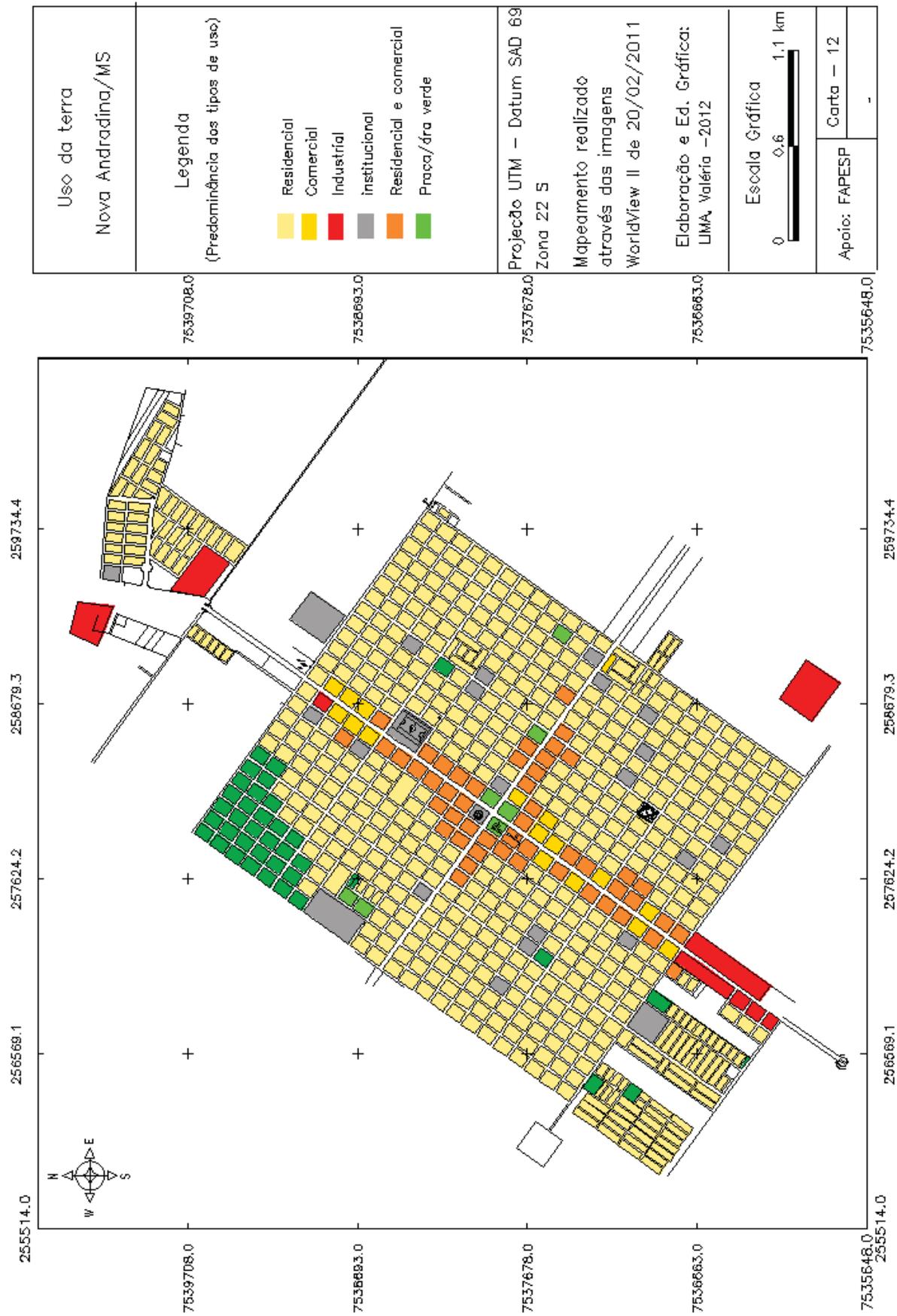
5.3.3.2 Uso da terra de Nova Andradina/MS

Nova Andradina distingue-se pela sua área urbana pequena e concentrada. Segue o padrão de cidades pequenas, cujo eixo central é caracterizado pelas atividades comerciais (Carta 12).

O uso predominante do seu solo também é o residencial, possuindo, todavia, um número maior de áreas verdes e praças. Entre estas, destaca-se uma reserva florestal, com vegetação nativa dentro da área urbana, dando a impressão de uma cidade mais “verde”, embora algumas áreas apresentem baixa cobertura arbórea.

Ressalta-se que o mapeamento dos tipos de uso da terra é de extrema importância para compreender a dinâmica da paisagem urbana, mesmo que não tenha sido incluído no processamento da carta de qualidade ambiental.





5.4 Mapeamento da variável da classe de análise: Aspectos econômicos

A classe de 'análise aspectos econômicos' é composta pela variável renda. Com os dados do censo demográfico (IBGE), de 2010, foram selecionadas as variáveis do arquivo "Renda dos domicílios", que incluem dados de rendimento mensal domiciliar, per capita, em salários mínimos.

No Spring, foram realizadas a espacialização, o agrupamento dessas variáveis tanto de Presidente Epitácio quanto de Nova Andradina.

5.4.1 Critérios para mapear as classes de renda

Utilizando a renda domiciliar, o IBGE aplica uma metodologia para estabelecer cinco classes sociais, baseadas no número de salários mínimos divididas como seguem:

A – acima de 20 salários mínimos;

B – 10 a 20 salários mínimos;

C – 04 a 10 salários mínimos;

D – 02 a 04 salários mínimos;

E – até 02 salários mínimos.

Optou-se pela não utilização dos critérios do IBGE, que trabalha com classes sociais baseadas nas faixas de salários, tendo em vista a compreensão de que tal indicador – classe social – é complexo para ser abordado apenas com as faixas salariais por domicílios. Além disso, a metodologia aplicada para as classes de renda teve que ser adaptada à realidade de Presidente Epitácio e Nova Andradina, que são cidades pequenas. Para estabelecer os critérios de mapeamento das classes de renda dos dois espaços pesquisados, considerou-se a metodologia de Santos (2010), referente à estratificação social de Presidente Epitácio.

De acordo com Santos (2010) é necessário adaptar a classificação dos resultados de renda domiciliar da cidade considerando suas realidades socioeconômicas e que estas paisagens urbanas referem-se a cidades pequenas. Portanto, as classes de renda foram divididas em:

Muito alta – mais de 10 salários mínimos;

Alta – 5 a 10 salários mínimos;

Média – 2 a 5 salários mínimos;

Baixa – até 2 salários mínimos.

Para classificar as áreas de acordo com essa divisão, foi calculada a porcentagem dos domicílios que possuíam cada faixa de renda dentro de cada setor, ou seja, a porcentagem de domicílios que possuíam, por exemplo, rendimento mensal per capita de até 2 salários mínimos dentro de cada setor,. Para isso, utilizou-se o número de domicílios por setor e foi aplicada a seguinte fórmula no aplicativo Excel:

$$\text{n}^\circ \text{ de domicílios em cada faixa de renda} * 100 / \text{número de domicílios do setor} = \text{porcentagem de domicílios de cada classe de renda.}$$

Foram geradas novas colunas na tabela das variáveis dos setores censitários de Presidente Epitácio e Nova Andradina que após a sua incorporação no Spring, permitiu a representação das informações. (Cartas de Presidente Epitácio: 13 a 16; Cartas de Nova Andradina: 17 a 20)

Através destas espacializações, foi possível identificar as diferenças de renda em cada setor, ou seja, a porcentagem dos domicílios com sua respectiva faixa de renda. Isso facilitou a aplicação dos critérios para a classificação e mapeamento do indicador classes de renda.

Os setores que apresentaram mais de 70% dos domicílios com renda mensal de até 2 salários mínimos, foram classificados como áreas de “classe de renda baixa”. Já os

que apresentaram de 50% a 70% dos domicílios com renda mensal de até 2 salários mínimos somados com a presença de 30% a 50% de renda mensal de 2 a 5 salários mínimos, foram classificados como áreas de “classe de renda média”.

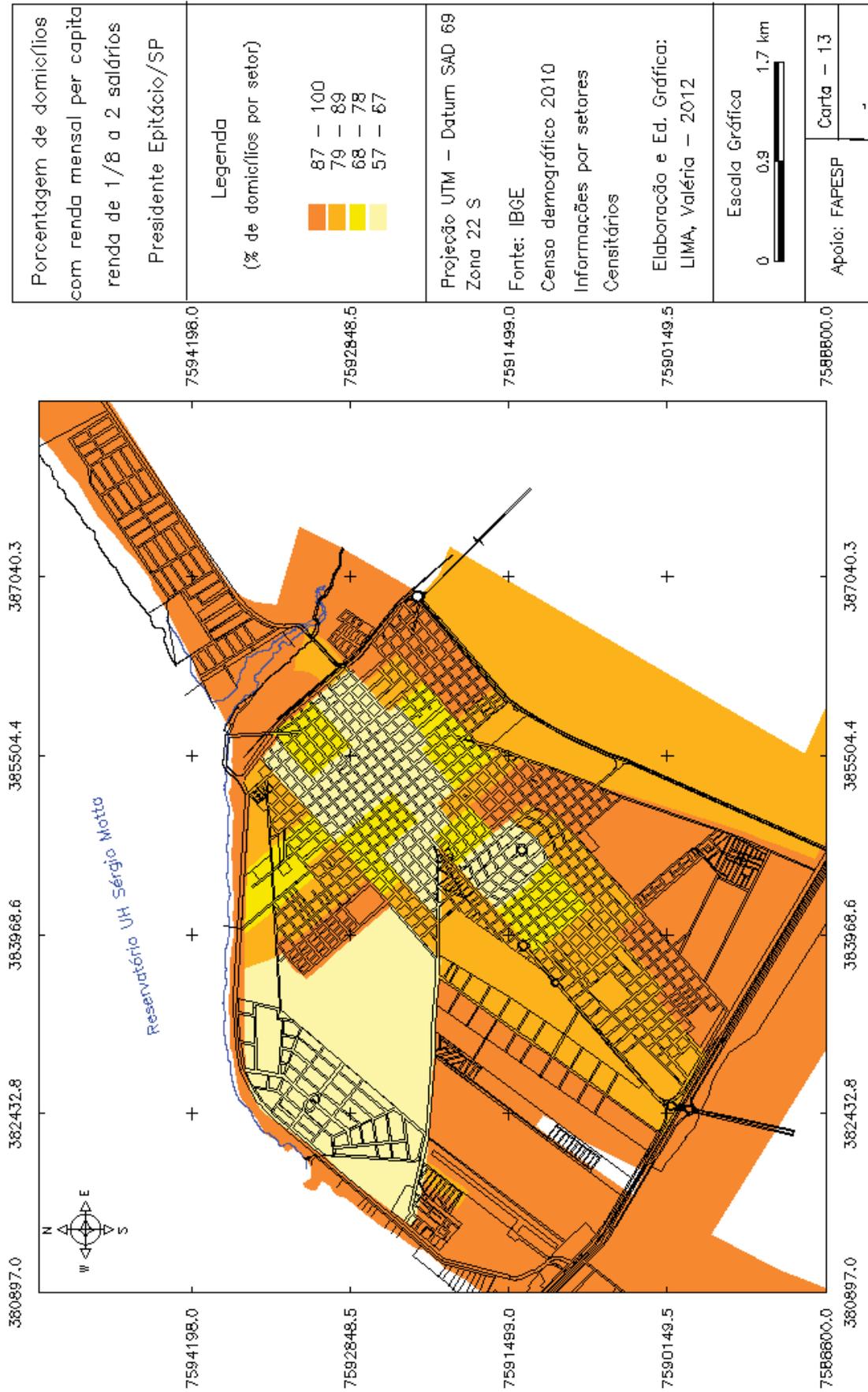
Os setores que apresentaram maiores porcentagens de domicílios com renda de 5 a 10 salários mínimos foram classificados como áreas de “classe de renda alta”, e por fim, os setores com porcentagens maiores de domicílios com renda de mais de 10 salários mínimos, tiveram a classificação de “classe de renda muito alta”. (Cartas 21 e 22, Presidente Epitácio e Nova Andradina, respectivamente)

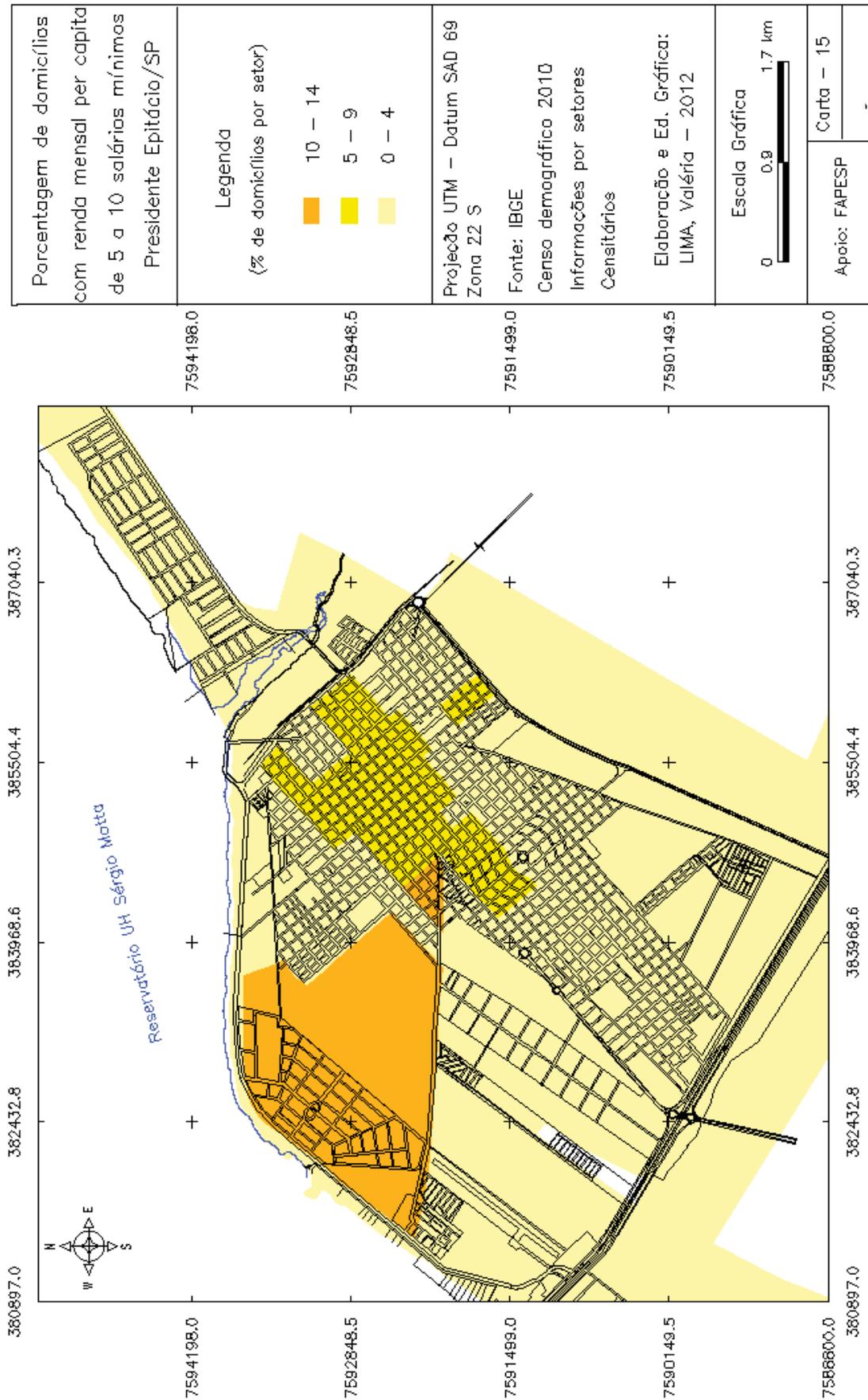
Presidente Epitácio, conforme se observa na carta 21, não apresentou uma porcentagem significativa de domicílios com faixa de mais de 10 salários mínimos (aproximadamente 5% apenas) e, por isso, optou-se por não classificar nenhum setor na *classe de renda muito alta*. Grande parte da cidade foi classificada com baixa renda de acordo com os critérios utilizados. O mesmo critério se utilizou para Nova Andradina.

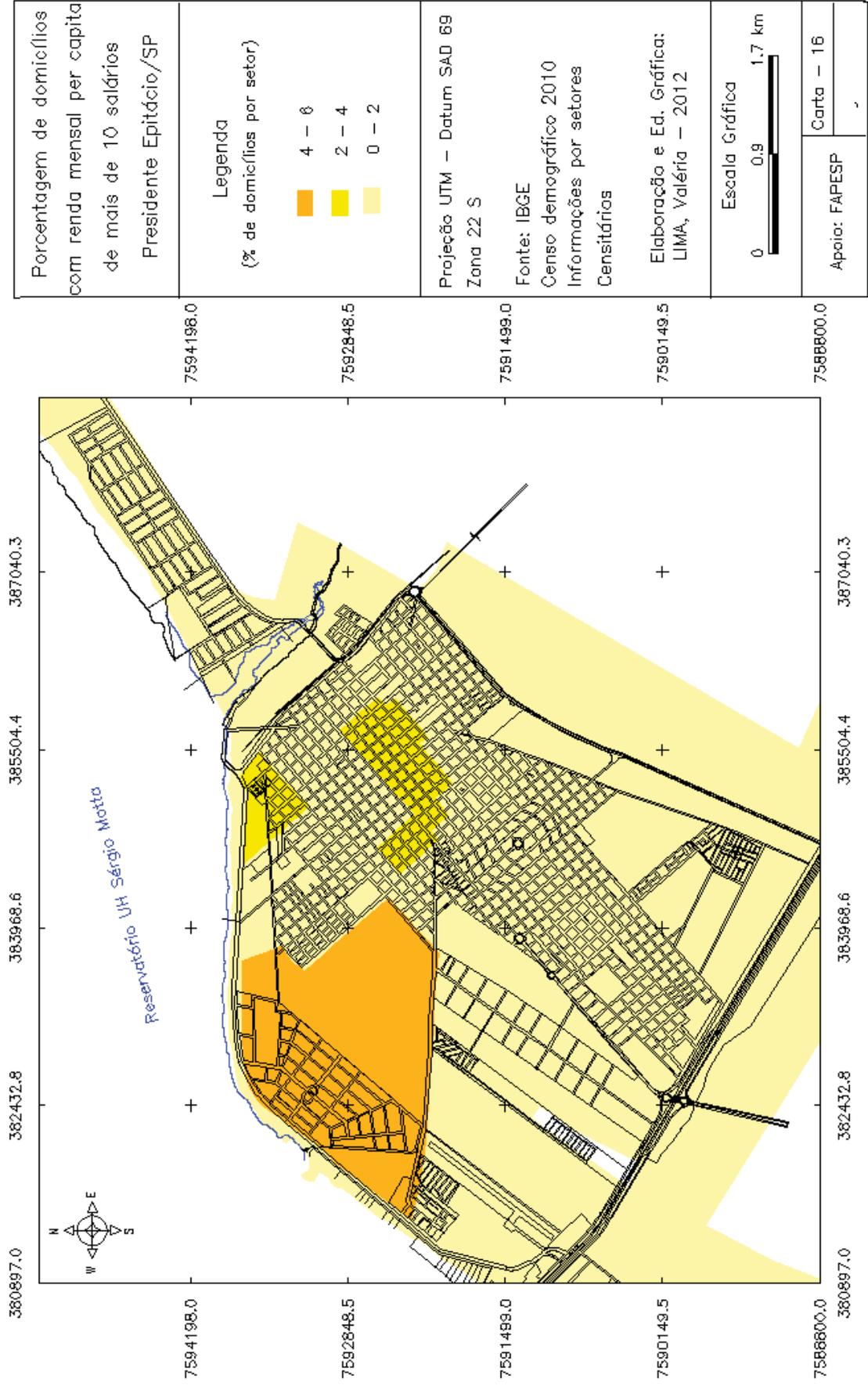
Observou-se que em Presidente Epitácio, grande parte dos domicílios possuem rendimento mensal de 1/4 até 2 salários mínimos, praticamente concentrados nos setores a sudeste e sudoeste, aumentando essa concentração na porção norte, para a faixa de 2 salários mínimos.

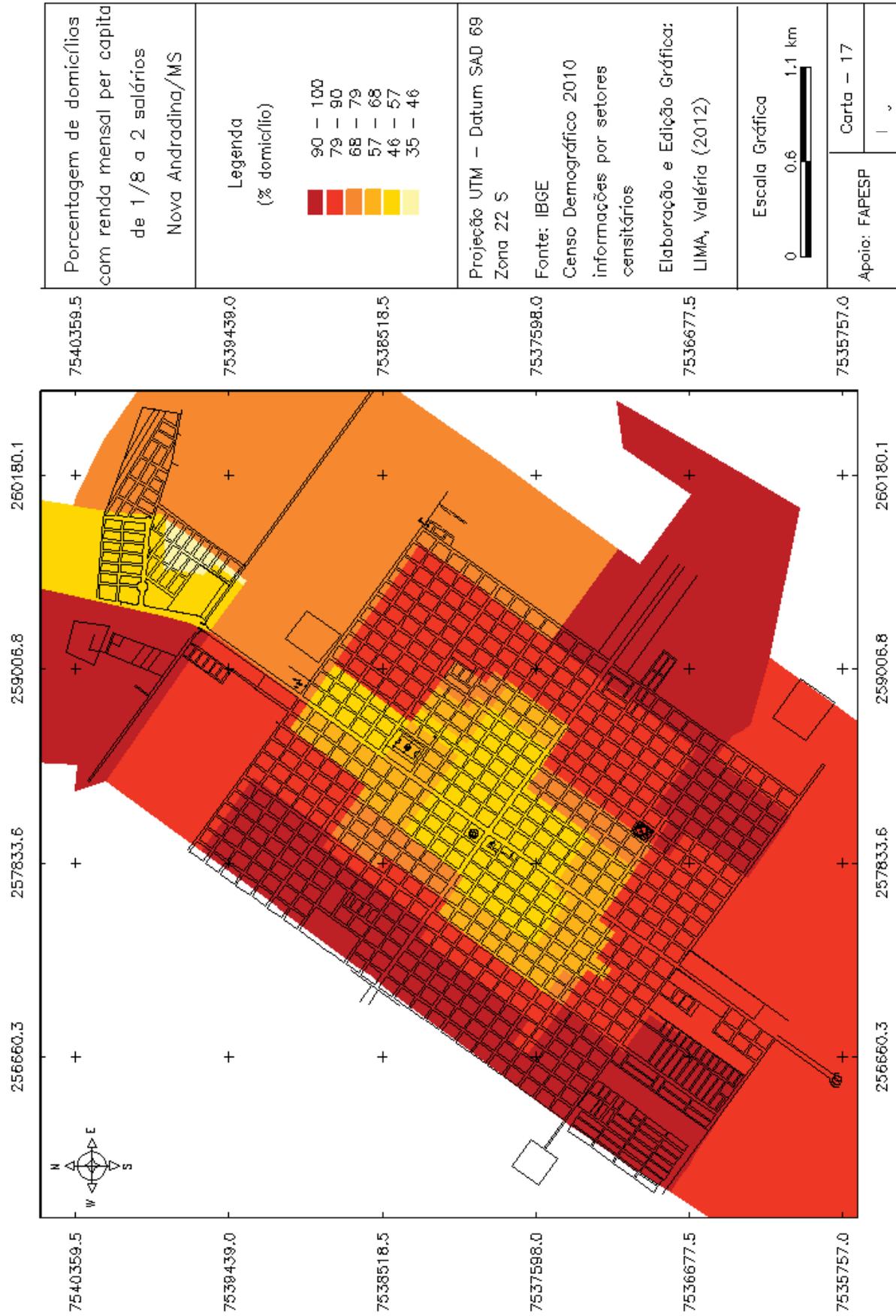
A maior concentração de domicílios, com a faixa de renda entre 5 e 10 salários, ocorre no centro e na porção noroeste (presença de condomínio fechado). A pequena porcentagem de domicílios que apresentam rendimento mensal com mais de 10 salários mínimos, também se localizam nestas áreas.

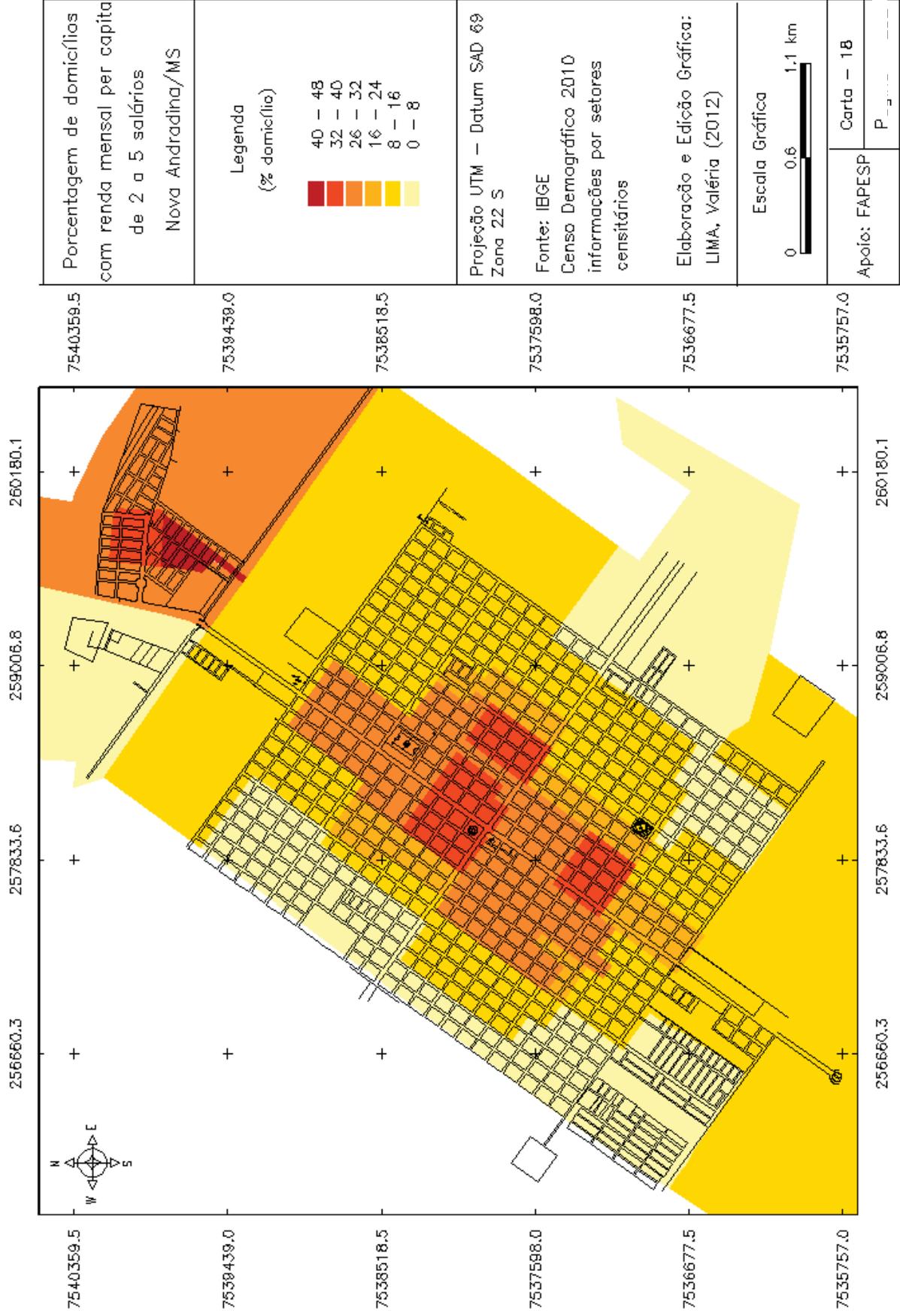
Em Nova Andradina, percebeu-se uma concentração de domicílios com rendimento mensal na faixa até 2 salários mínimos, porém bem distribuídos na maioria dos setores da cidade. A concentração de domicílios com rendimento mensal de 5 a 10 e com mais de 10 salários mínimos, ocorre na porção central da cidade.

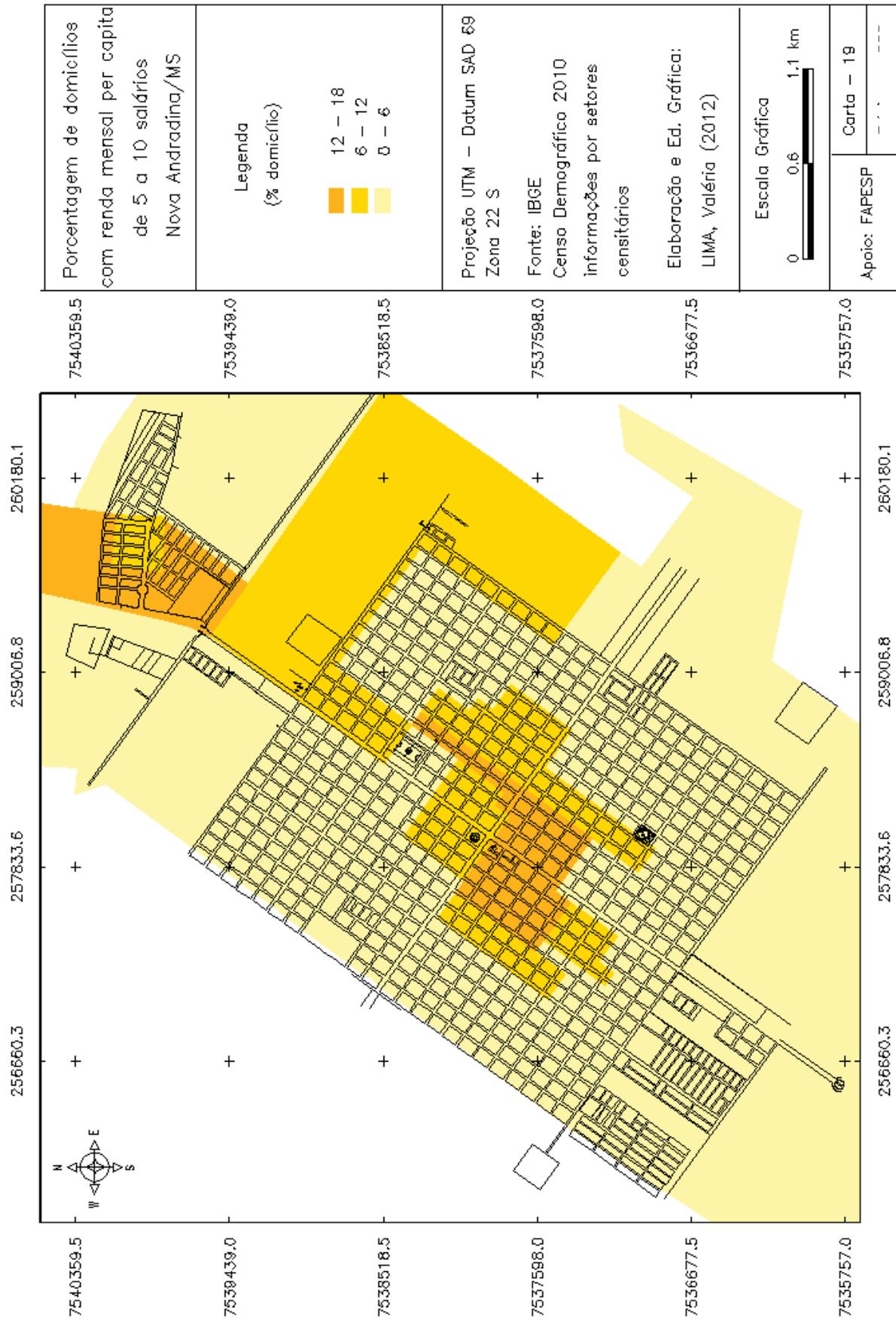


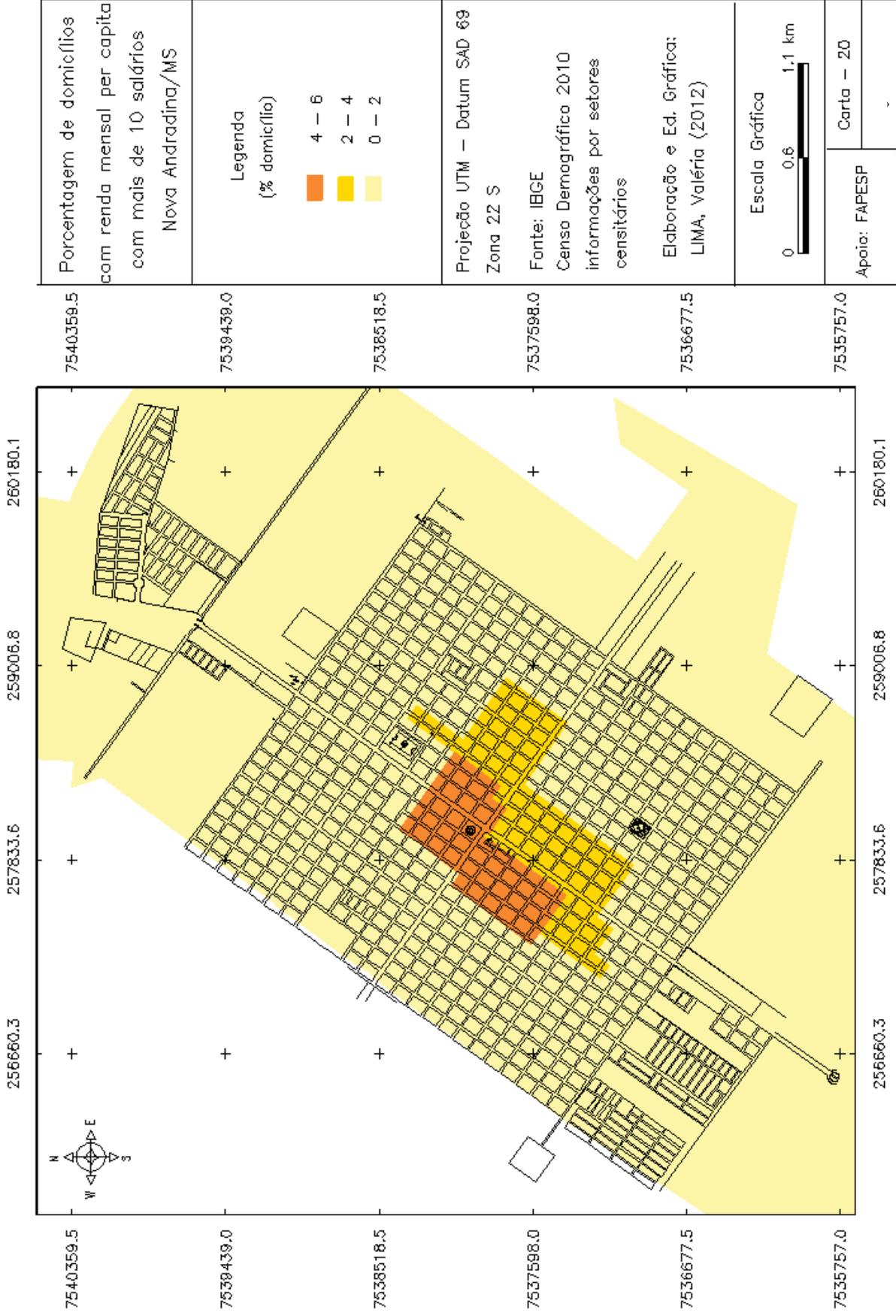


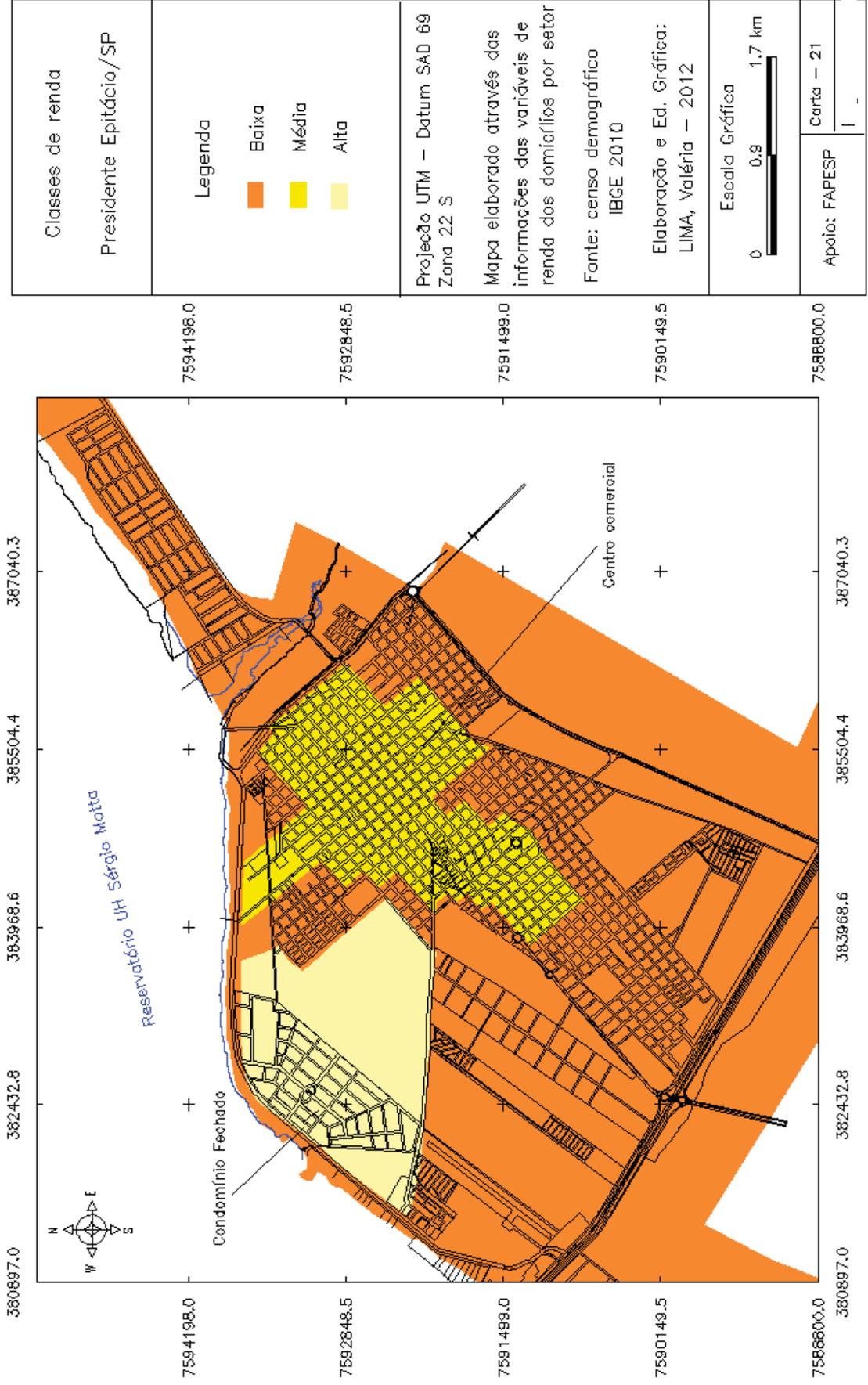


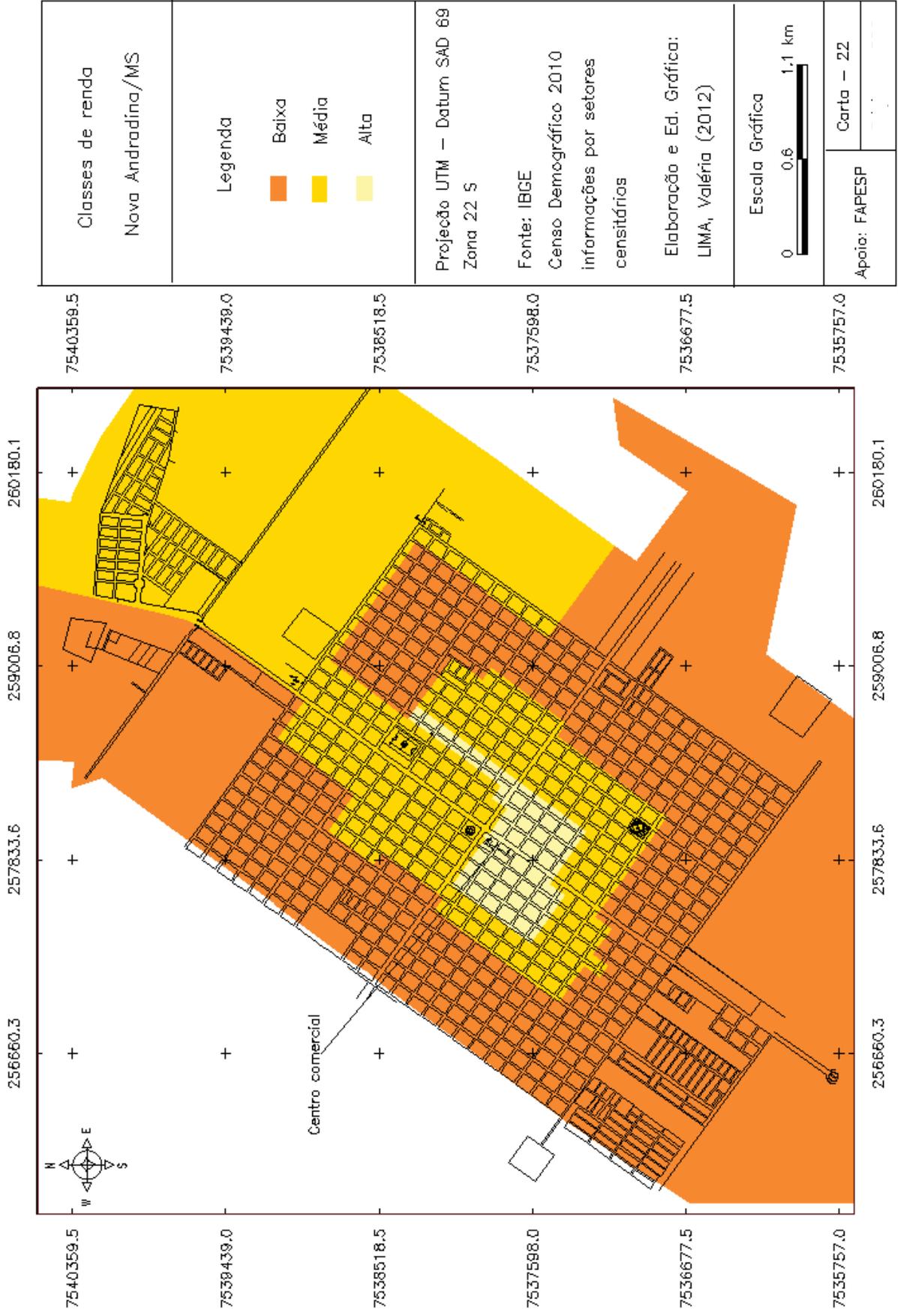












5.5 Mapeamento das variáveis da classe de análise: Infraestrutura

As variáveis da classe de análise de infraestrutura selecionadas foram: água, luz, esgoto, coleta de lixo e pavimentação das vias públicas.

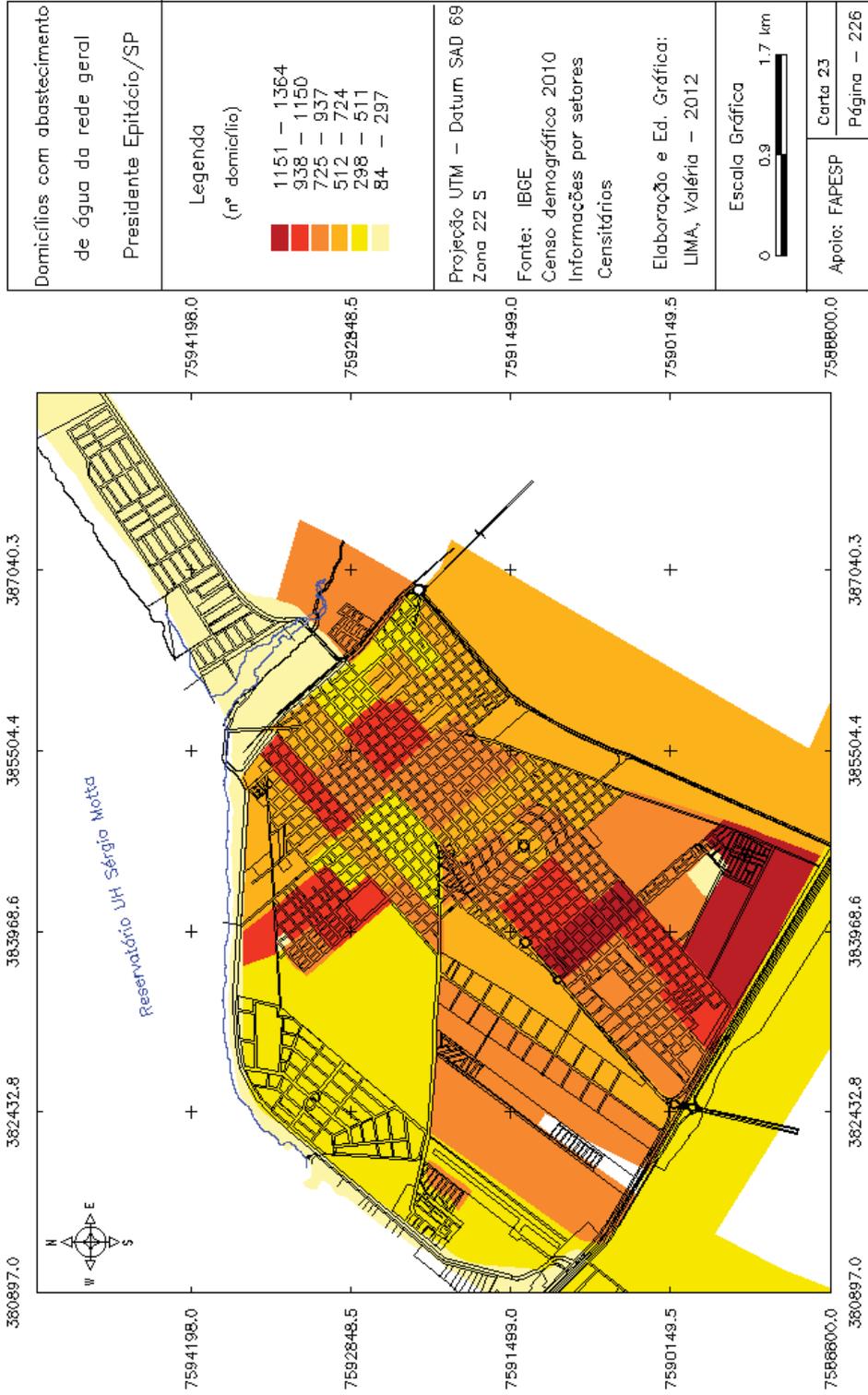
O mapeamento das variáveis de infraestrutura teve como base os dados do censo demográfico do IBGE, de 2010, que foram: abastecimento de água, energia elétrica, tipo de esgotamento sanitário e coleta de lixo. Para a variável pavimentação das vias públicas utilizaram-se informações de análise e interpretação das imagens de satélites WorldView-II.

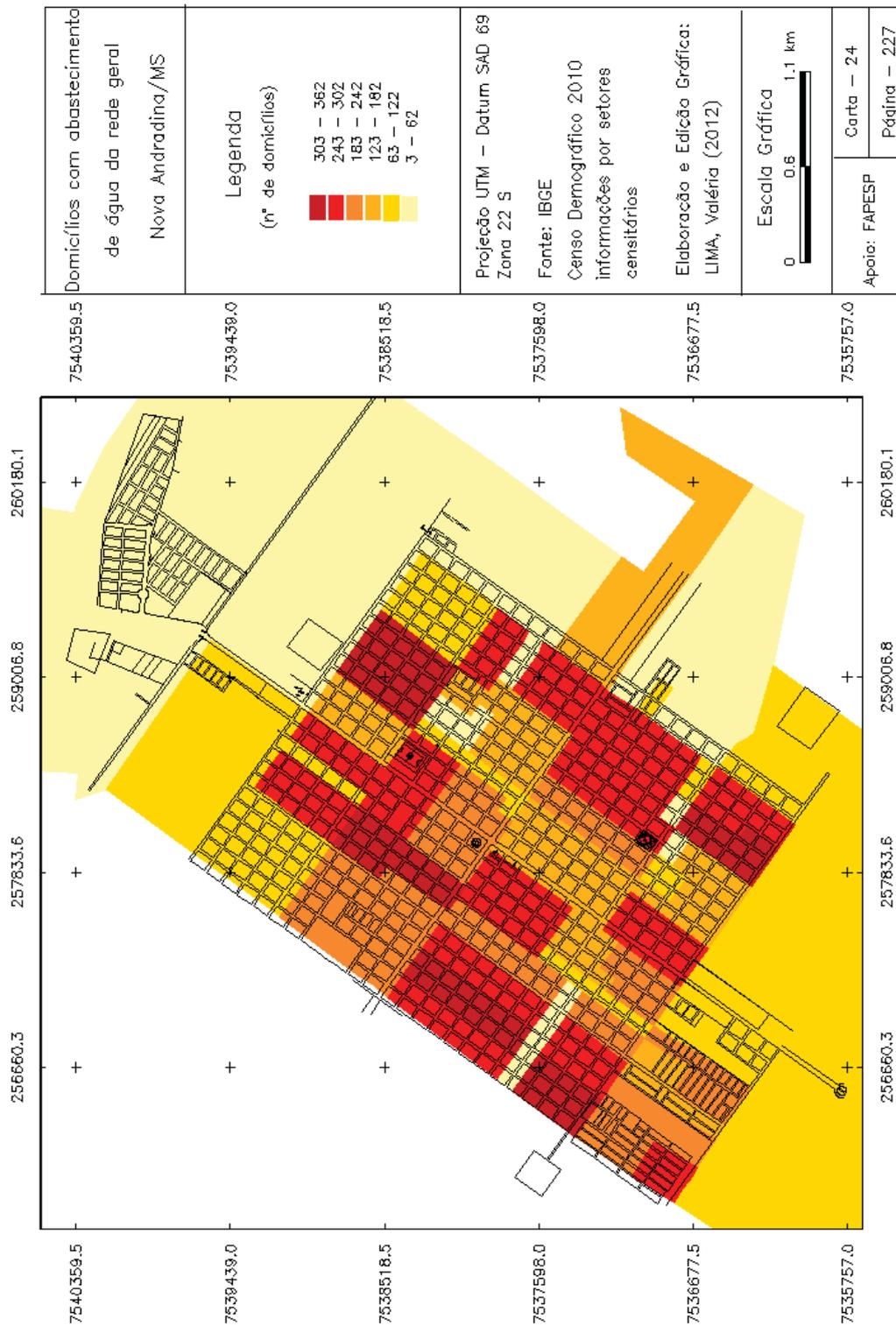
A espacialização dessas informações foi realizada pelo agrupamento de objetos da tabela no Spring, pelo modo *passo igual*, que divide os valores de todos os setores de 01 a 15 partes, gerando as classes. Dependendo dos valores, optou-se pela divisão em 6 partes, ou seja 6 classes.

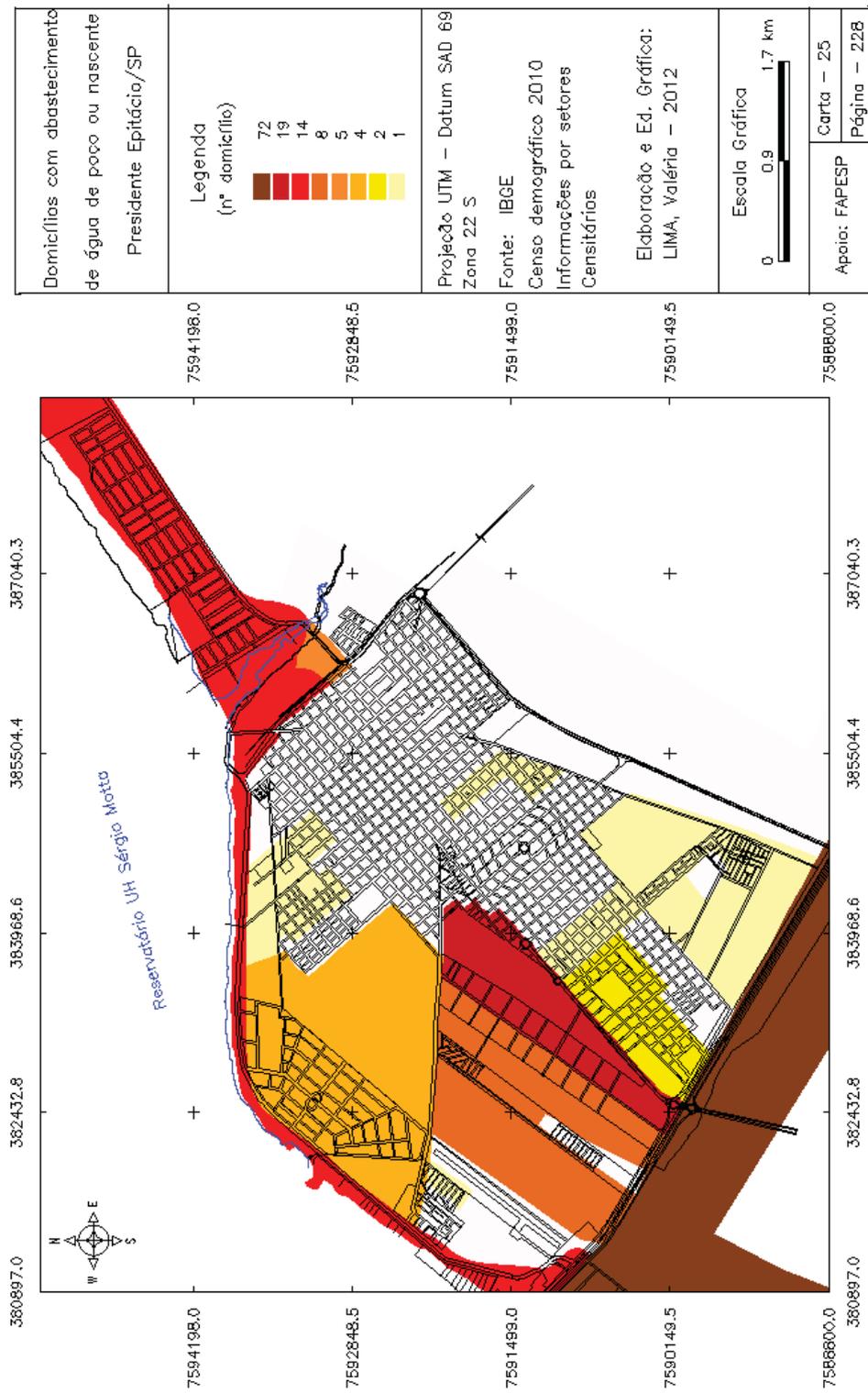
5.5.1 Mapeamento da variável água

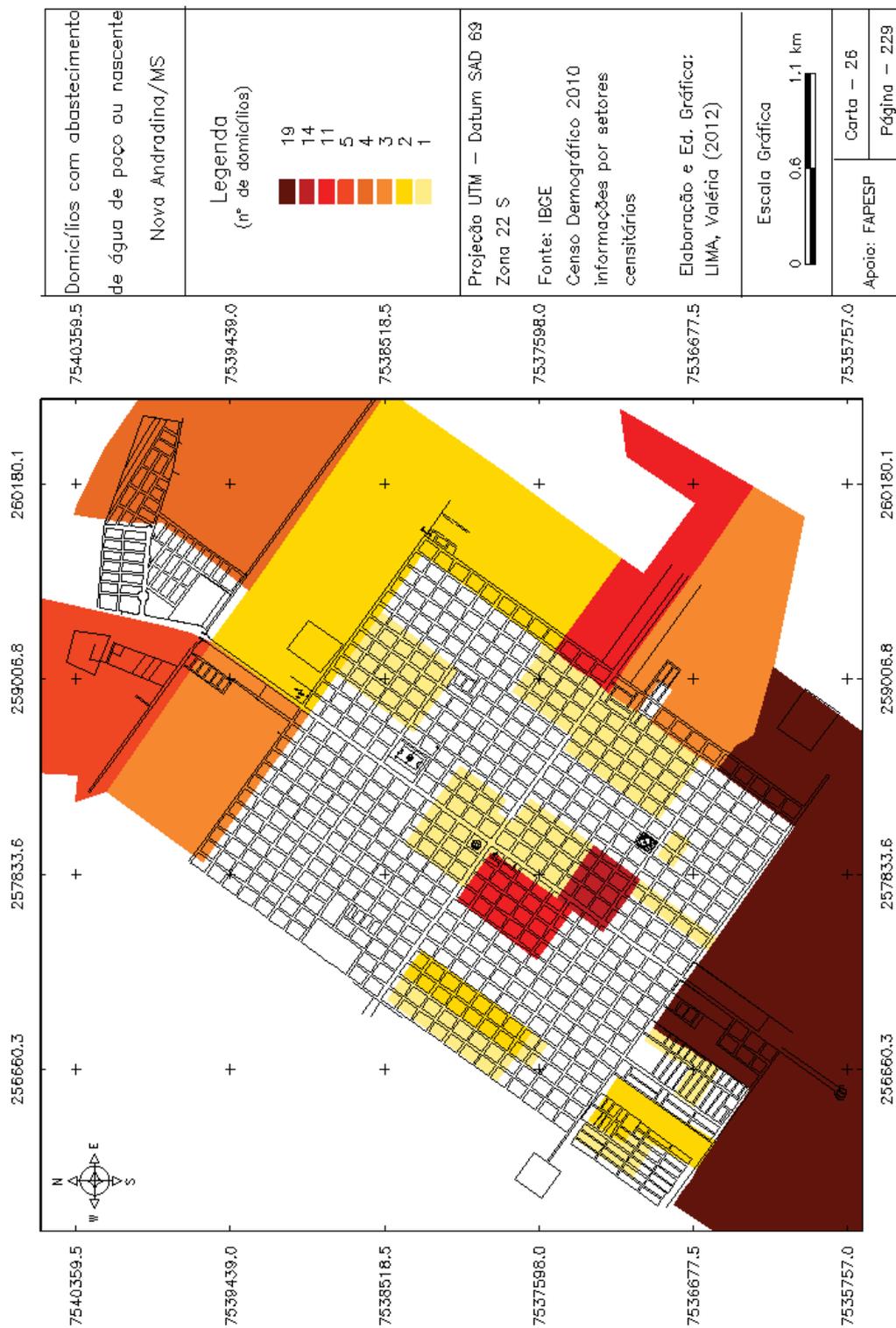
As informações sobre o abastecimento de água das cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina tiveram base nos dados do censo demográfico de 2010. Estas informações referem-se aos domicílios com abastecimento de água da rede geral (cartas 23 e 24, respectivamente); abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade (Carta 25, de Presidente Epitácio e carta 26, de Nova Andradina); e domicílios com outra forma de abastecimento de água (Carta 27, de Presidente Epitácio e carta 28, de Nova Andradina).

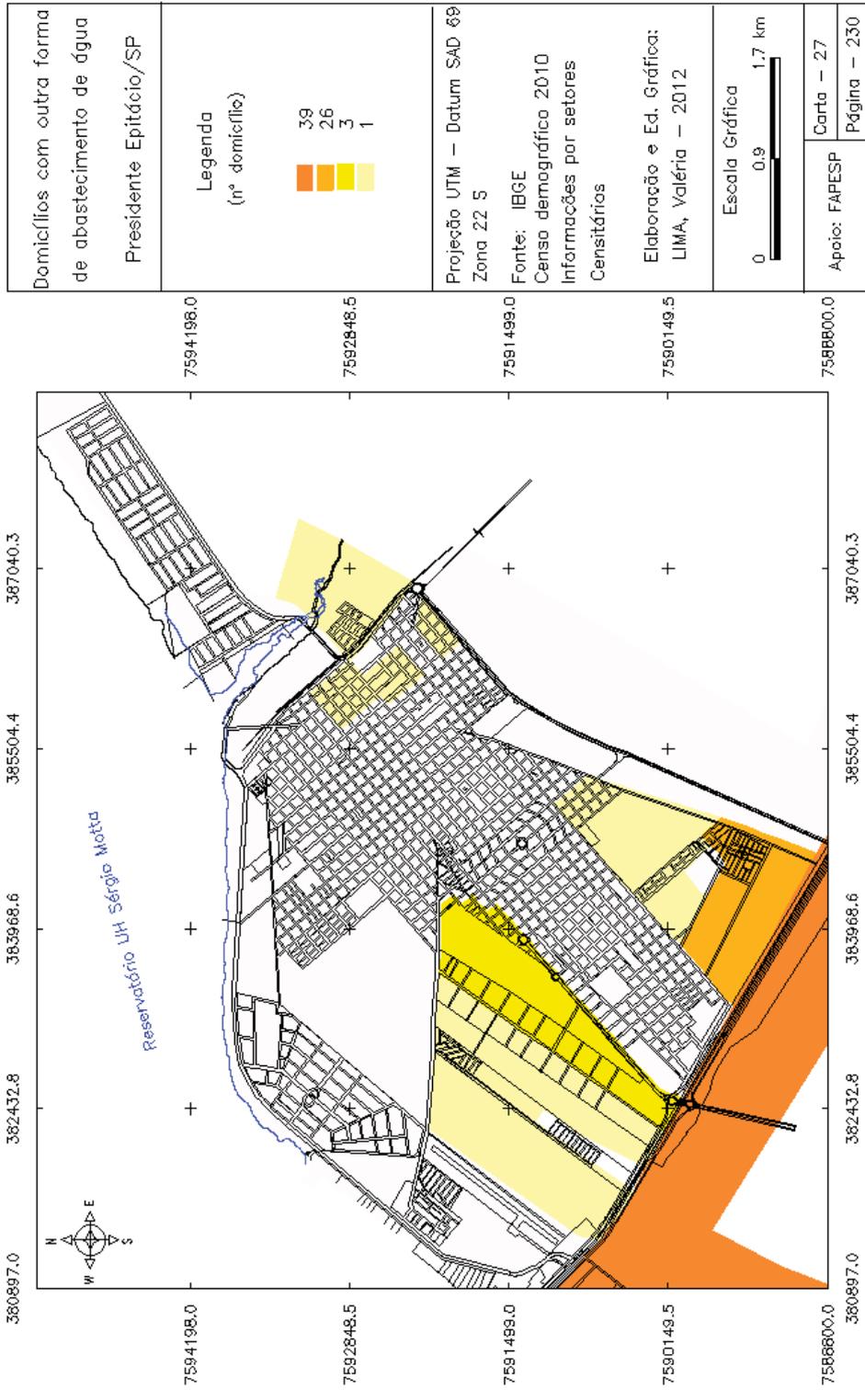
O número de domicílios com abastecimento de água de poço ou nascente, de Presidente Epitácio, foi consideravelmente alto, como se pode verificar na carta 25. Uma das preocupações diz respeito ao comprometimento dessa água no que se refere a sua qualidade, ao associá-la a possíveis contaminações provenientes de atividades ou mesmo da ausência de coleta e tratamento de esgoto.

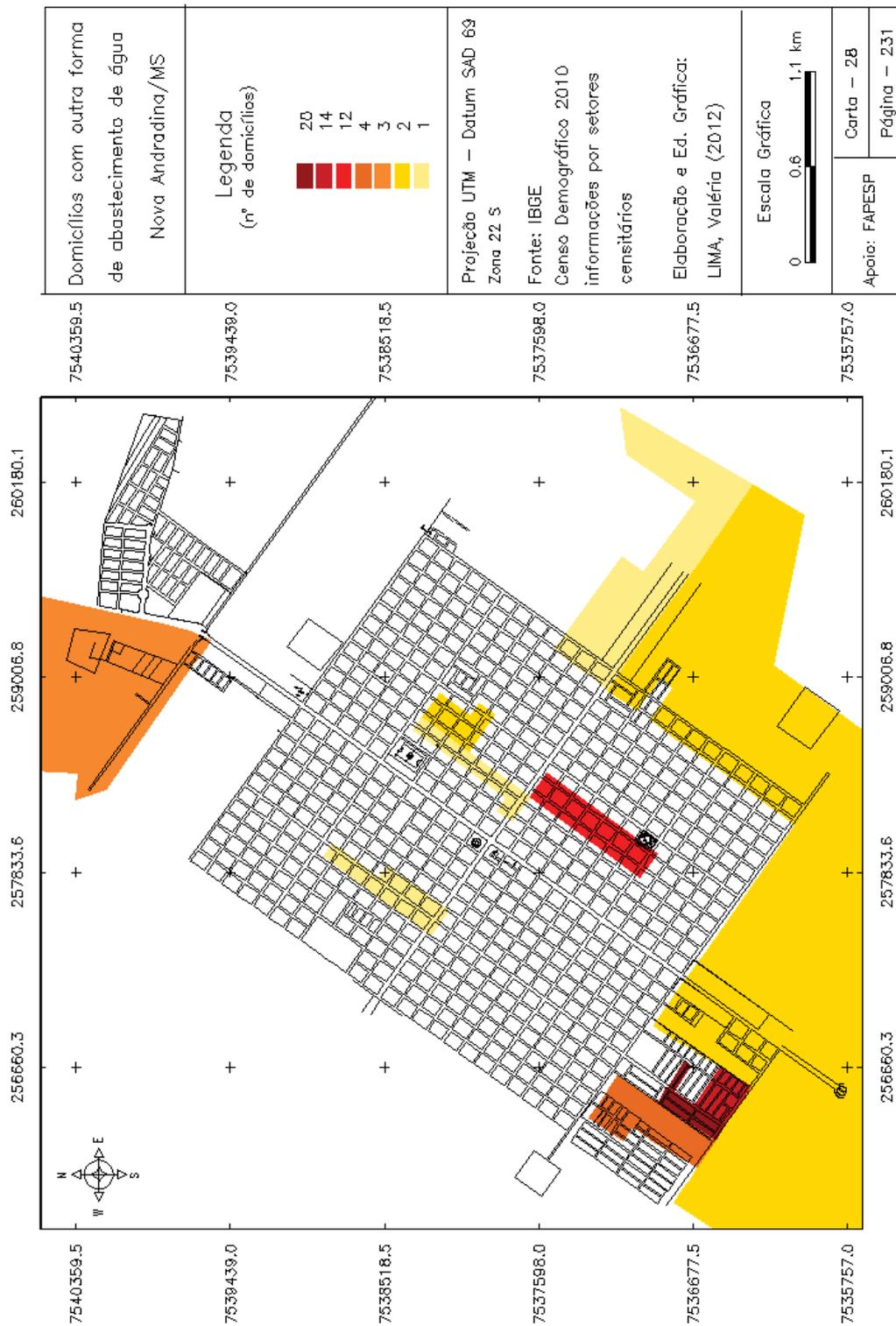












5.5.2 Mapeamento da variável energia elétrica

As informações de energia elétrica das duas cidades pesquisadas também tiveram como base os dados do censo demográfico de 2010. Estas informações referem-se a domicílios com energia elétrica (carta de Presidente Epitácio: 29 e de Nova Andradina: 30); domicílios com energia elétrica de companhia distribuidora (carta de Presidente Epitácio: 31 e de Nova Andradina: 32); domicílios com energia elétrica de outras fontes (carta de Presidente Epitácio: 33 e de Nova Andradina: 34); e domicílios sem energia elétrica (carta de Presidente Epitácio: 35 e de Nova Andradina: 36).

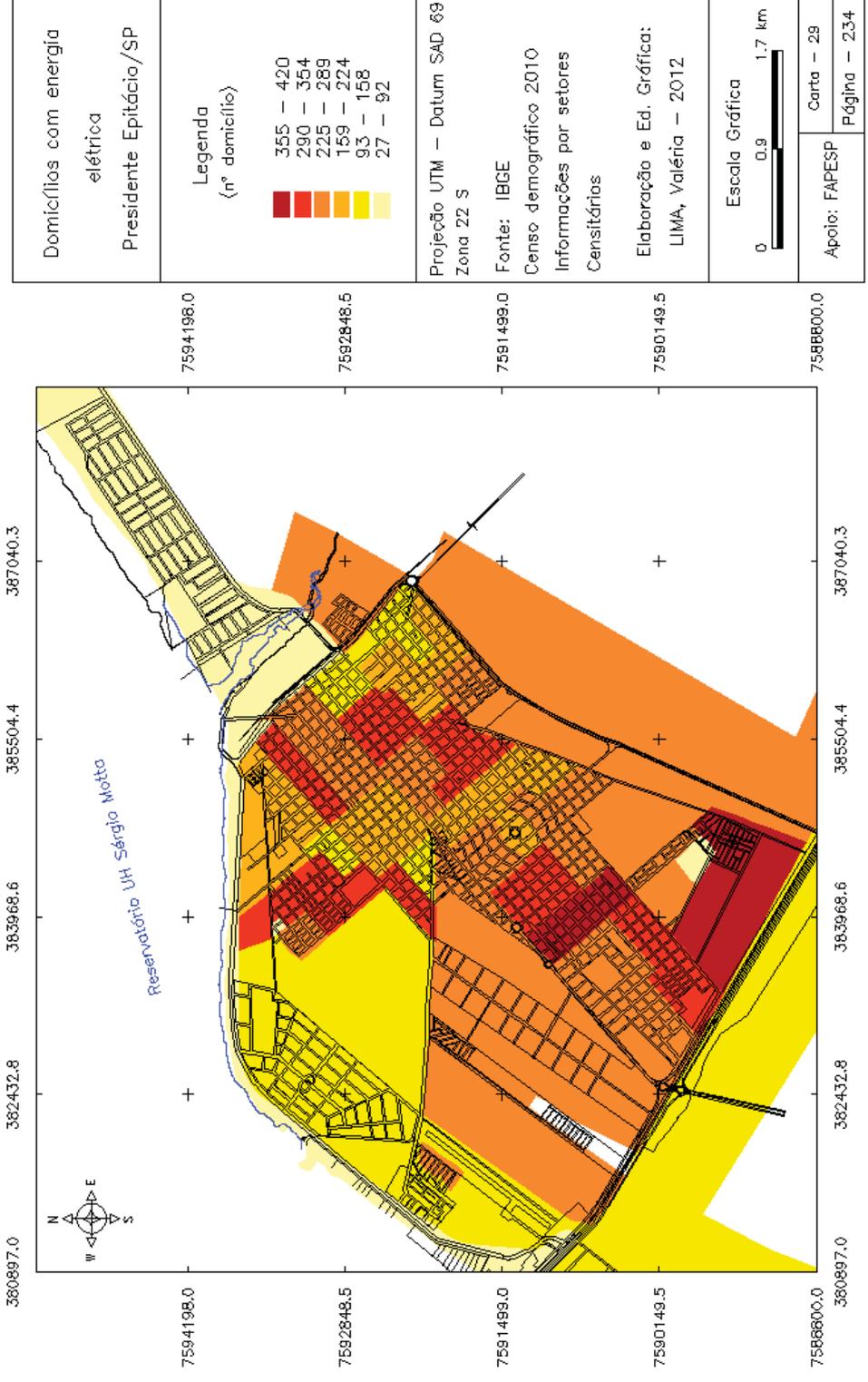
De acordo com a representação destes dados, percebe-se que não existem problemas relevantes com relação ao fornecimento de energia elétrica, em ambas as cidades, considerando que o número de domicílios sem energia elétrica é muito baixo, conforme as cartas 35 e 36.

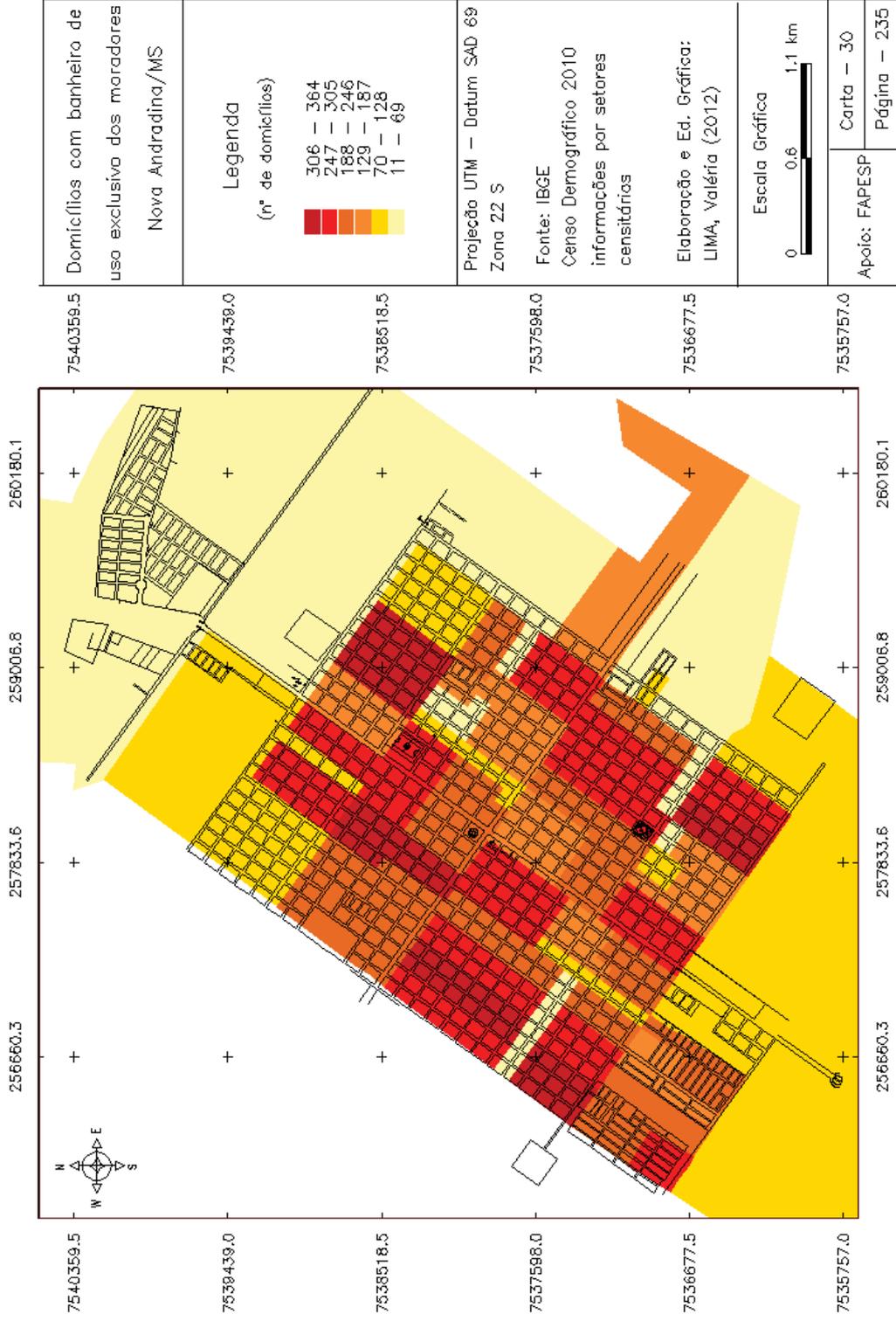
5.5.3 Mapeamento da variável esgoto

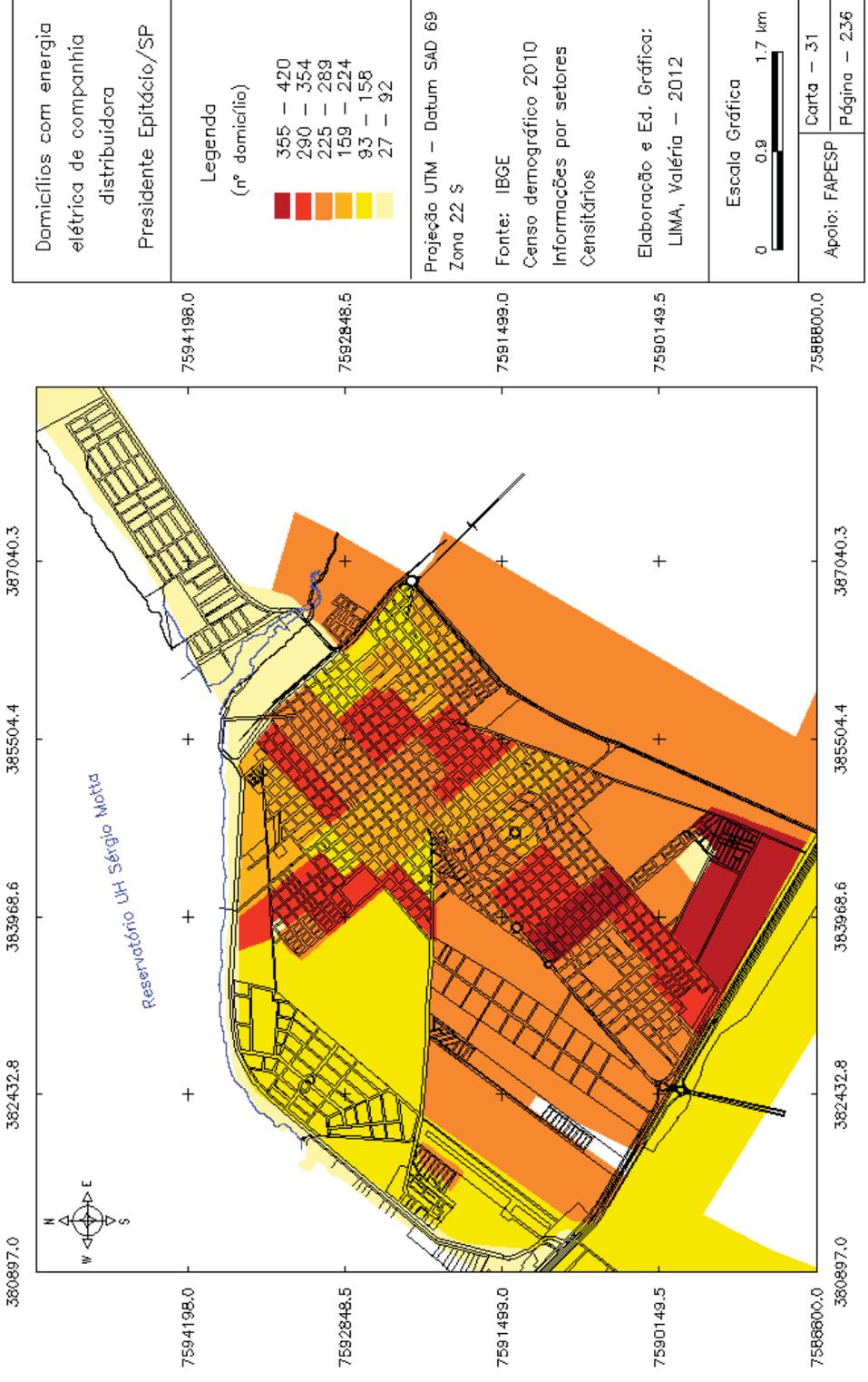
As informações sobre esgoto de Presidente Epitácio e Nova Andradina consideraram os dados de domicílios com banheiro e as formas de esgotamento sanitário. Estas foram domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (cartas 37 e 38); domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via fossa séptica (cartas 39 e 40); domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via fossa rudimentar (cartas 41 e 42); domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via vala (cartas 43 e 44); domicílios com banheiro e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar²⁴ (cartas 45 - resultados apenas para Presidente Epitácio); domicílios com esgotamento sanitário via outro escoadouro (cartas 46 e 47); e domicílios sem banheiro (cartas 48 e 49).

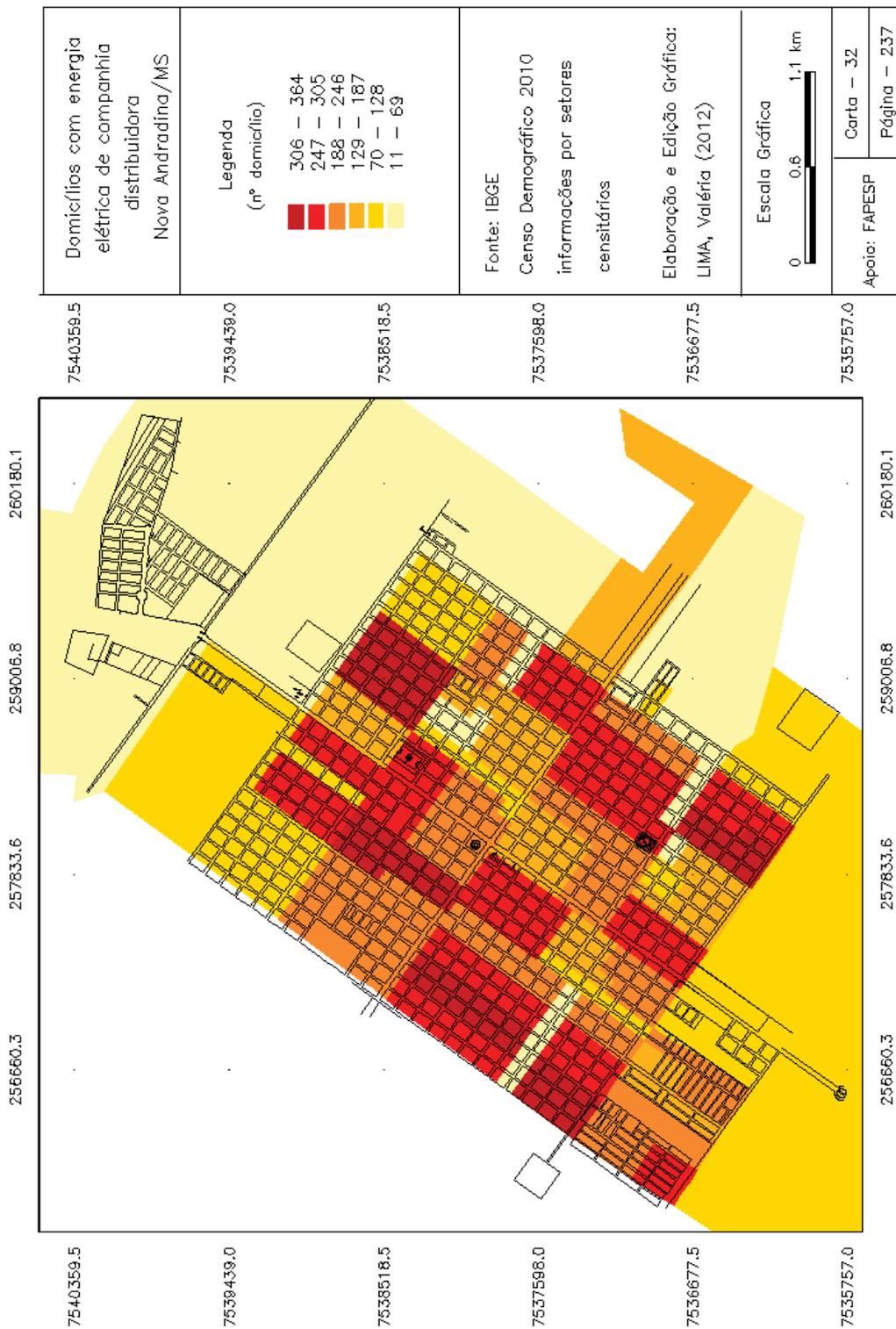
²⁴ Optou-se por manter o nome original da variável utilizado pelo IBGE, porém ressalta-se que esta informação para Presidente Epitácio, refere-se a esgotamento sanitário via rio e lago.

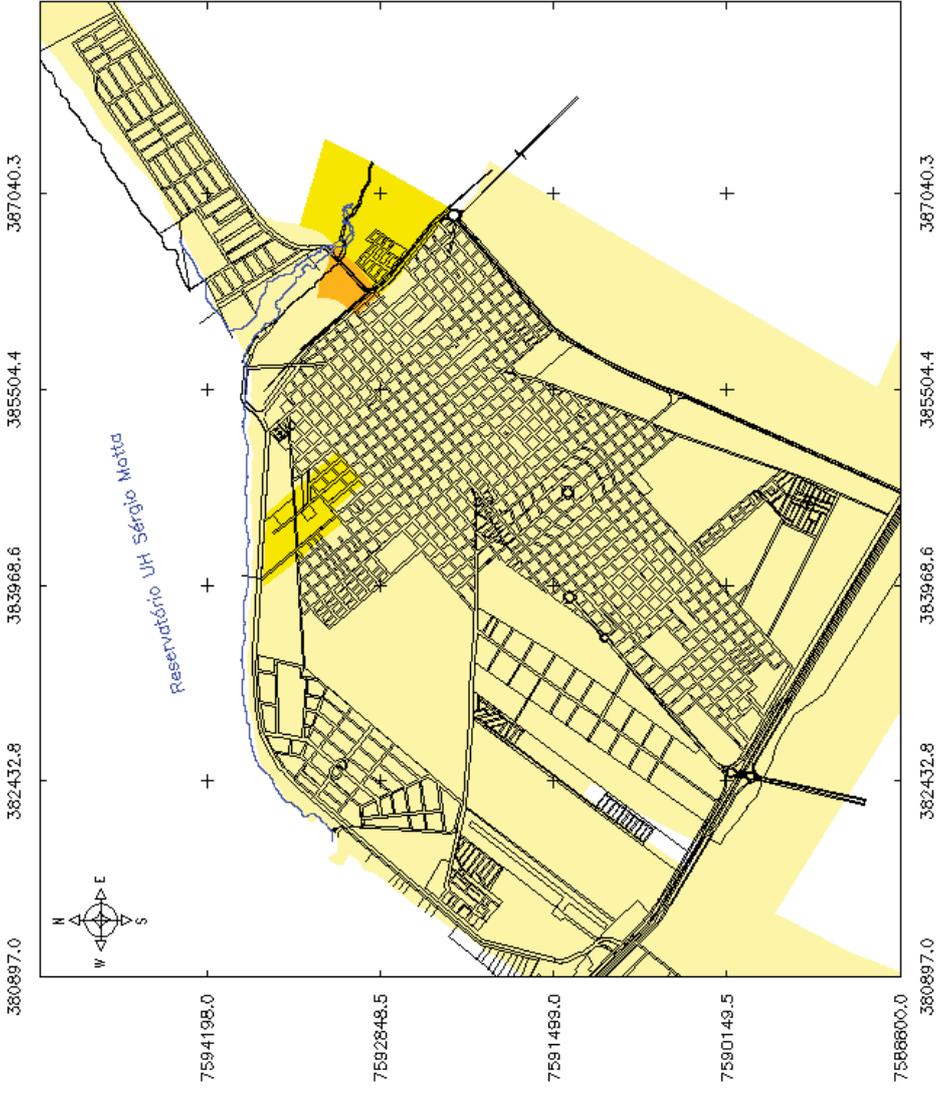
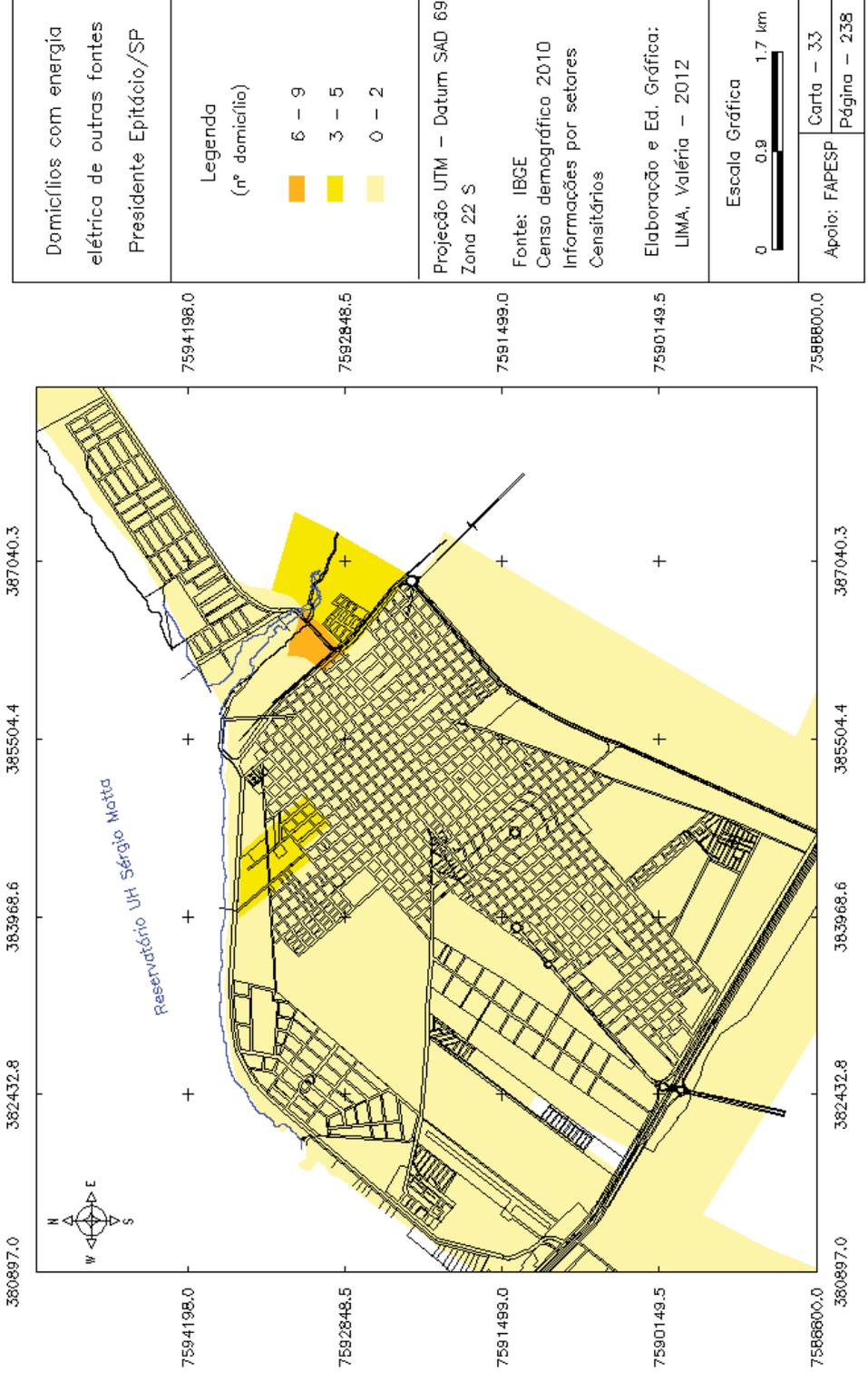
O principal problema analisado a partir da representação desta variável foi a quantidade de domicílios com fossas rudimentares em ambas as cidades, como se observa nas cartas 41 e 42.

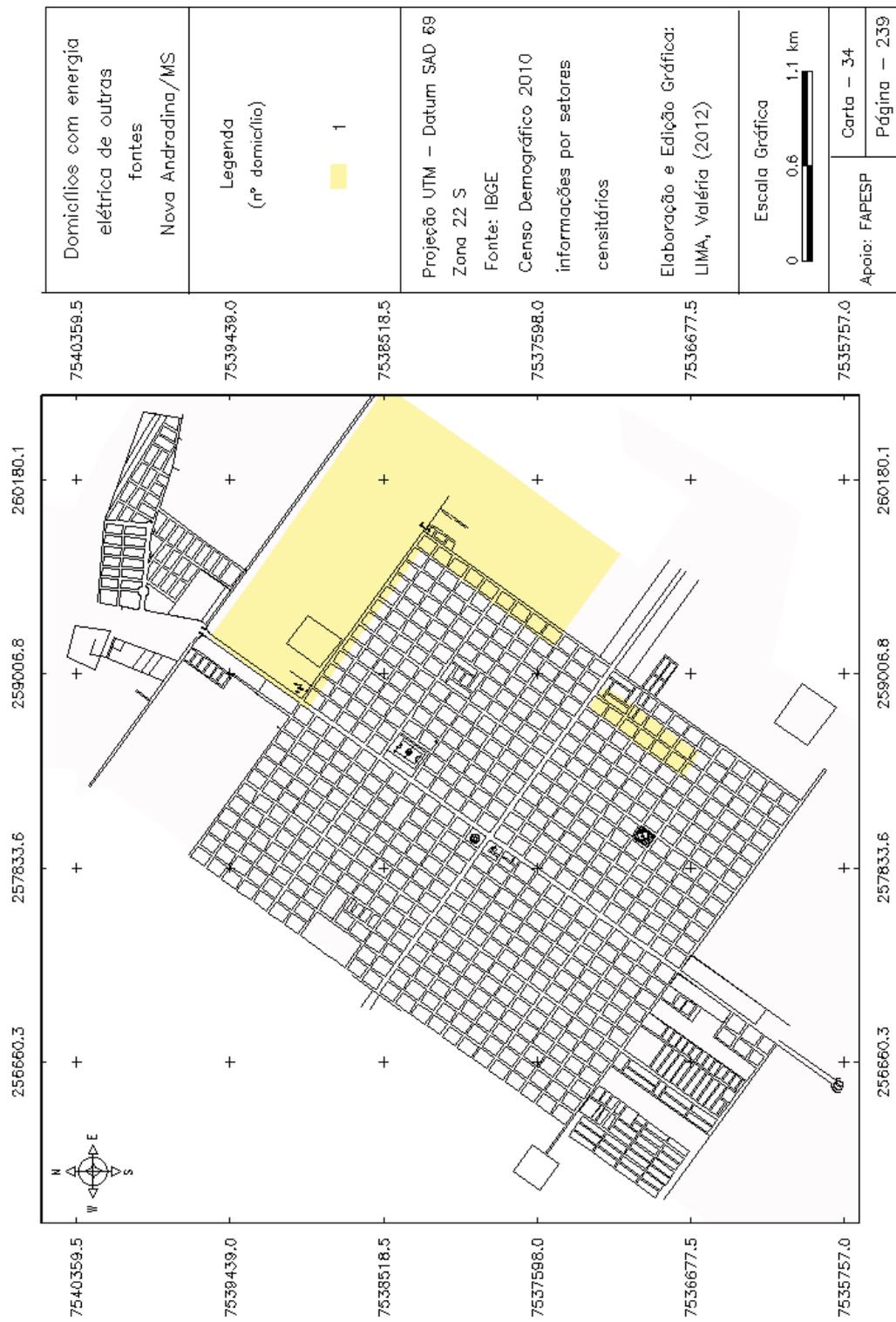


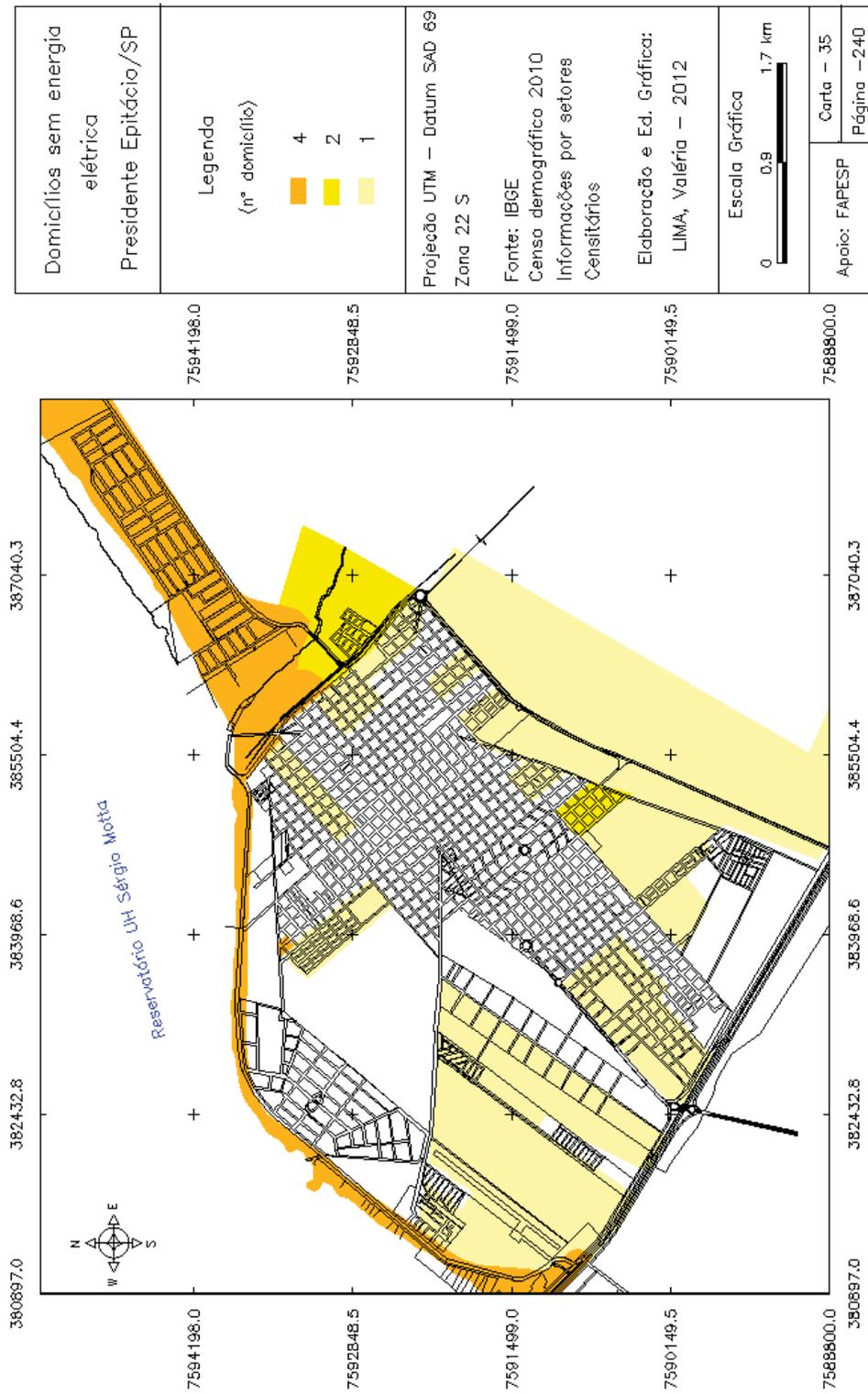


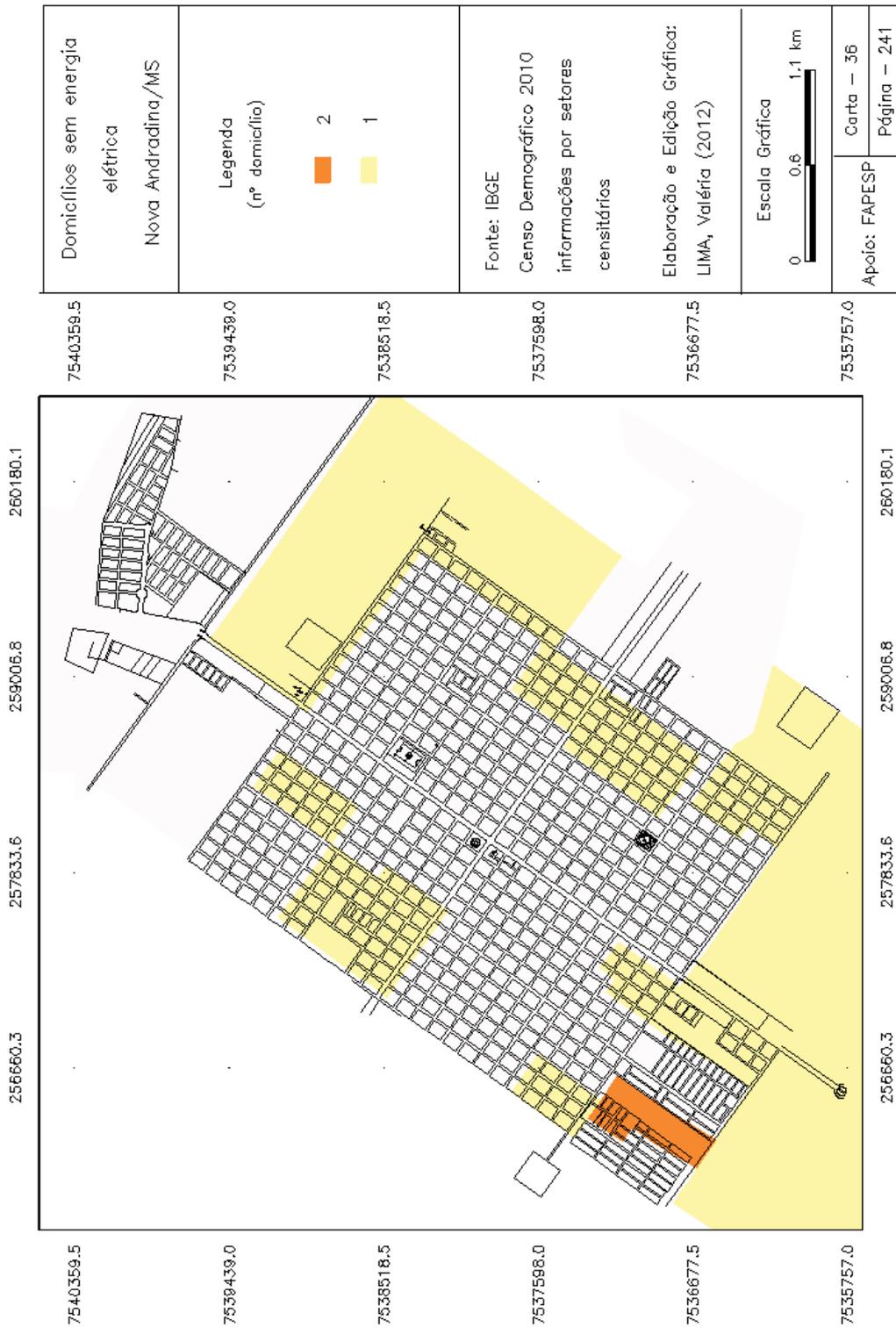


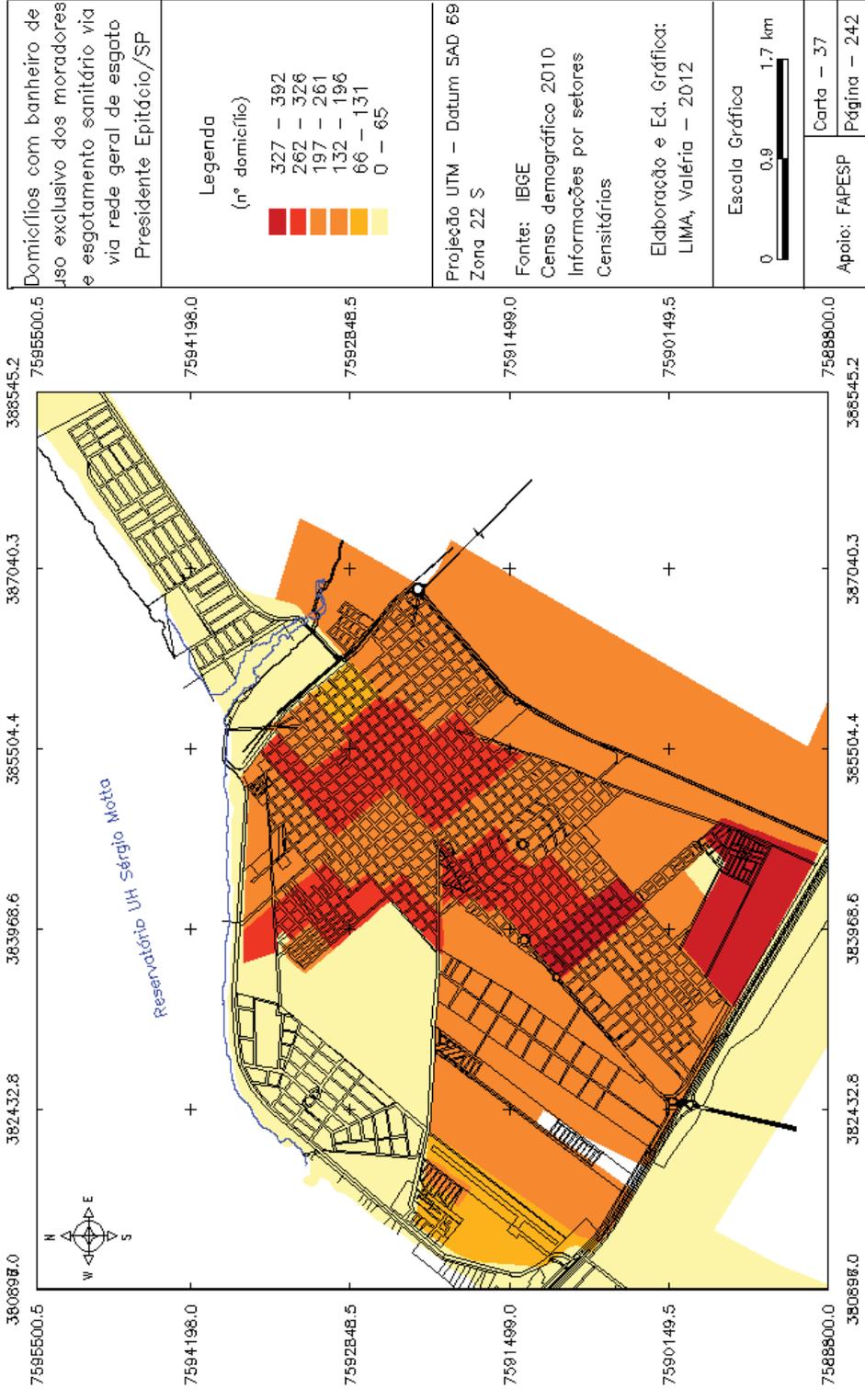


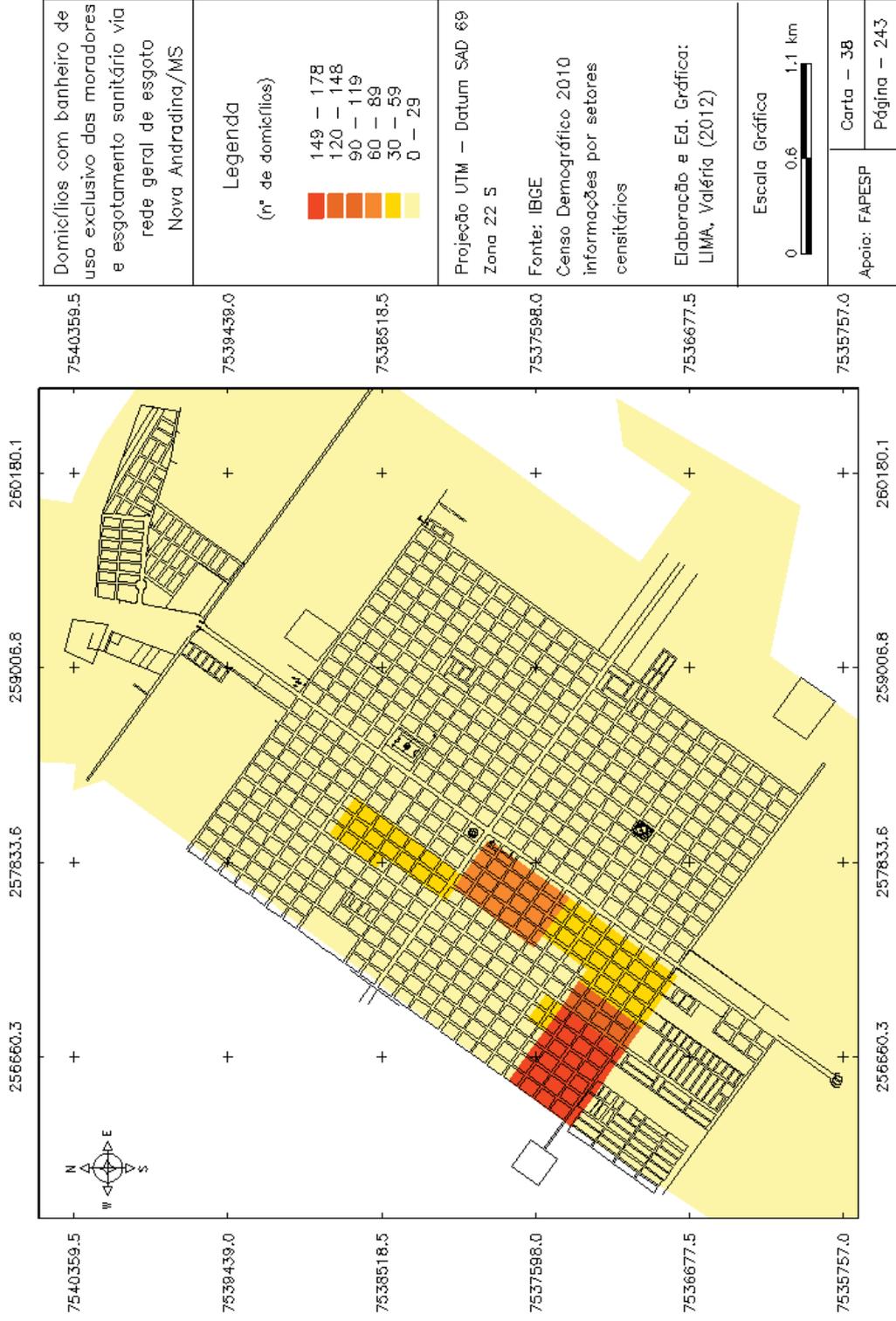


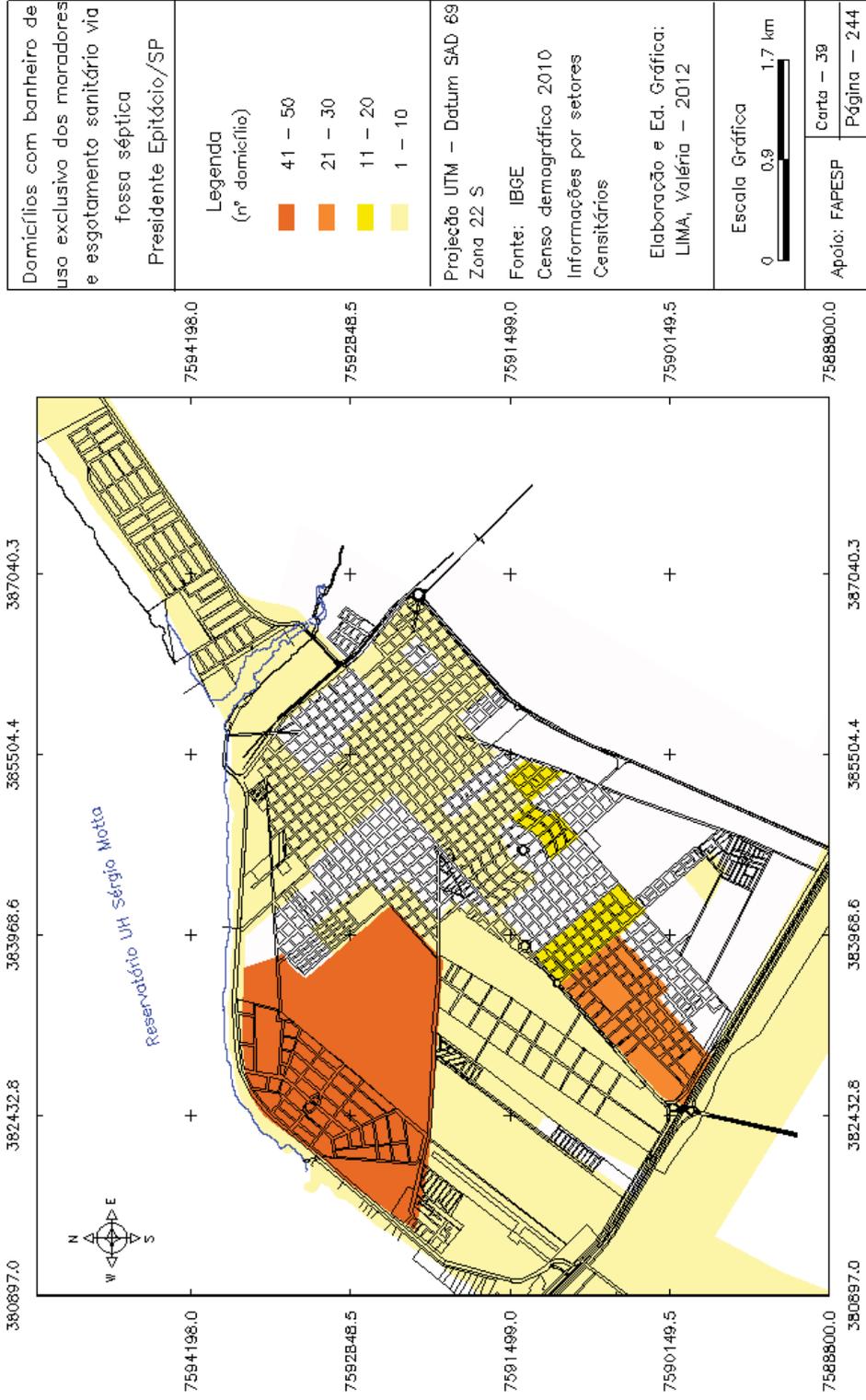


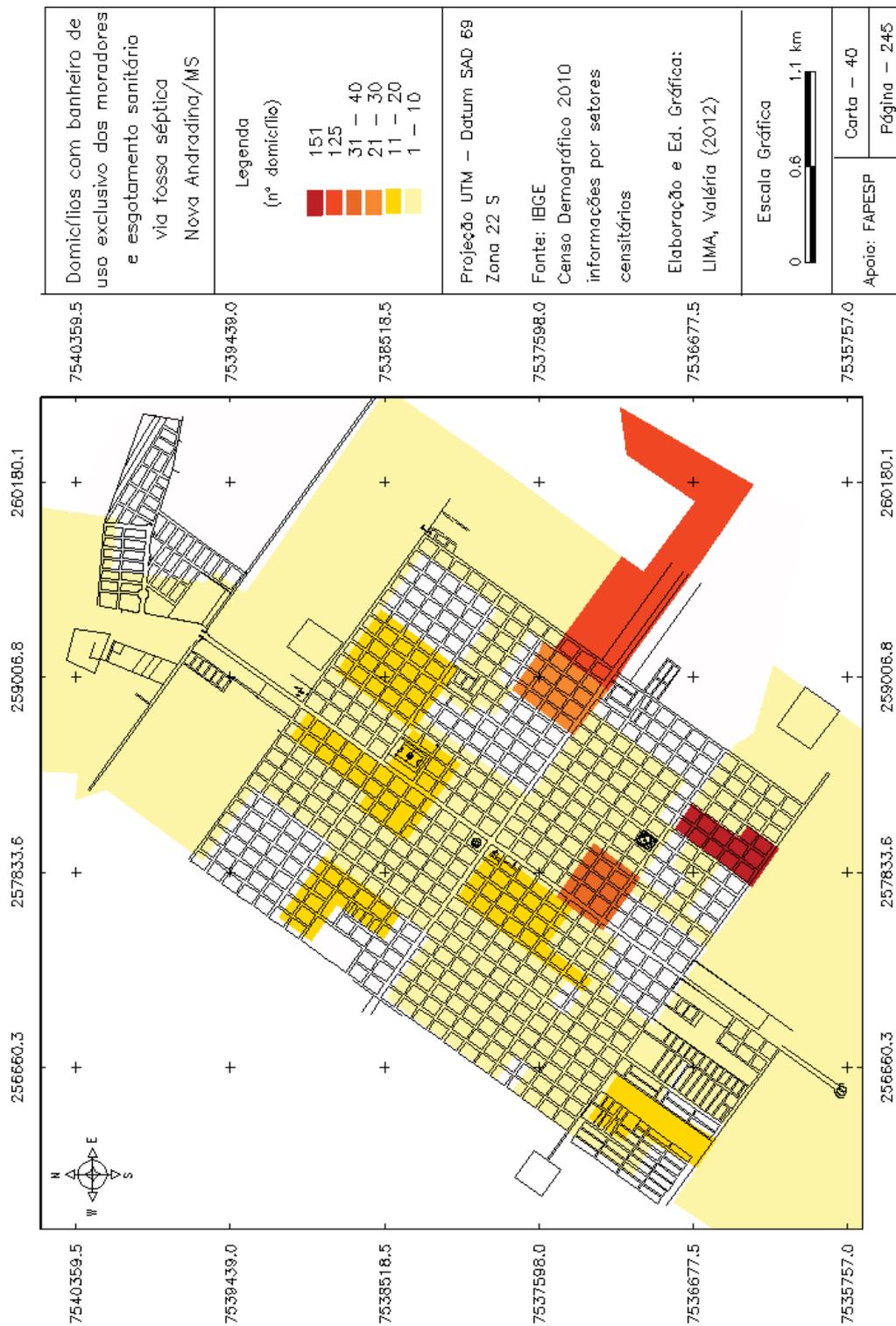


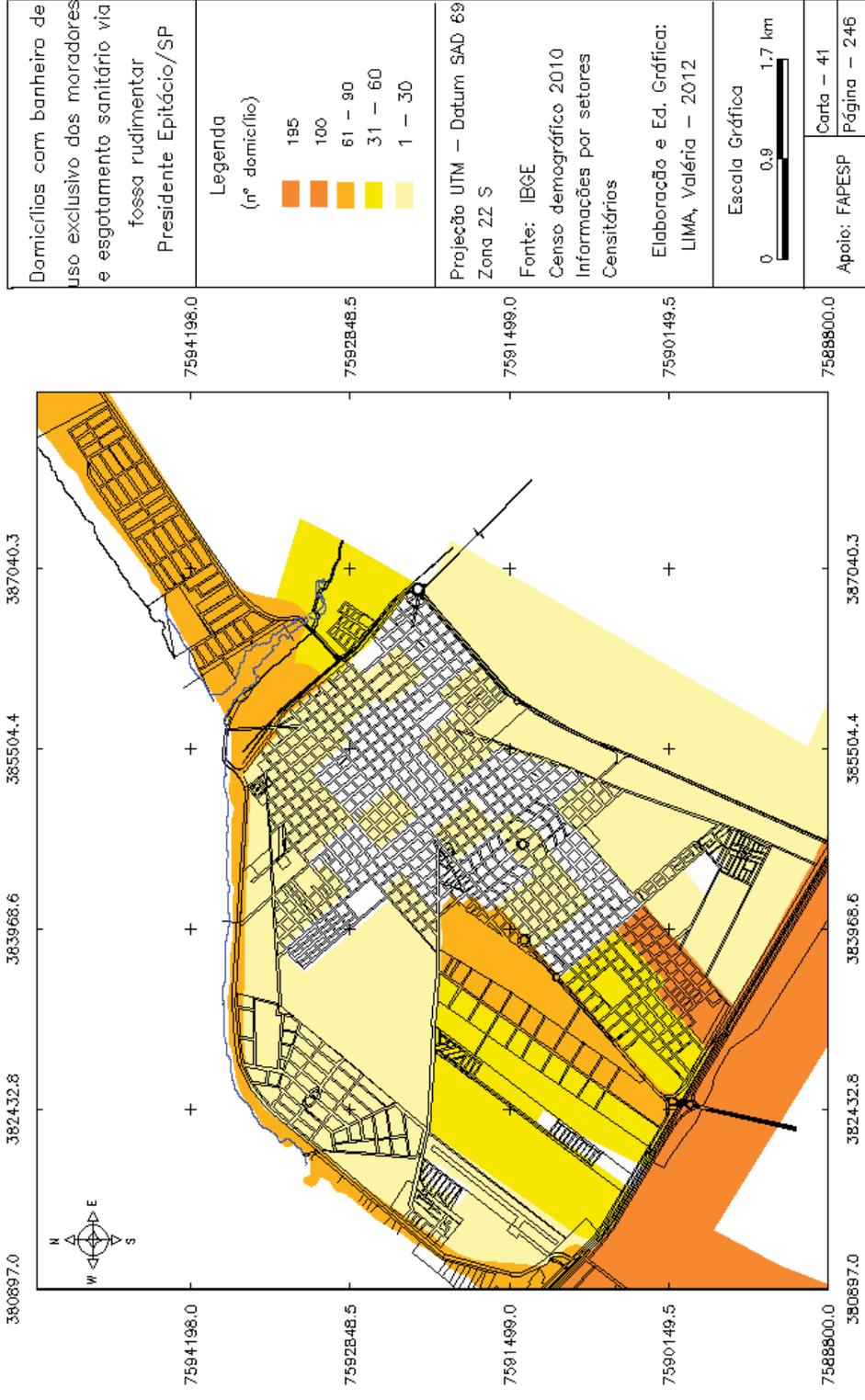


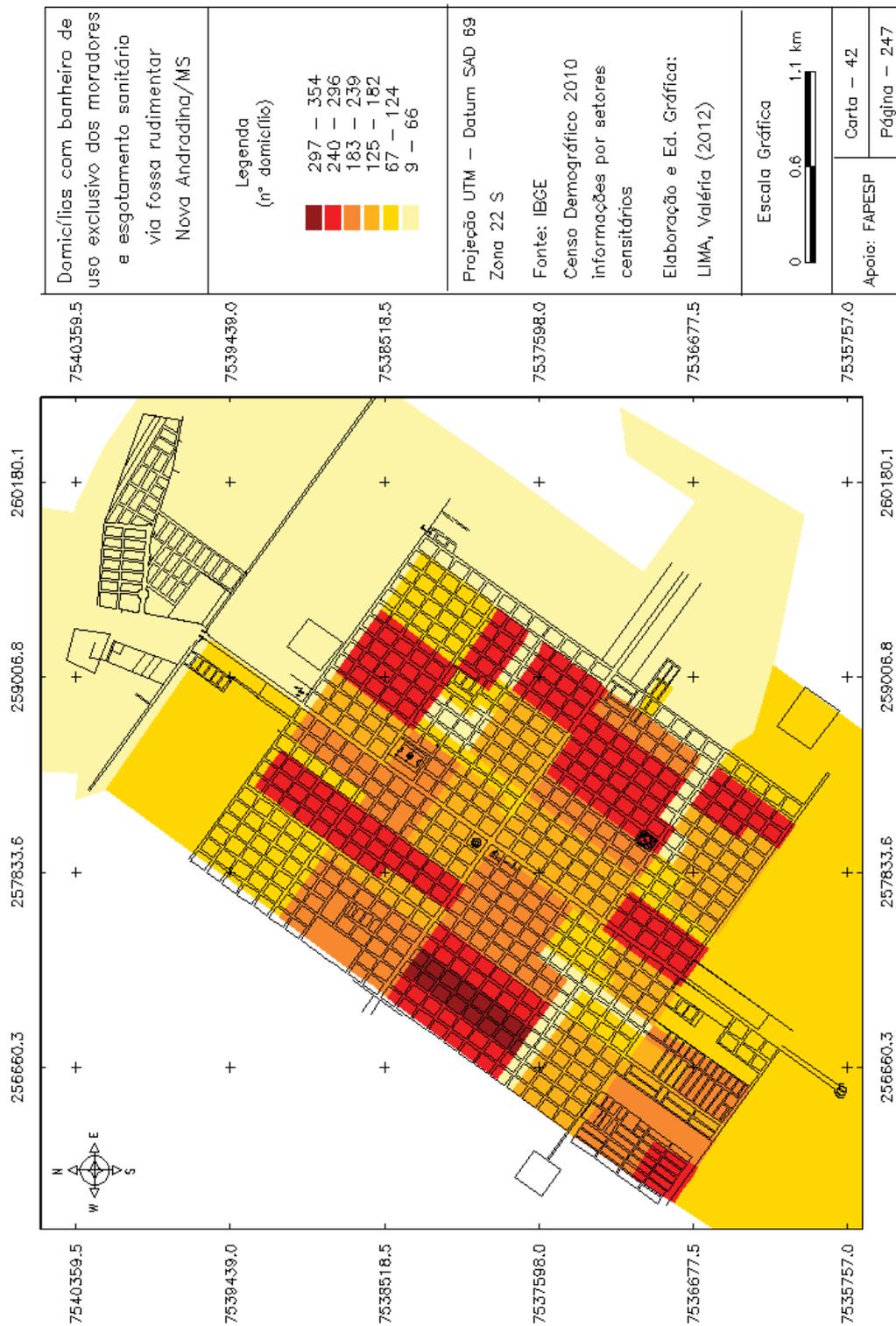


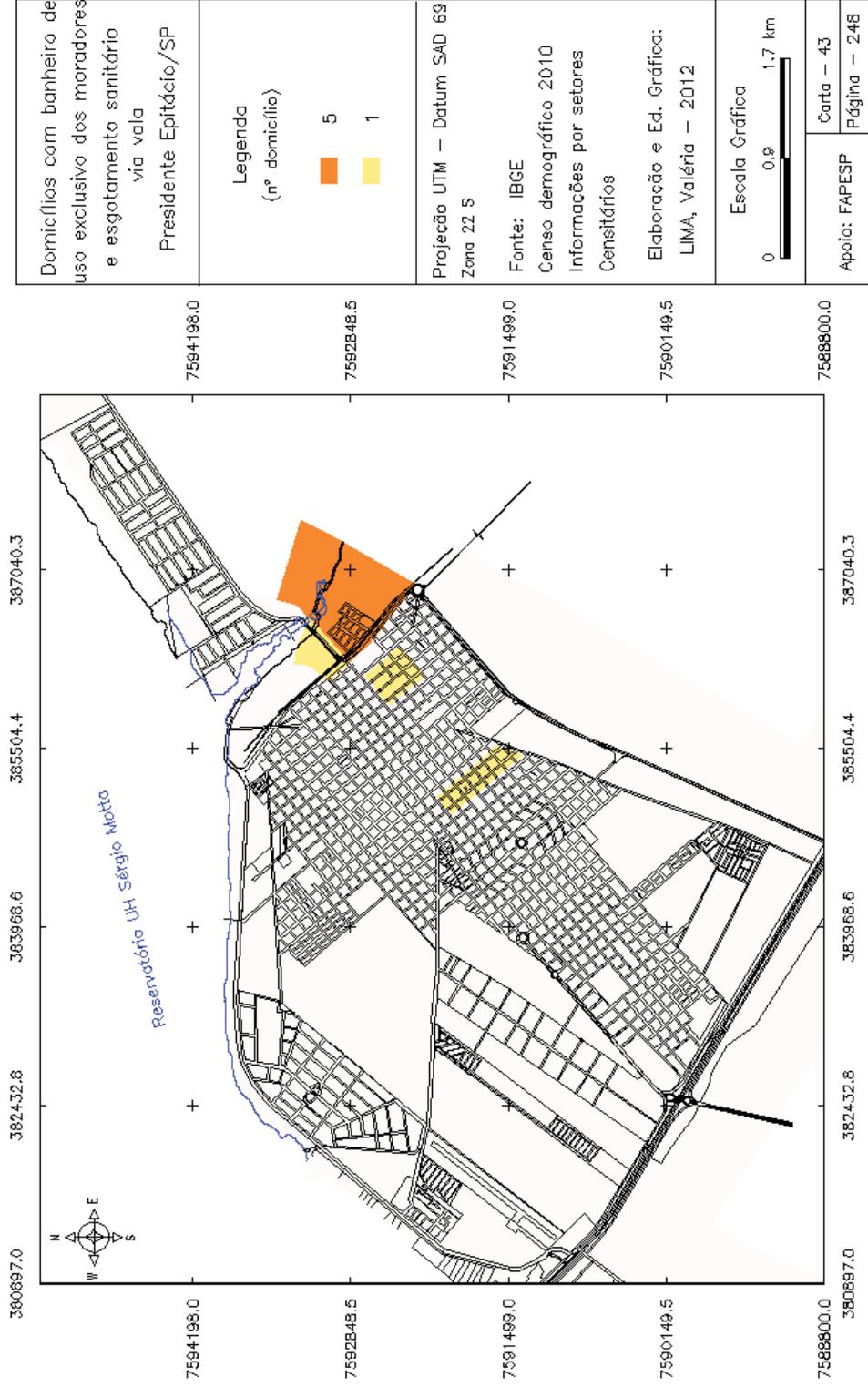




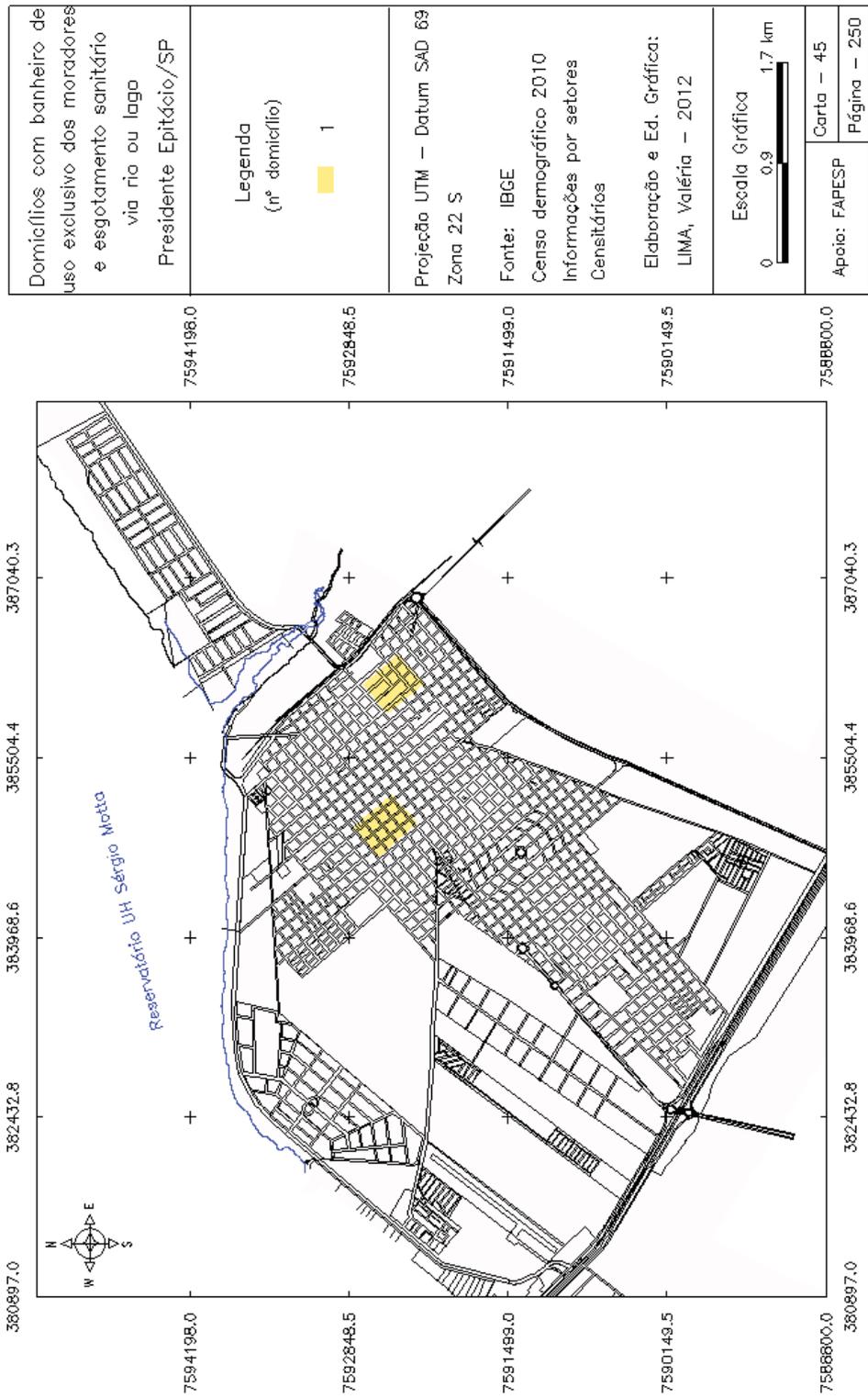


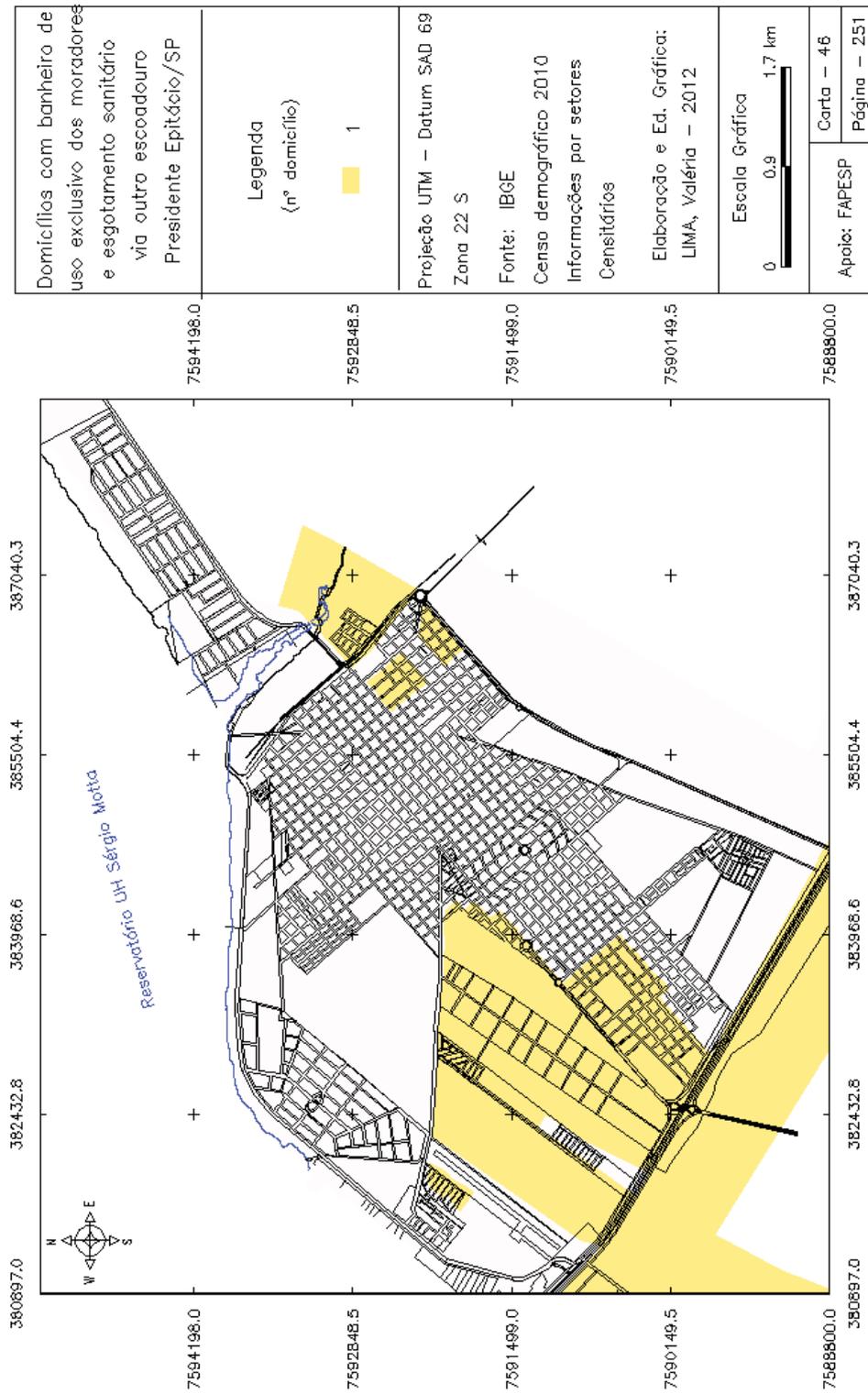


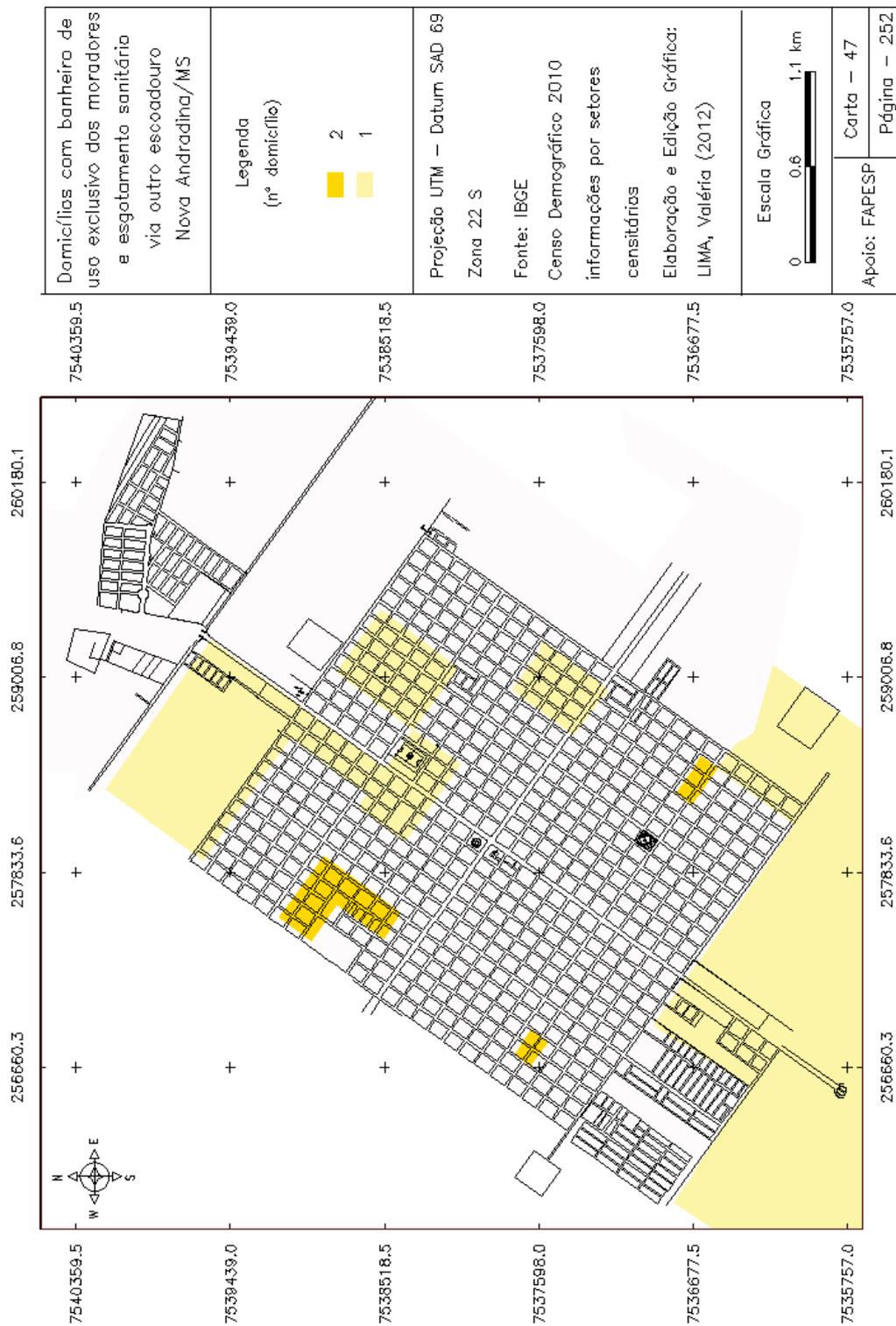


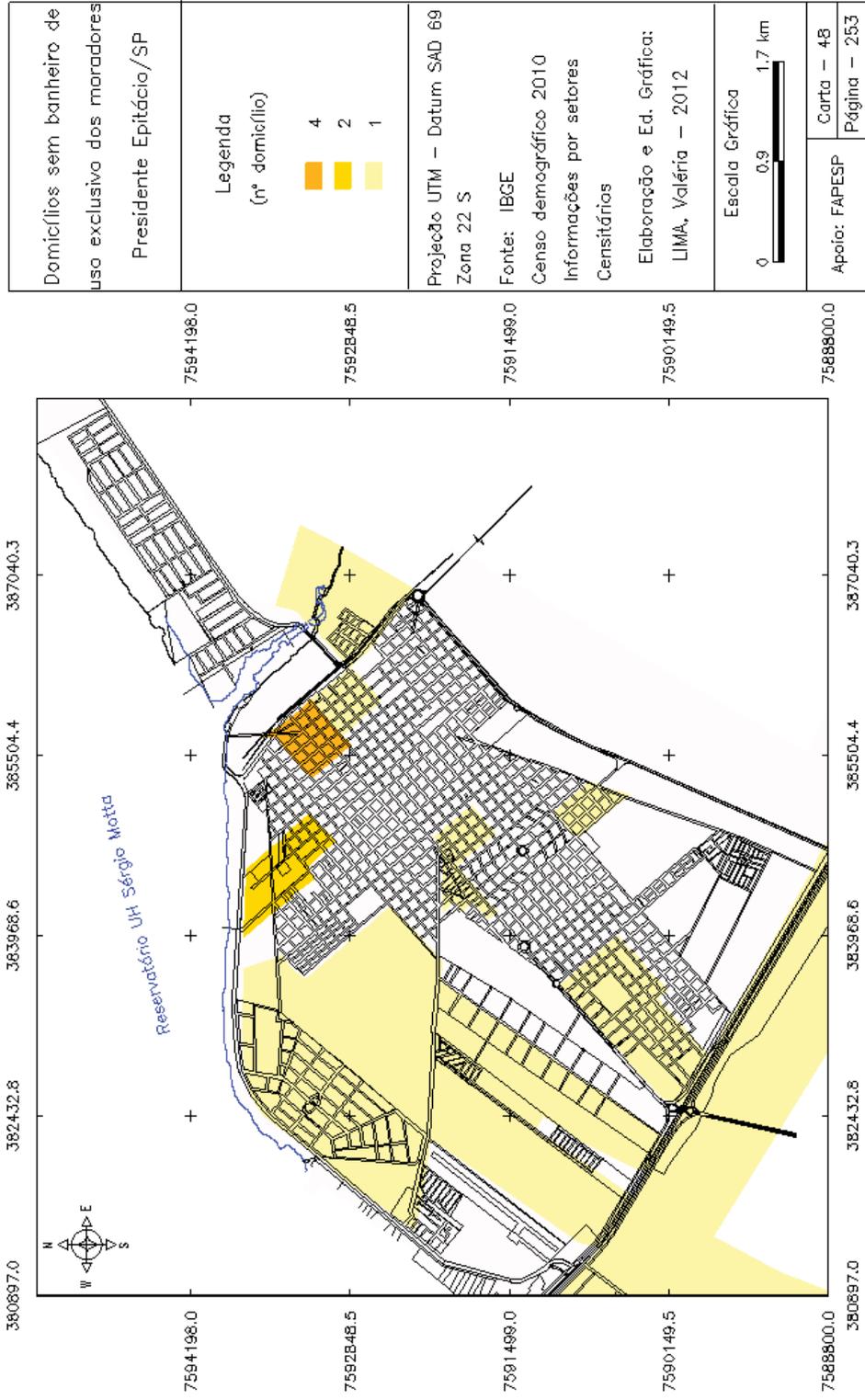














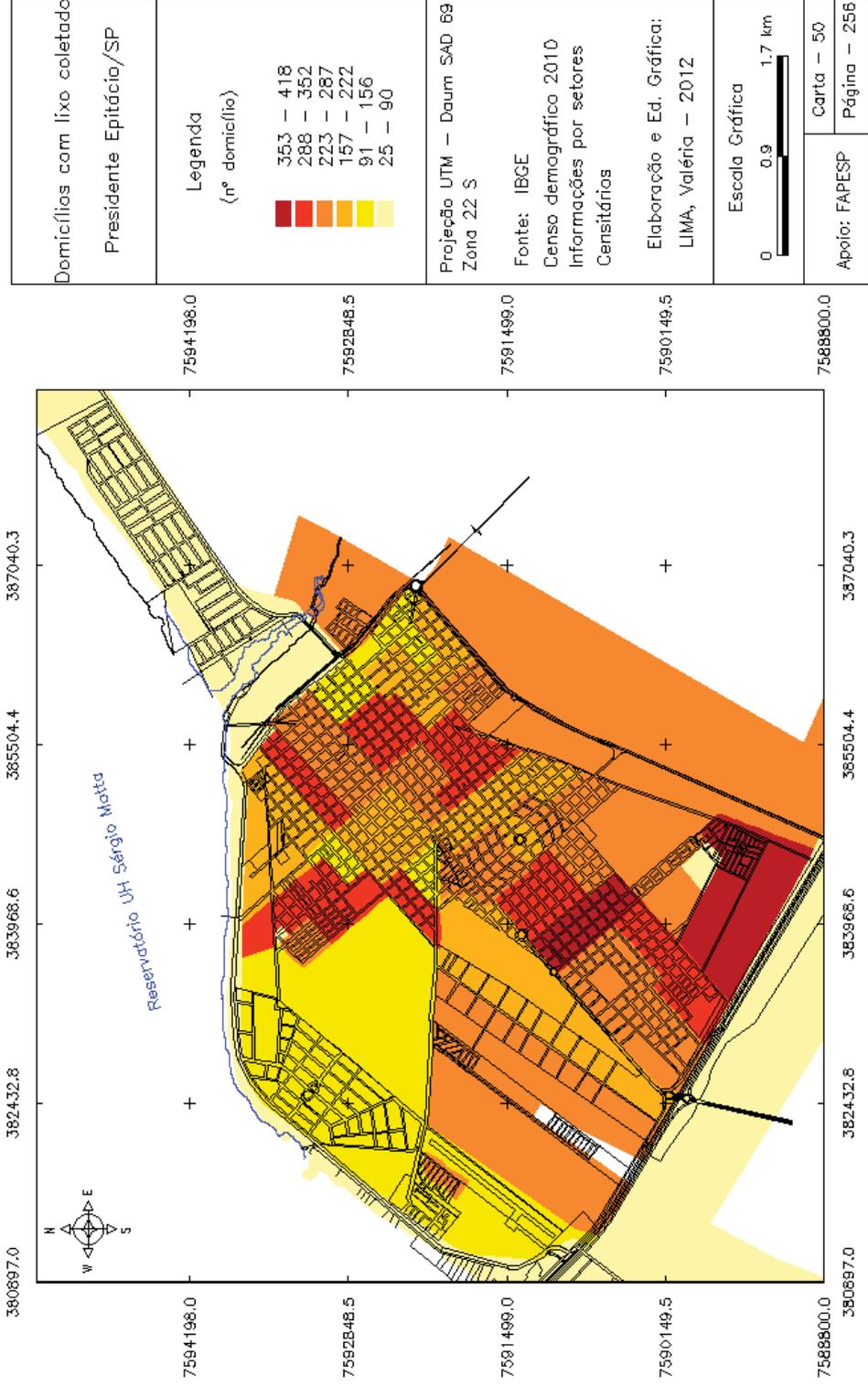
5.5.4 Mapeamento da variável coleta de lixo

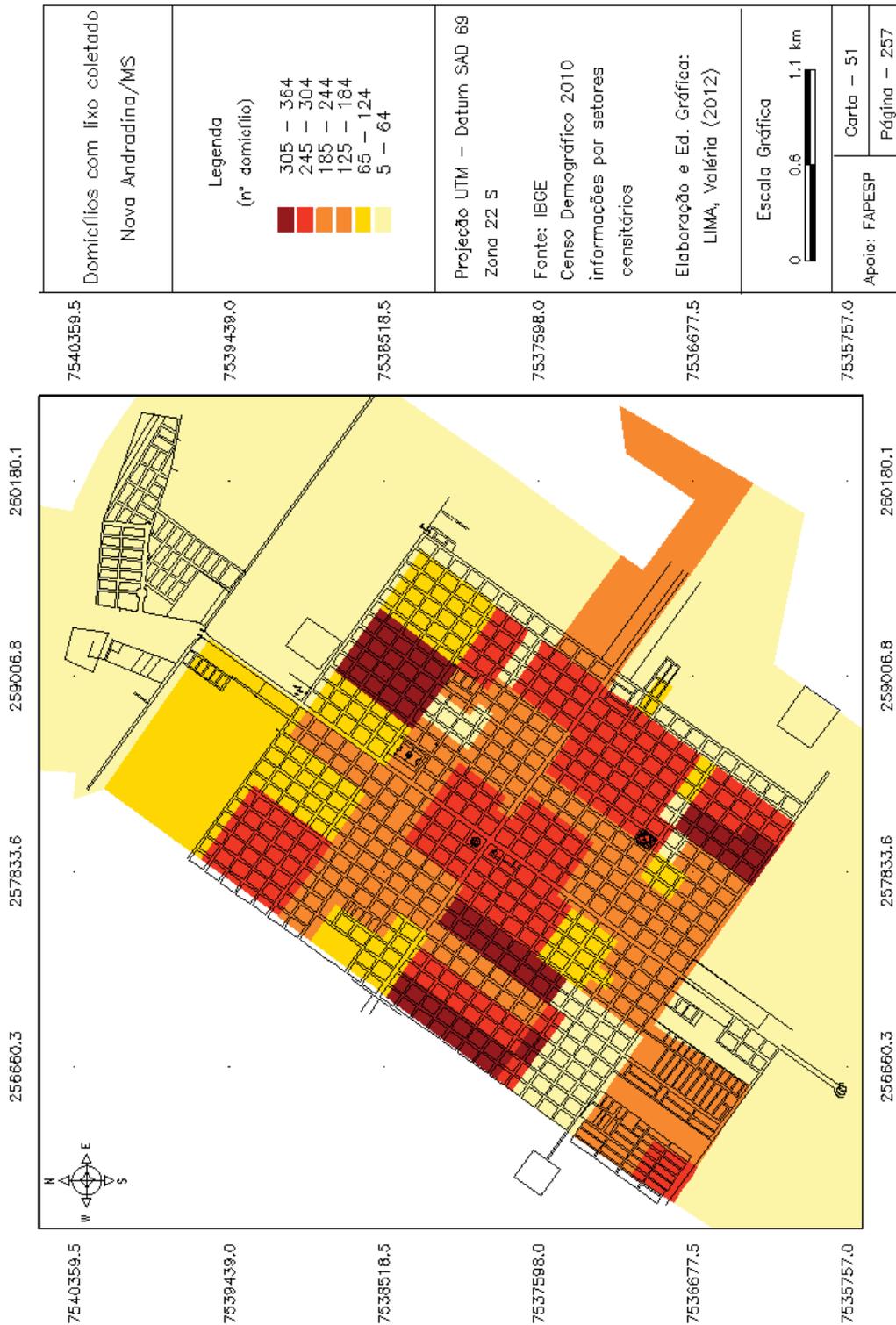
O mapeamento da variável coleta de lixo de Presidente Epitácio e Nova Andradina teve como base os dados de: domicílios com lixo coletado (cartas 50 e 51); domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza (cartas 52 e 53); domicílios com lixo coletado em caçamba de serviços de limpeza (cartas 54 e 55); domicílios com lixo queimado na propriedade (cartas 56 e 57); domicílios com lixo enterrado na propriedade (cartas 58 e 59); domicílios com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro (cartas 60 e 61); domicílios com outro destino do lixo (cartas 62 e 63).

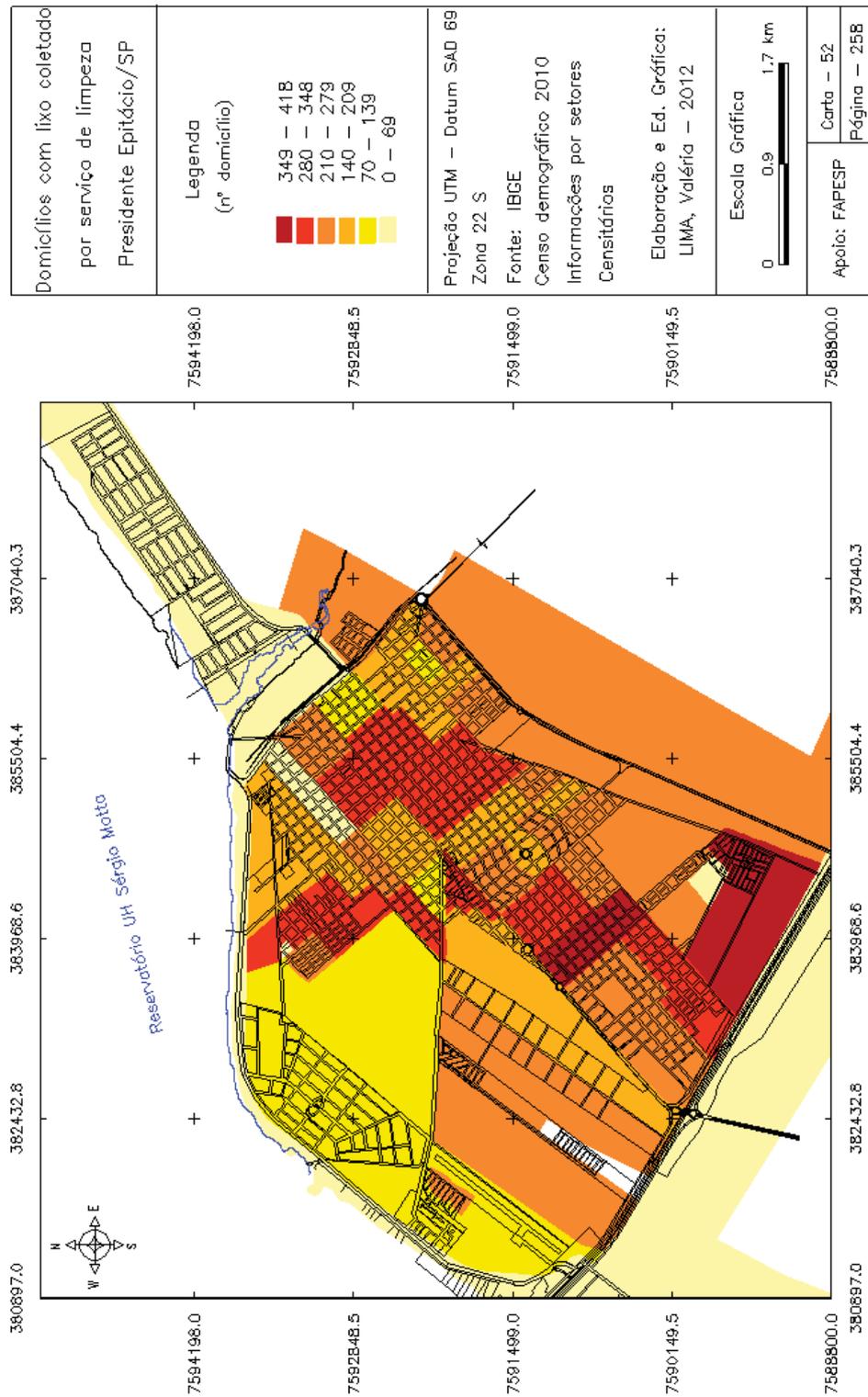
A grande preocupação com relação à coleta de lixo refere-se aos dados de lixo queimado e enterrado, pela sua possível contaminação do ambiente. Entre essas duas variáveis, o que chamou a atenção foram os domicílios com lixo queimado na propriedade (Carta 56), em Presidente Epitácio.

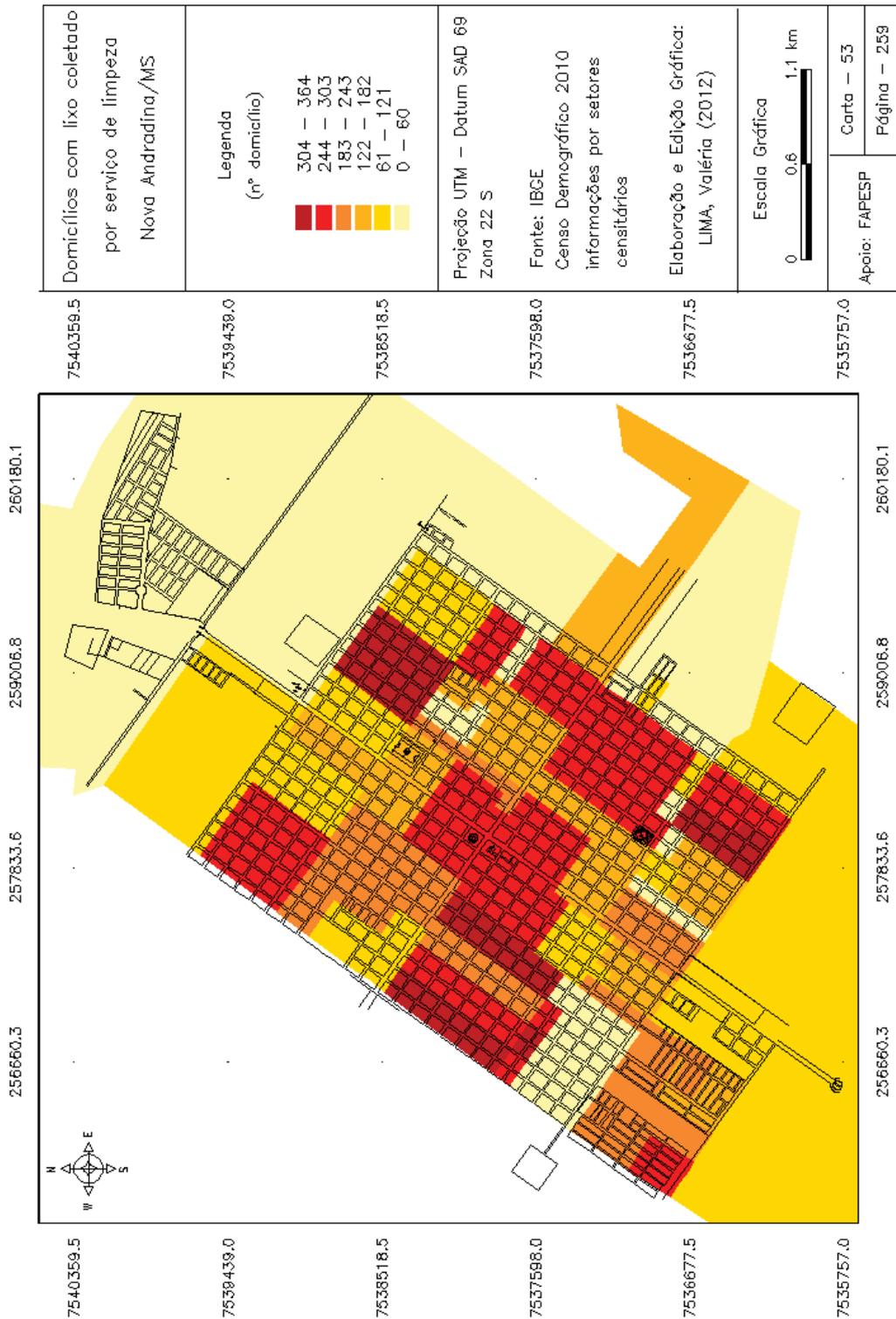
Além da falta de informação ou, às vezes, por questões culturais, essa prática pode estar associada, também, ao serviço público de coleta de lixo, ou seja, à falta de atendimento deste tipo de serviço.

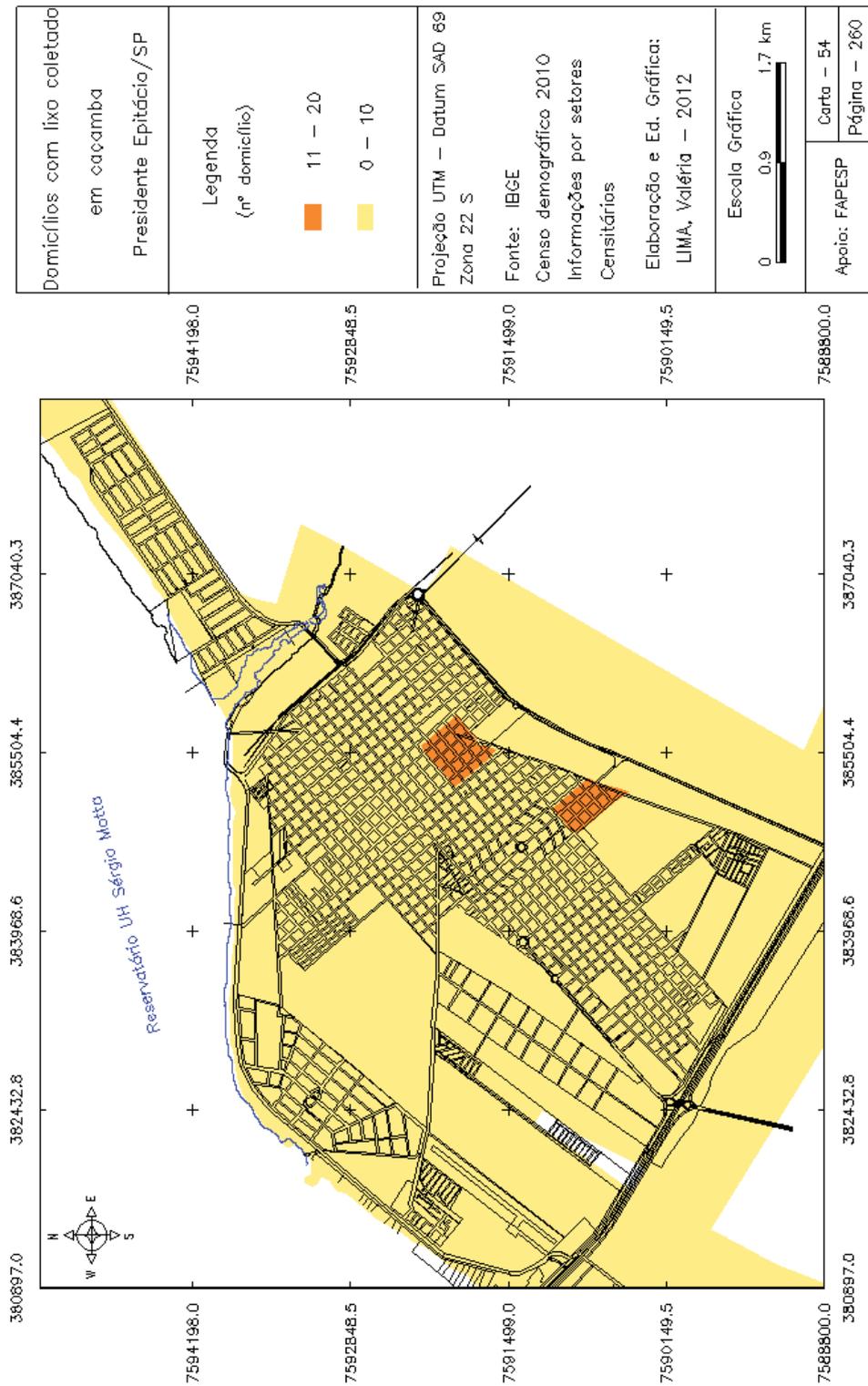
Nova Andradina, mesmo apresentando número menor de domicílios com estas destinações para o lixo, apresentou relevante número de domicílios com lixo queimado na propriedade, conforme se observa na Carta 57.

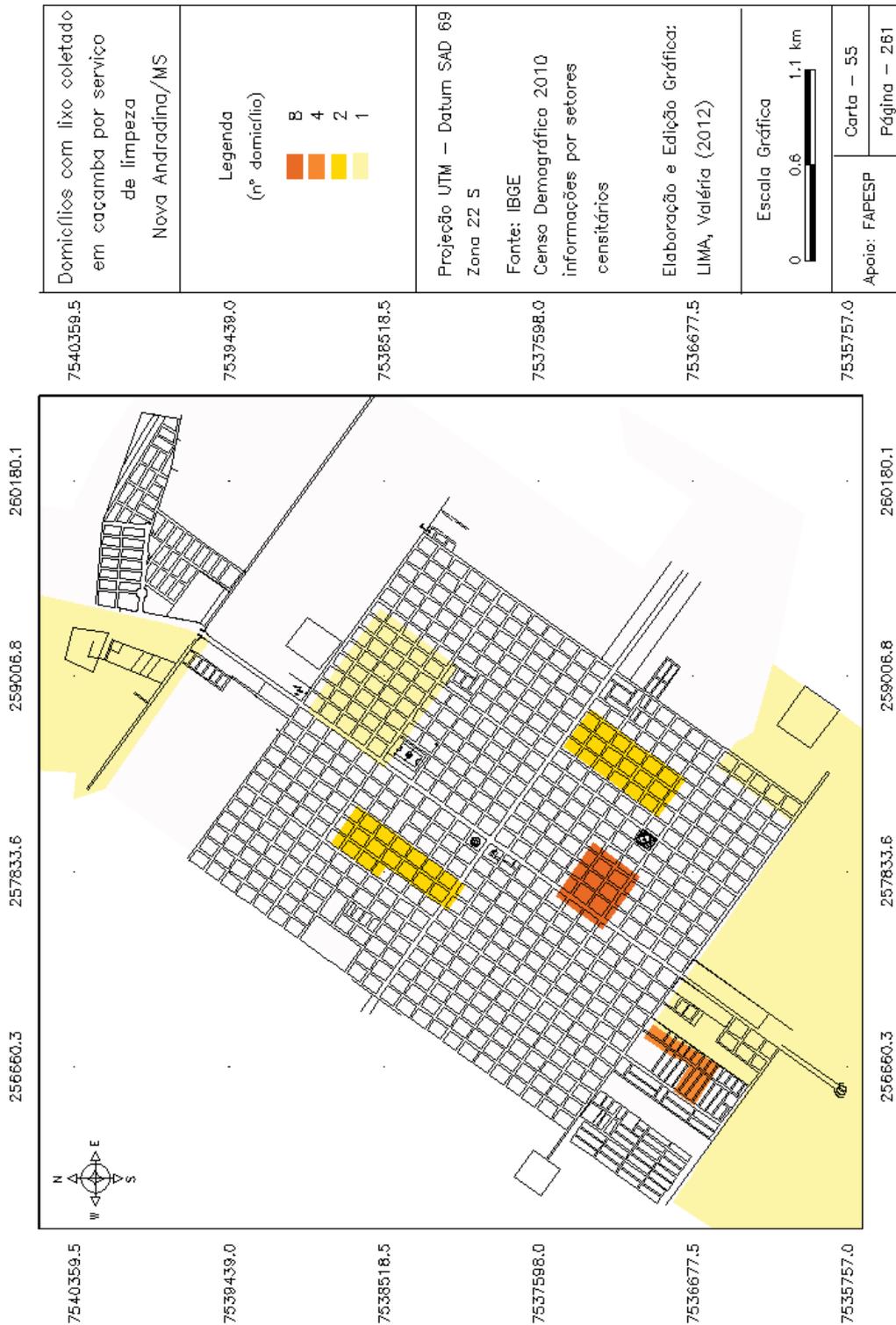


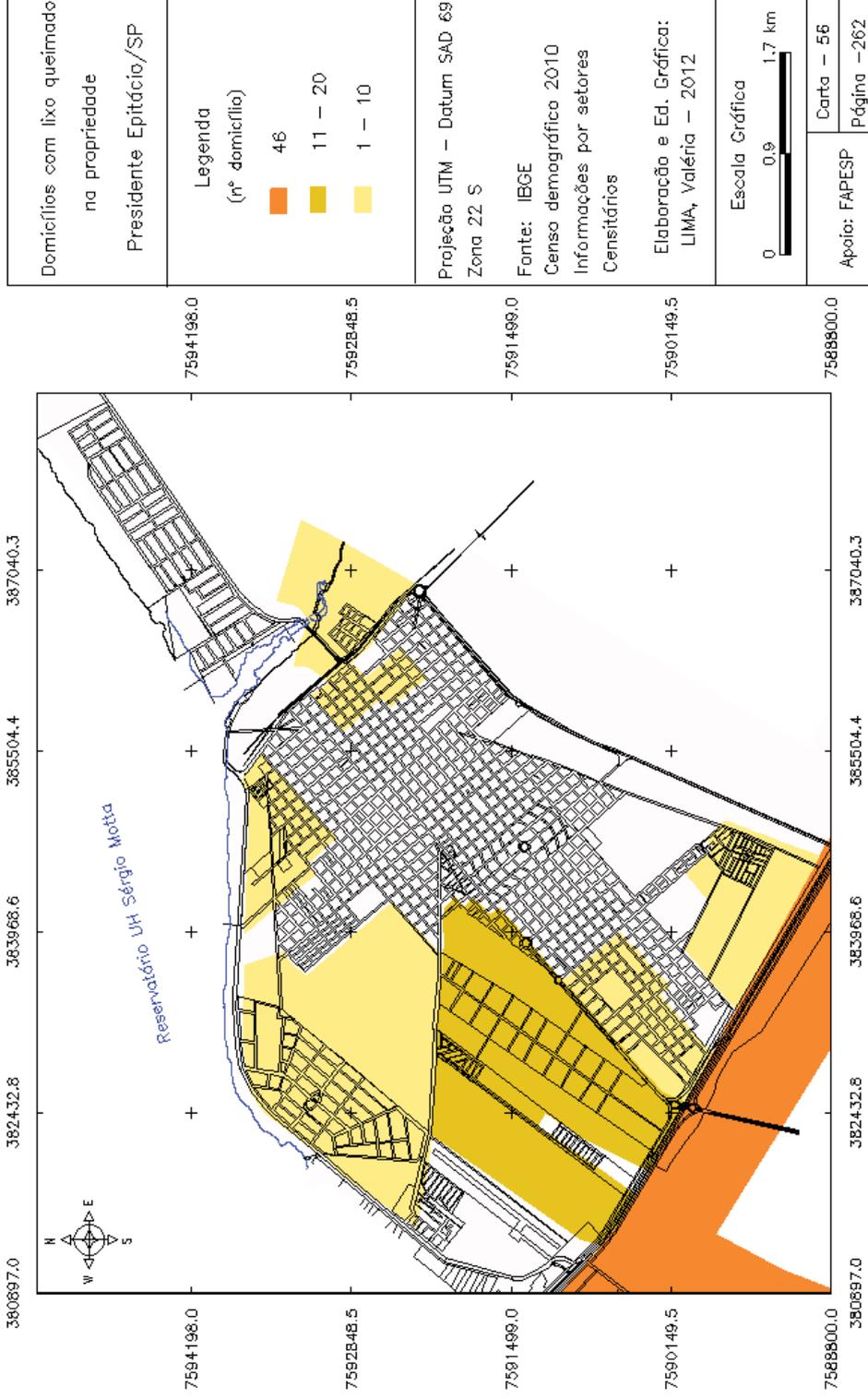


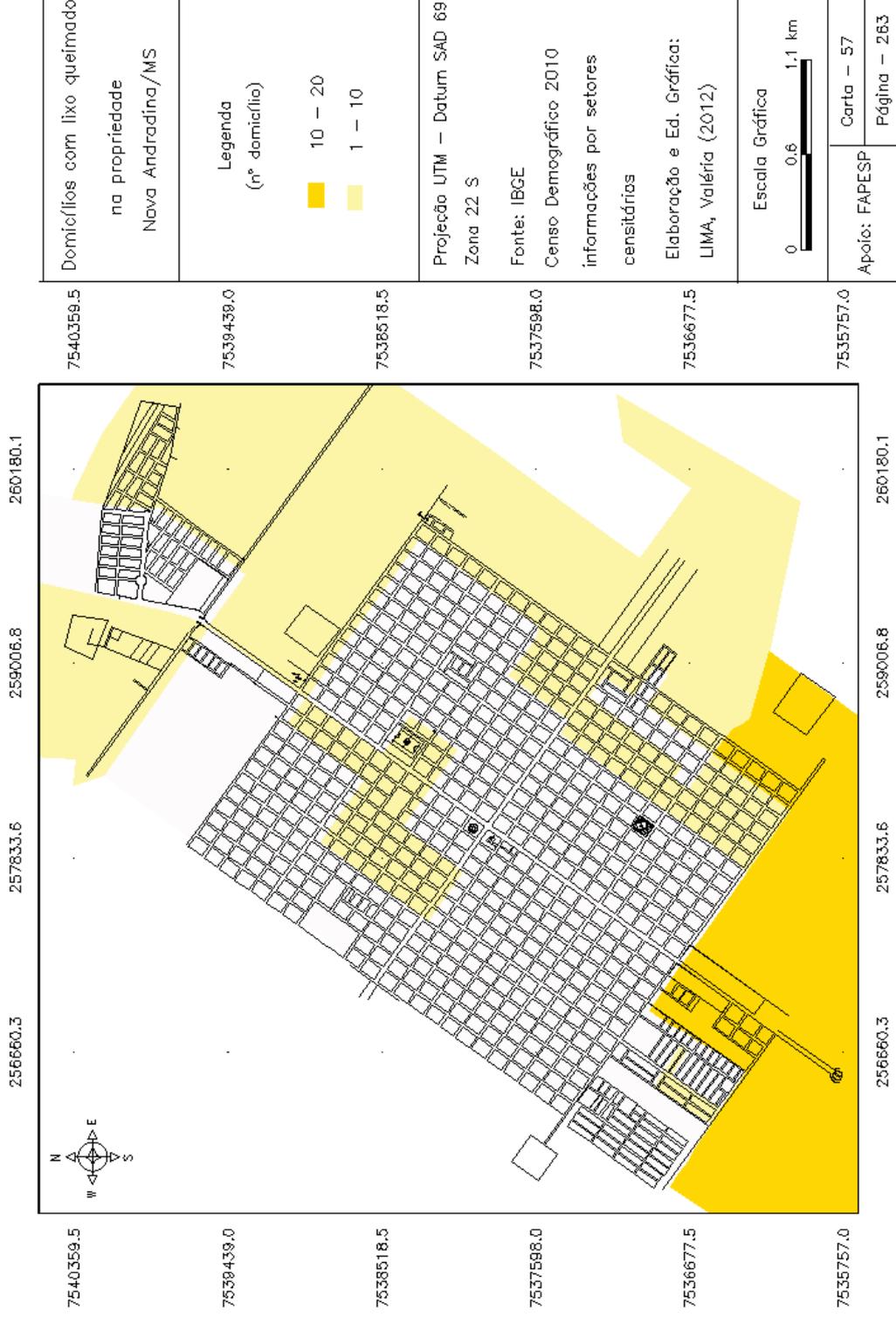


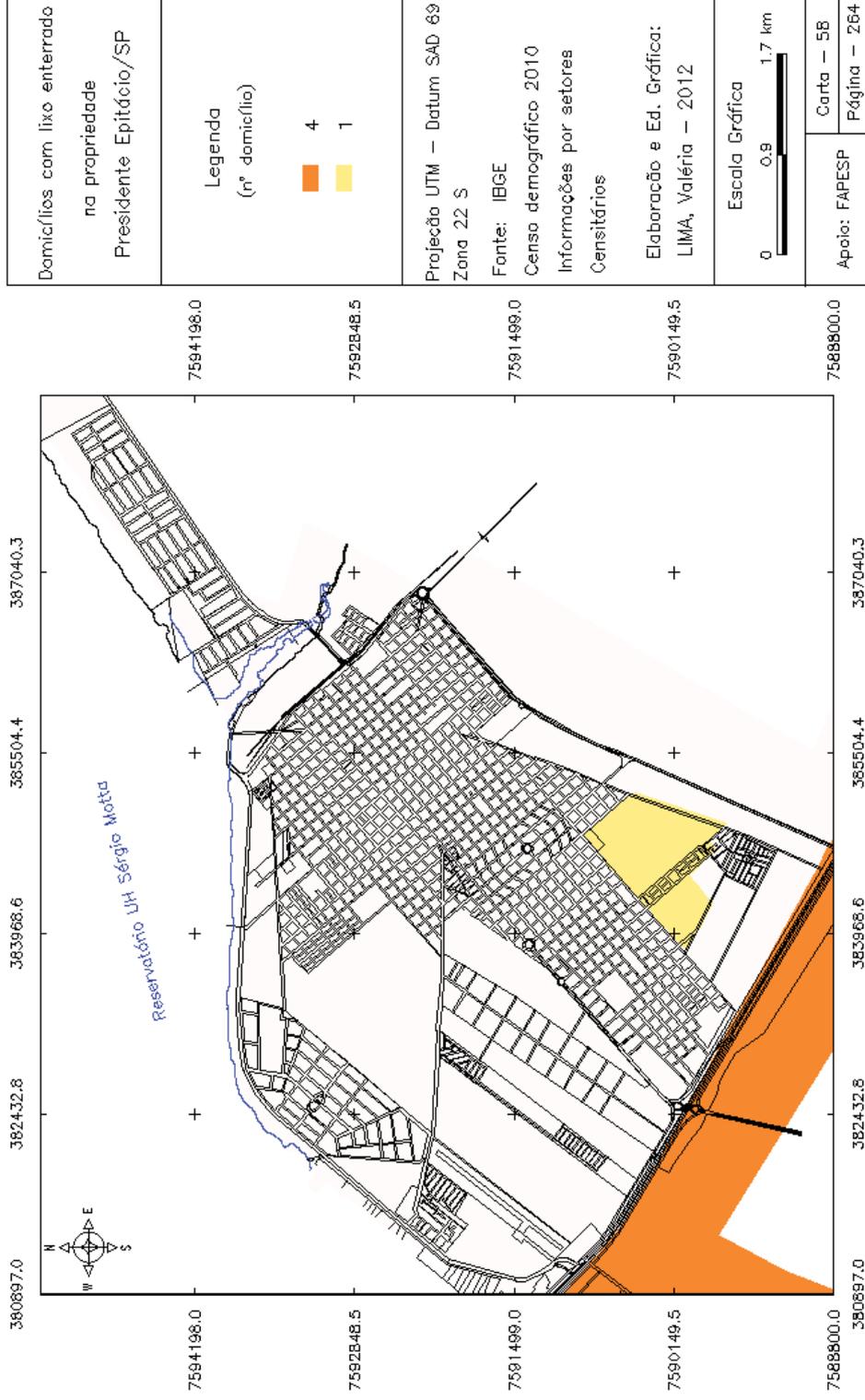


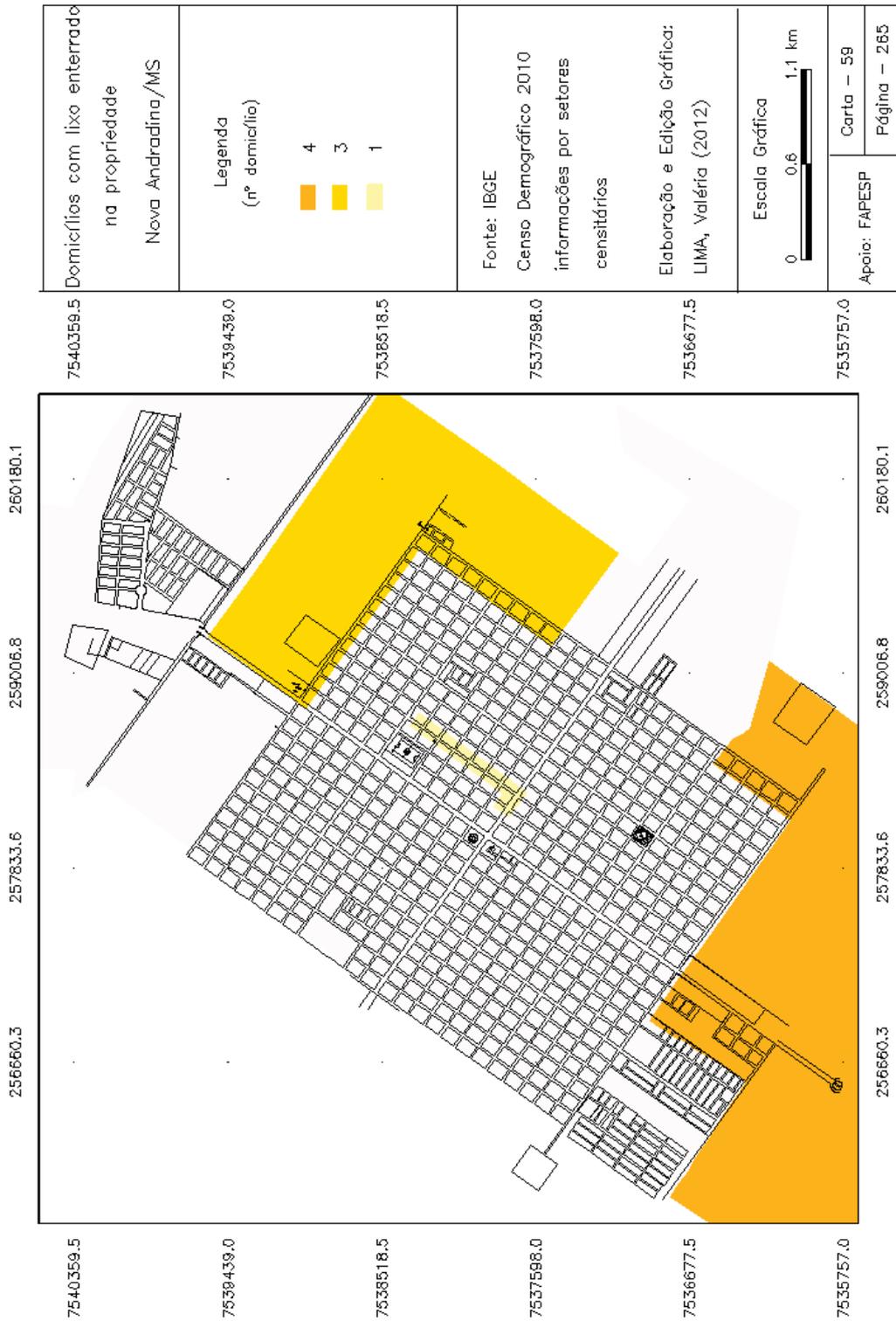


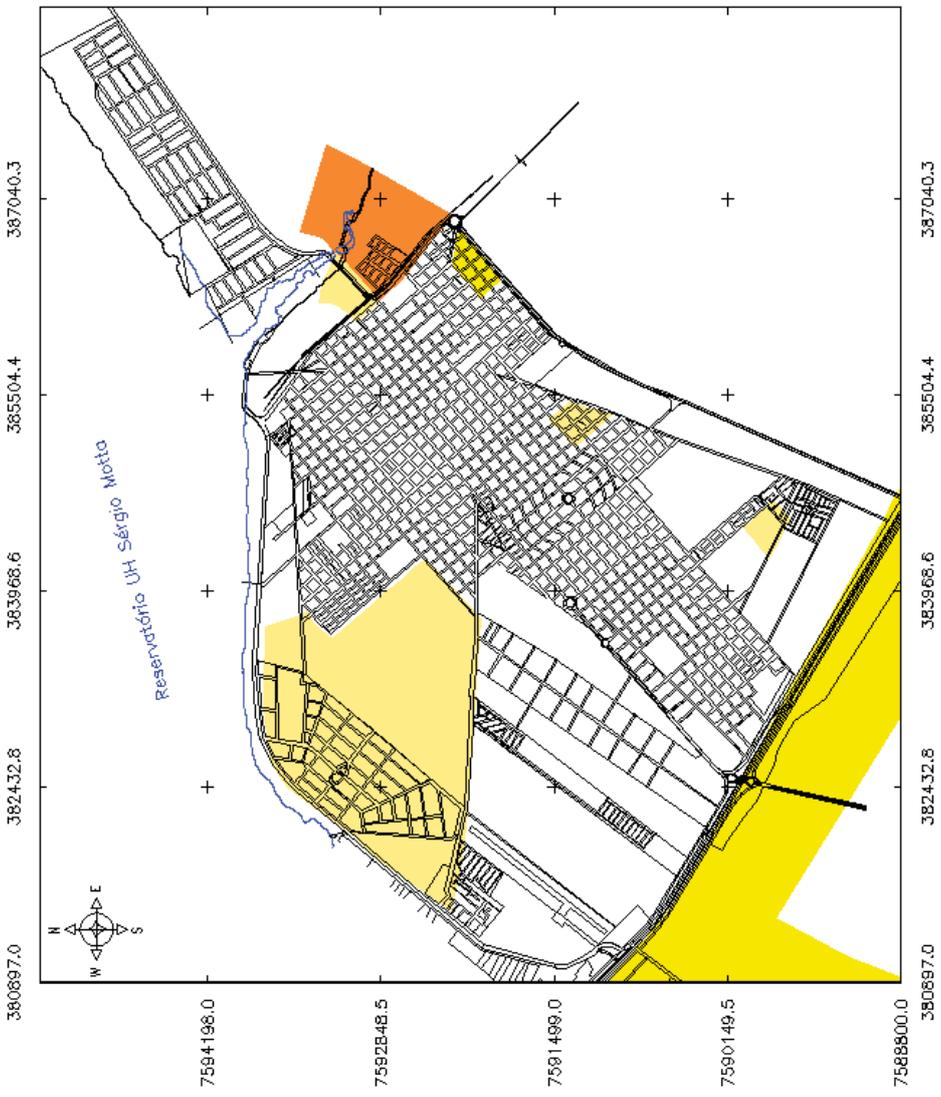
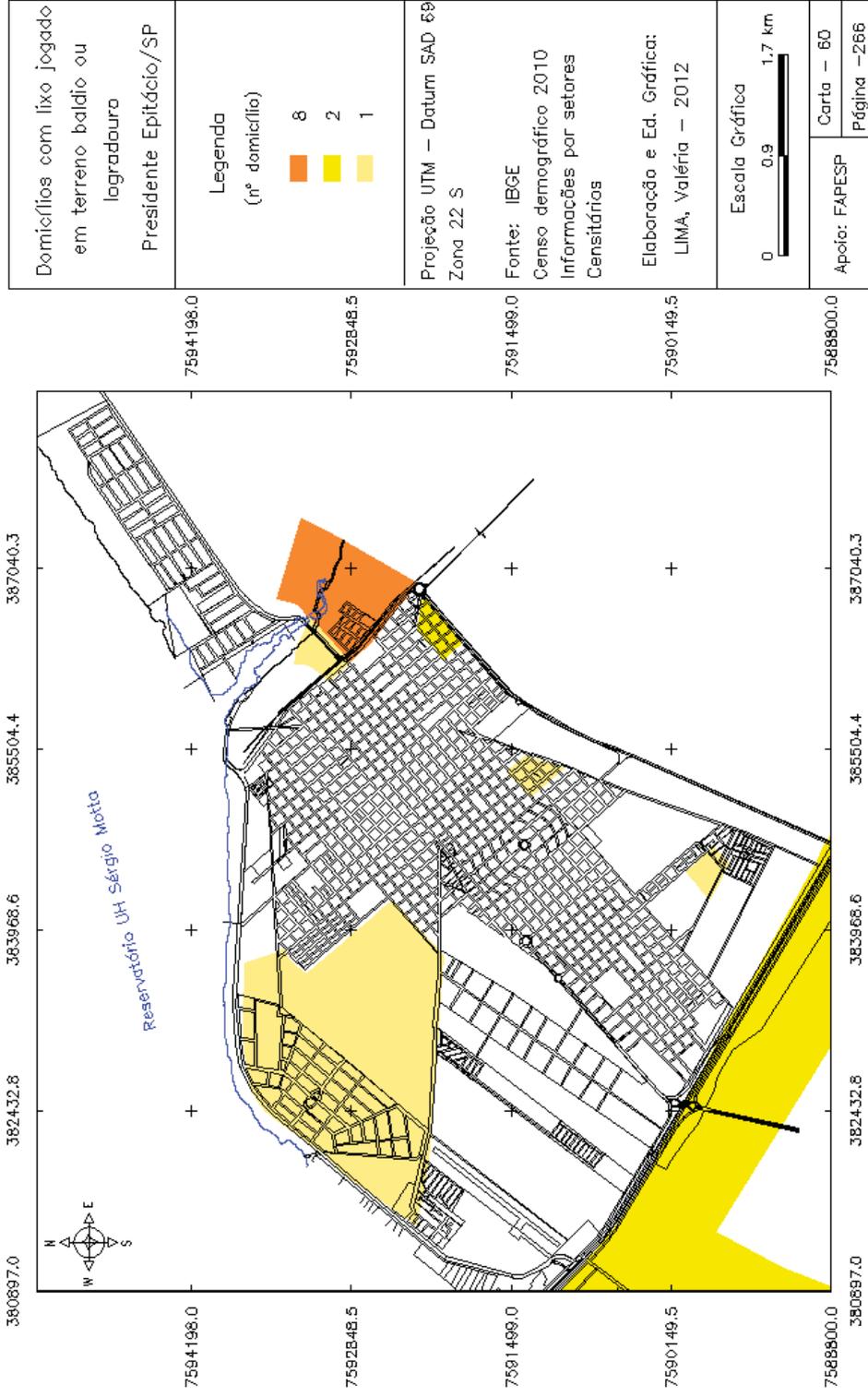




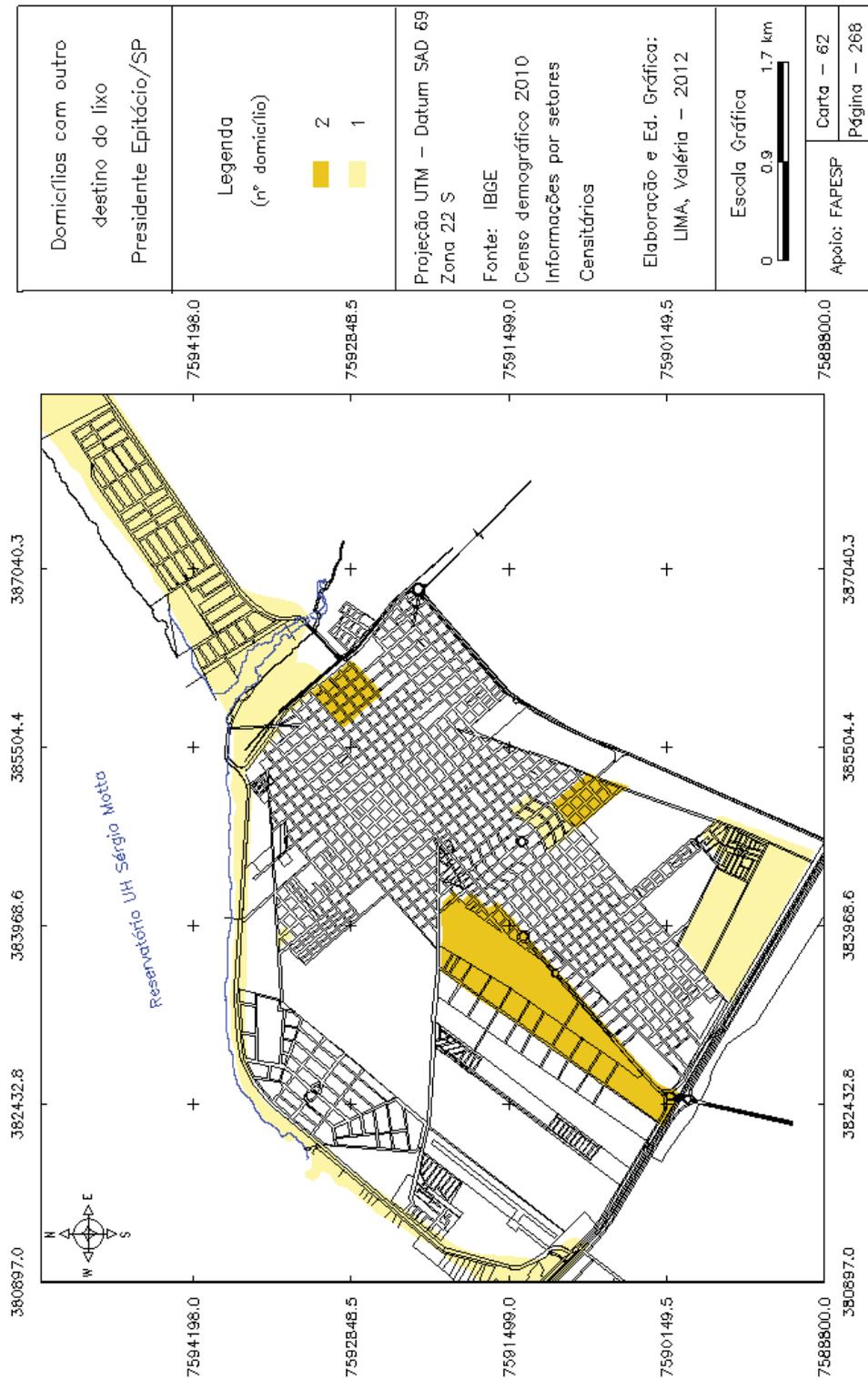














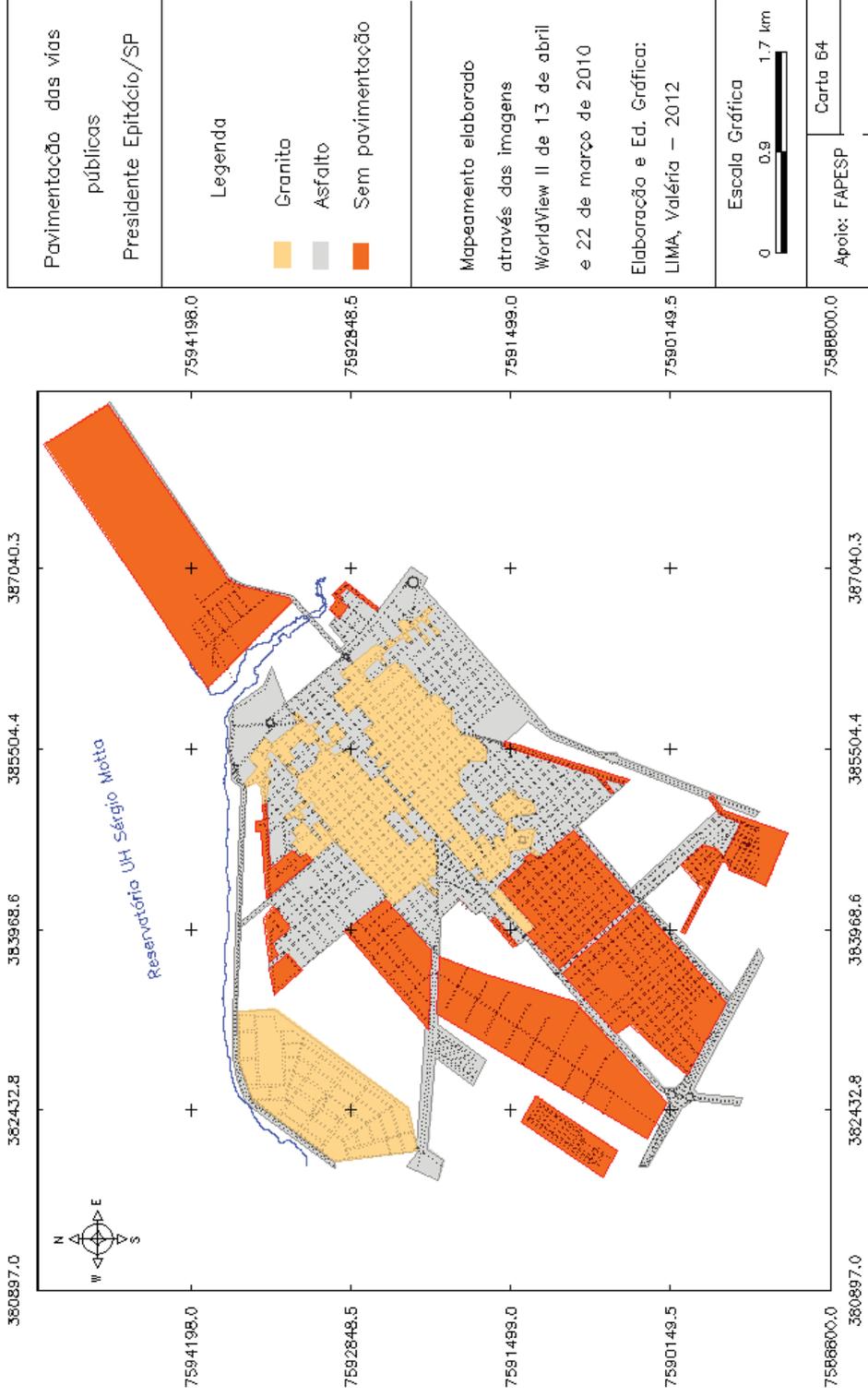
5.5.5 Mapeamento da pavimentação das vias públicas

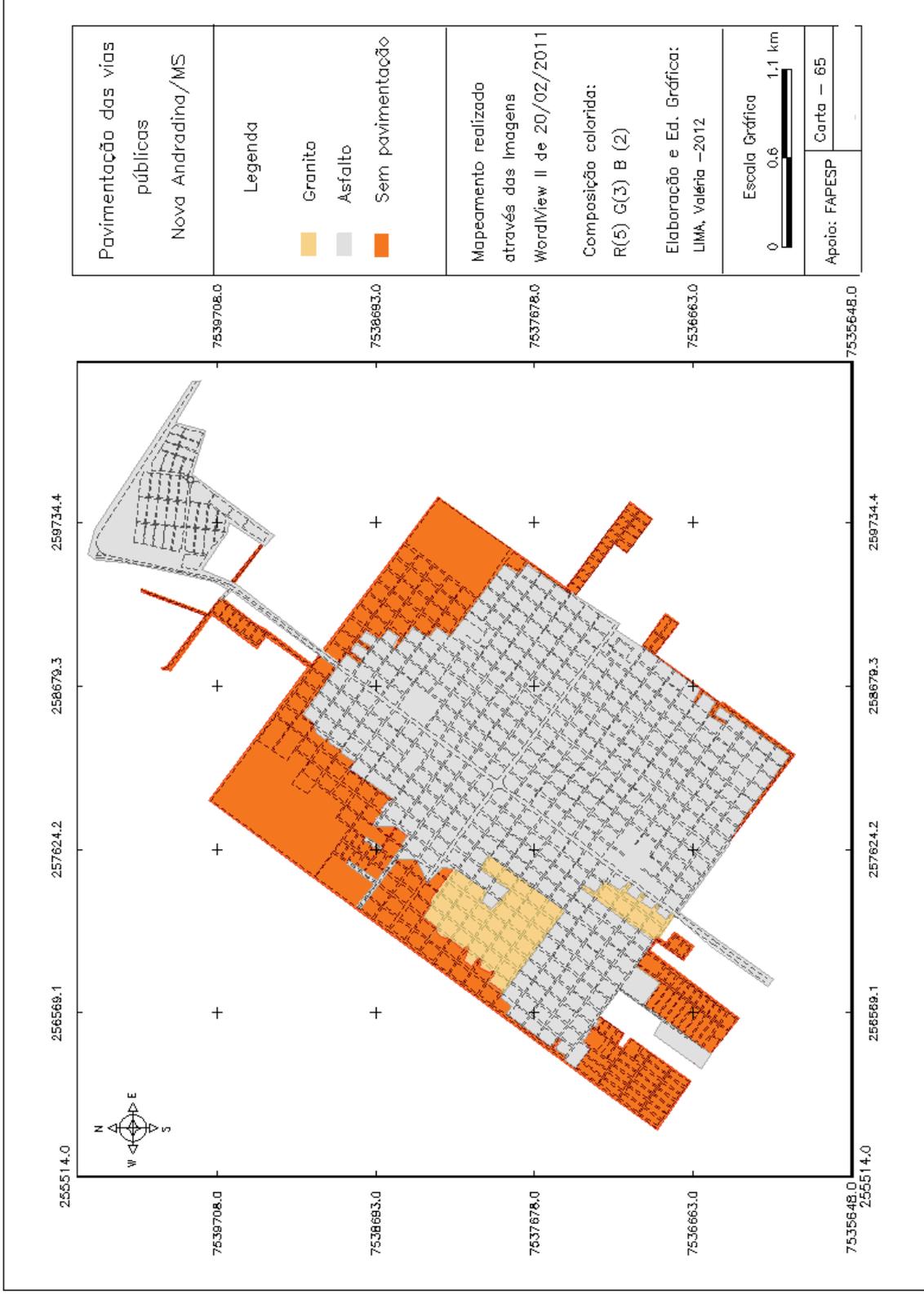
As cartas de pavimentação das vias públicas das duas cidades foram elaboradas através das imagens WorldView-II (cartas 64 e 65). Como as imagens que cobrem a cidade de Presidente Epitácio excluía as extremidades da área urbana, o seu mapa de pavimentação ficou sem as respectivas informações. Entretanto, não houve comprometimento nas análises, visto tratar-se de poucas residências, em uma área pequena, com o mesmo padrão de uso e ocupação.

Observou-se que, mesmo em bairros antigos, tanto na cidade de Presidente Epitácio, Carta 64, quanto em Nova Andradina, Carta 65, muitas ruas não foram asfaltadas. Estas áreas sem pavimentação podem indicar melhoria no escoamento e infiltração das águas pluviais, porém, em áreas urbanas, a falta de algum tipo de revestimento nas ruas traz sérios problemas para a população e para a cidade como um todo.

O acúmulo de águas nessas áreas provoca e aumenta os processos erosivos já presentes nas cidades, além de aumentar as partículas em suspensão no período seco podendo interferir na saúde da população.

As áreas revestidas com pedras, ou blocos, possuem uma vantagem para a qualidade ambiental, pois proporcionam a infiltração das águas superficiais que, mesmo em pequena quantidade, é considerado ideal.





5.5.6 Mapeamento do indicador de saneamento ambiental

O mapeamento do indicador de saneamento ambiental teve como base as informações de abastecimento de água, energia elétrica, esgoto, coleta de lixo e pavimentação das vias. A carta de saneamento ambiental possui três classificações, sendo: adequado, parcialmente adequado e inadequado (cartas 66 e 67).

Considerou-se como maior fator negativo para o saneamento ambiental o esgotamento sanitário via fossa rudimentar, as chamadas fossas negras que, além de causarem a contaminação do solo e da água, podem trazer consequências para a saúde humana, assim como o esgotamento sanitário via vala (esgoto a céu aberto) e também o lixo queimado e enterrado na propriedade.

O lixo jogado em terreno baldio ou em outro logradouro, queimado ou enterrado na propriedade, assim como o abastecimento de água de poço ou nascente e domicílios sem energia elétrica, também foi considerado como negativo para o saneamento ambiental, porém com menos peso.

Levou-se em conta a proporção de domicílios que apresentaram cada um desses fatores dentro dos setores, ou seja, quanto maior o número de domicílios com fator negativo, maior a sua influência no setor correspondente.

Para classificar os setores com saneamento adequado, os critérios foram: possuir condições adequadas de abastecimento de água, esgotamento via rede geral de esgoto ou via fossa séptica, coleta de lixo pelo serviço de limpeza ou por caçamba e ter as vias pavimentadas. Neste contexto, as áreas classificadas com saneamento ambiental adequado não apresentaram fatores negativos.

Considerando que as fossas sépticas são classificadas, teoricamente, como tipo de esgotamento que possui certas adequações e tratamento dos dejetos, estas áreas ganharam peso positivo para o mapeamento do indicador saneamento.

Sabe-se que muitas áreas que possuem fossas sépticas não são adequadas, pois há muita confusão por parte dos moradores em distinguir os tipos de esgotamento, no caso, rudimentar e séptica, e não existe como averiguar se estas – sépticas – estão adequadas.

A classificação dos setores com saneamento parcialmente adequado seguiu o critério acima, porém com exceção da presença de alguns domicílios com abastecimento de poço ou nascente ou de outras formas, presença de domicílios sem energia elétrica, com destino do lixo que não seja por coleta de serviço de limpeza e a presença de vias sem pavimentação. Resumindo, as áreas com saneamento parcialmente adequado, possuem uma pequena proporção de domicílios com algum fator negativo, mas que não se referem ao esgotamento sanitário via fossa rudimentar e nem via vala.

As áreas em que havia domicílios com banheiro e esgotamento sanitário do tipo “fossa rudimentar” tiveram um peso negativo. Neste caso, não foi considerada a proporção de domicílios, por setor, visto que independente do número de casas que possuam este tipo de esgotamento, de uma forma direta ou indireta, vai influenciar na contaminação do solo e das águas, interferindo na qualidade ambiental.

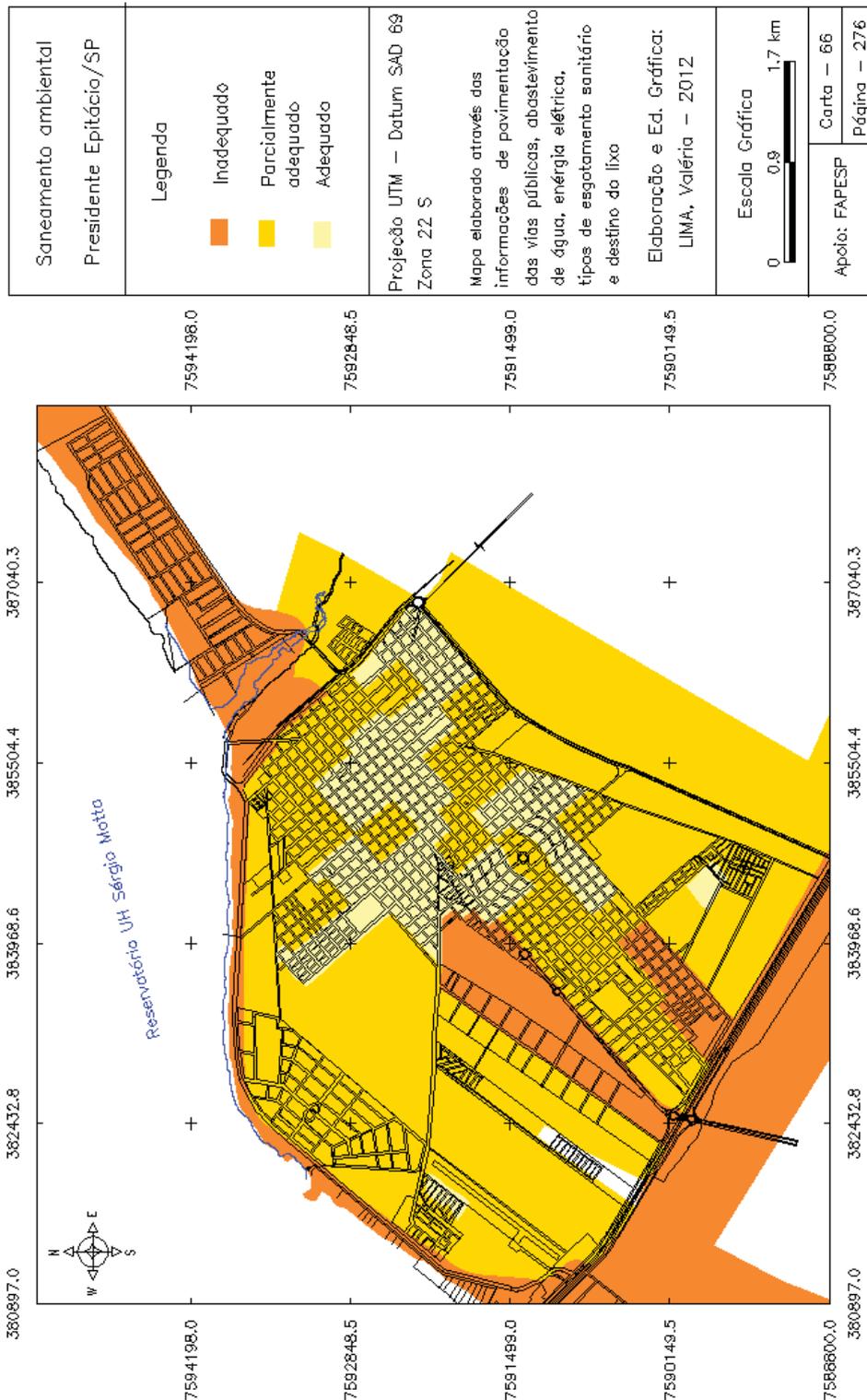
A classificação do saneamento inadequado foi resultado principalmente da presença de domicílios com esgotamento sanitário via fossa rudimentar e via vala. As áreas com esgotamento sanitário “via vala”, independente do número de domicílios no setor, tiveram pesos negativos, considerando a sua influência para o ambiente e mesmo para a saúde da população. Sendo assim, o critério foi utilizado, também, para áreas que possuem esgoto sanitário “via rio ou lago”.

As informações de áreas com esgotamento sanitário, através da rede geral de esgoto tiveram, para este indicador, peso positivo. Entretanto, se uma mesma área apresentou o esgotamento sanitário via rede geral e fossa rudimentar, por

exemplo, optou-se por anular o peso positivo da via rede geral de esgoto, tendo esta área assumido o peso negativo do esgotamento sanitário, por meio de fossa rudimentar e vala. As áreas classificadas com esgotamento sanitário por outro tipo de escoadouro, não foram incluídas por falta de uma definição específica do seu indicador. As que possuem domicílios sem banheiro exclusivo dos moradores, também tiveram peso negativo, dependendo da sua proporção dentro do setor.

Em Nova Andradina, os setores que apresentaram um número baixo de domicílios (60, aproximadamente) contendo esgotamento sanitário por fossa rudimentar, mesmo com abastecimento de água de poço ou nascente, também foram classificados como saneamento ambiental inadequado.

A quantidade de domicílios com lixo queimado ou enterrado, em Nova Andradina, não foram considerados significativos para pesar negativamente nesta análise. Porém, em vários trabalhos de campo na cidade, observou-se que é uma prática usual a incineração de lixos e entulhos nos logradouros, por parte dos moradores.



Saneamento ambiental
Presidente Epitácio/SP

Legenda

- Inadequado
- Parcialmente adequado
- Adequado

Projecção UTM - Datum SAD 69
Zona 22 S

Mapa elaborado através das
informações de pavimentação
das vias públicas, abastecimento
de água, energia elétrica,
tipos de esgotamento sanitário
e destino do lixo

Elaboração e Ed. Gráfica:
LIMA, Valéria - 2012

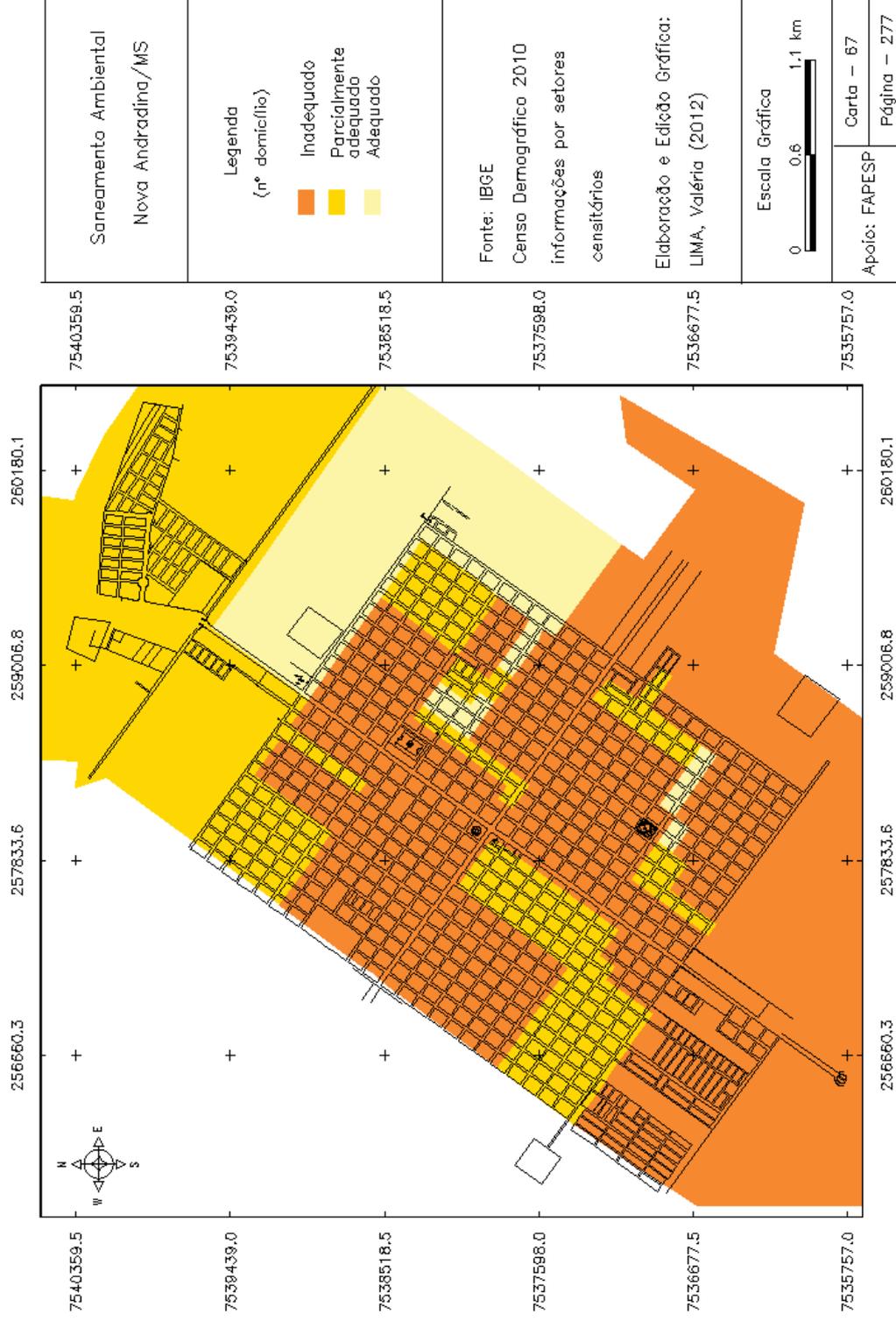
Escala Gráfica



Apelo: FAPESP

Carta - 66

Página - 276



5.6 Mapeamento das variáveis da classe de análise clima

As variáveis desta classe de análise foram a temperatura do ar e a temperatura da superfície. Como tiveram procedimentos diferentes para a coleta de dados e o mapeamento, essas variáveis serão abordadas separadamente.

5.6.1 Mapeamento da temperatura do ar

A temperatura e a umidade do ar nas cidades são elementos que fazem parte do clima urbano. A forma urbana associada à diversidade de atividades desenvolvidas nessas áreas e a ausência de vegetação podem influenciar no aumento da temperatura e queda da umidade do ar que interferem diretamente no conforto térmico das paisagens urbanas.

A formação de ilhas de calor em cidades pequenas é uma das consequências desses fatores que podem ser amenizados através do planejamento adequado como o aumento de áreas verdes e vegetadas nas cidades, utilização de materiais construtivos adequados, manutenção de corredores de ventilação através do desenho urbano, entre outros. O aumento da temperatura e queda da umidade do ar influencia diretamente na qualidade ambiental das cidades.

Para o mapeamento da temperatura do ar intra-urbano utilizou-se de medidas em transectos móveis nos percursos norte-sul e leste-oeste das cidades, no período noturno, em condições de tempo atmosférico estáveis.

Quanto à escolha do dia para a coleta foi necessário o acompanhamento das imagens GOES para visualizar o sistema atuante e analisar as condições atmosféricas. Através de imagens de satélites e trabalhos de campo, foram escolhidos os trajetos que melhor contemplassem os diferentes tipos de usos e ocupação das cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina. Foram dois

trajetos realizados simultaneamente às 21h em carros que se deslocaram em sentidos opostos a uma velocidade máxima de 20km/h.

Os equipamentos utilizados foram um sensor de temperatura e umidade “ThermaData Humidity-Temperature Logger” e um GPS marca Garmim, modelo Oregon 550t. O sensor foi acoplado a uma vara de bambu de aproximadamente 1,80 metros, posicionada dentro do carro com a parte do equipamento para fora, a uns 50 centímetros acima do teto do veículo. O GPS, após sincronizar os sinais dos satélites, foi posicionado fora da janela do carro, em todo o trajeto, para não cair o sinal, sendo que a precisão ficou em torno de 11 a 13 metros.

Os equipamentos foram programados para registrar dados a cada 30 segundos, sendo que os sensores armazenaram os dados de temperatura e umidade do ar e, o GPS, as coordenadas geográficas UTM e a altitude. Visto que os registros foram marcados para iniciar às 21h, é importante ressaltar que os equipamentos foram ajustados, no início de cada trajeto, com 15 minutos de antecedência. Assim, como os equipamentos foram ligados antecipadamente ao início da coleta dos dados e estes já começaram a ser registrados, foi importante marcar a hora exata do início e término de cada trajeto, para que depois de descarregá-los, os dados anteriores e posteriores a estes horários pudessem ser descartados.

Após o registro dos dados, os mesmos foram inseridos no computador e apresentados em planilha. Os dados compreendidos entre o horário de início e término do percurso foram selecionados e transferidos para outra planilha contendo os dados de localização, ou seja, combinados com os horários dos dados do GPS.

Essa planilha, no formato Excel, contém os pontos, a latitude, longitude, umidade e temperatura. Esses dados foram inseridos no aplicativo Surfer, que possui técnicas de geoestatísticas embutidas no programa, no qual é realizada a

especialização dos dados de temperatura e umidade e inserida a malha da cidade georreferenciada.

Para facilitar o trabalho de campo, elaborou-se um roteiro que foi utilizado no trabalho simultâneo da coleta de dados, como também para anotar os horários de saída dos carros, no início e término do trajeto. (APÊNDICE A)

5.6.1.1 Temperatura e umidade do ar de Presidente Epitácio/SP

A coleta dos dados de temperatura e umidade do ar na cidade de Presidente Epitácio foi realizada no dia 02 de abril de 2012, após vários trabalhos de campo para adequar os equipamentos e escolha dos melhores trajetos.

Como podem ser observados na figura 29, os trajetos escolhidos para a cidade, contemplam todas as formas de ocupação, desde a proximidade com as margens do lago, centro com pouca vegetação, até a transição entre o urbano e o rural que é uma característica dessa cidade.

A imagem colorida GOES, de baixa resolução, para a data e horário da coleta dos dados de temperatura e umidade na cidade de Presidente Epitácio, conforme a 30, indica um Complexo Convectivo de Mesoescala - CCM no norte da Argentina e estava atuando no oeste paulista uma massa polar que estava perdendo força.

De acordo com o boletim técnico do Centro de Precisão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), para o dia 02 de abril de 2012, na análise da carta sinótica de superfície da 00Z, nota-se uma onda frontal com características subtropicais sobre o Atlântico, com núcleo de 1008 hPa, em 32S/38W. (ANEXO A)

Como se observa na figura 30 e no boletim técnico do CPTEC, no Anexo A, atuava uma frente fria sobre a província de Buenos Aires (Argentina) e se estendia sobre o Atlântico até uma baixa pressão em 44S/55W, de onde se prolongava de forma estacionária a leste em torno de 43S. Na retaguarda deste sistema, notou-se

uma crista associada à Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) sobre o centro-sul da Argentina. A ASPS atuava com núcleo de 1032 hPa, em 37S/99W. Outro sistema frontal atuava sobre o Pacífico, ao sul de 52S/78W. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) teve valor pontual de 1027 hPa, a leste de 20W (fora do domínio da figura) e sua circulação atuou sobre parte da faixa leste do Brasil. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) apresentava banda dupla sobre o Pacífico e Atlântico. No Pacífico, a ZCIT atuava com bandas que oscilam entre 8N/3N e 7S/3S. No Atlântico, as bandas atuavam em torno de 1N/4N e 1S/2S".



Figura 29 – Trajetos do trabalho de campo de coleta de temperatura e umidade do ar de Presidente Epitácio/SP na imagem Alos. Elaboração e Org. LIMA, Valéria 2012.

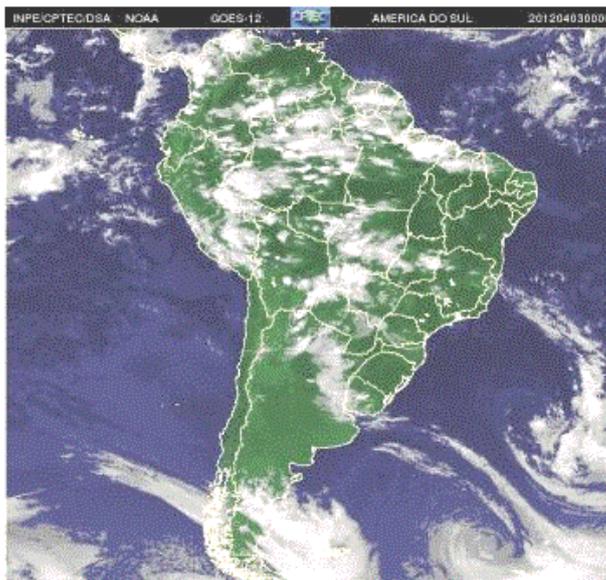


Figura 30 – Imagem do satélite Goes de 02/04/2012 às 21h00. Fonte: CPTEC/INPE (http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_antiores.jsp)

Os resultados da temperatura do ar, na cidade de Presidente Epitácio/SP, Carta 68, indicam dois bolsões de temperaturas mais elevadas, em torno de 26° C, ao se comparar com o entorno que possui menores temperaturas, com valores entre 22 e 23°C.

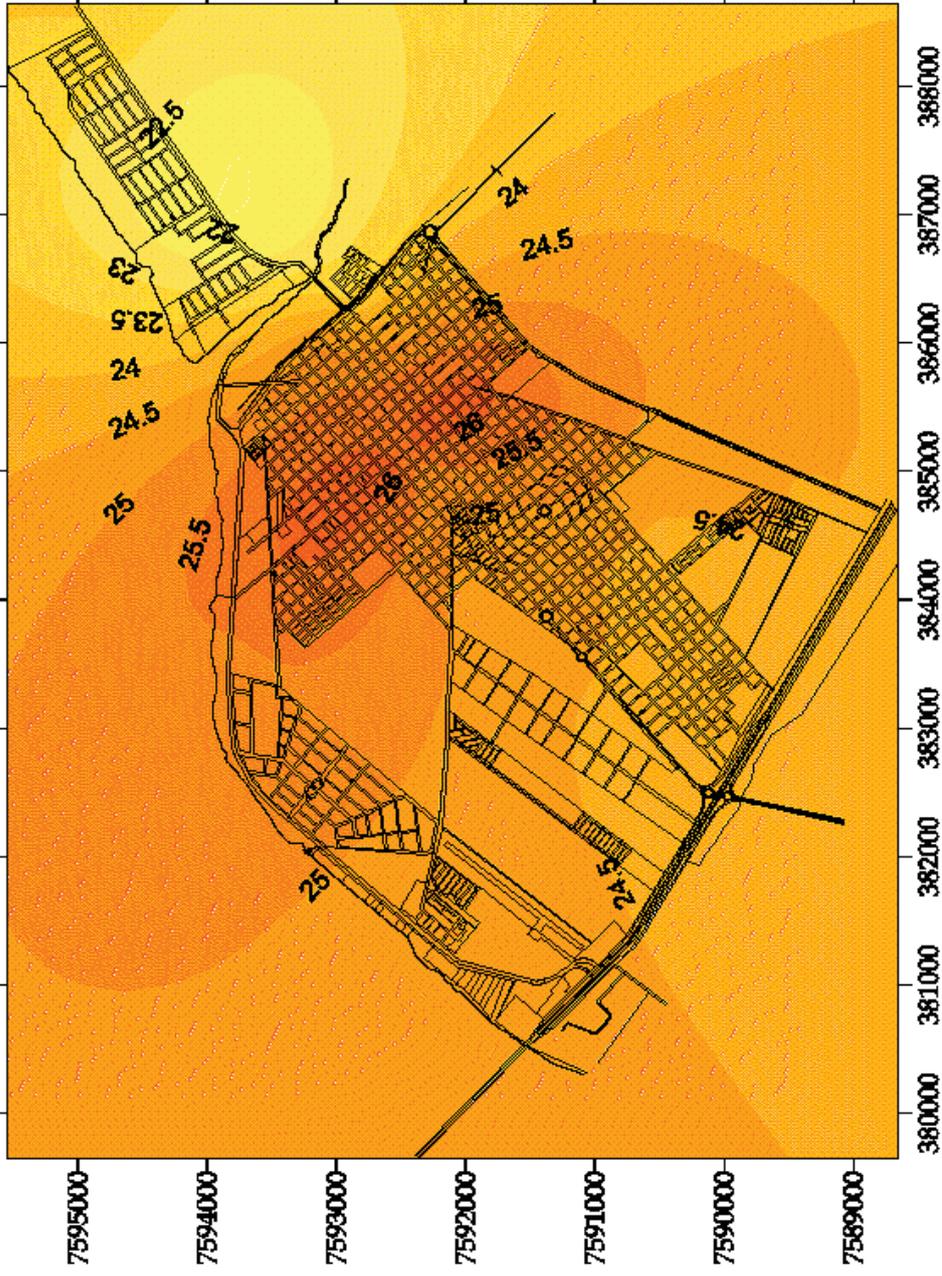
Essas áreas com temperaturas mais elevadas possuem usos residenciais e comerciais e também a característica de baixa cobertura vegetal arbórea. As menores temperaturas foram registradas em áreas que já possuíam grande influência do rural.

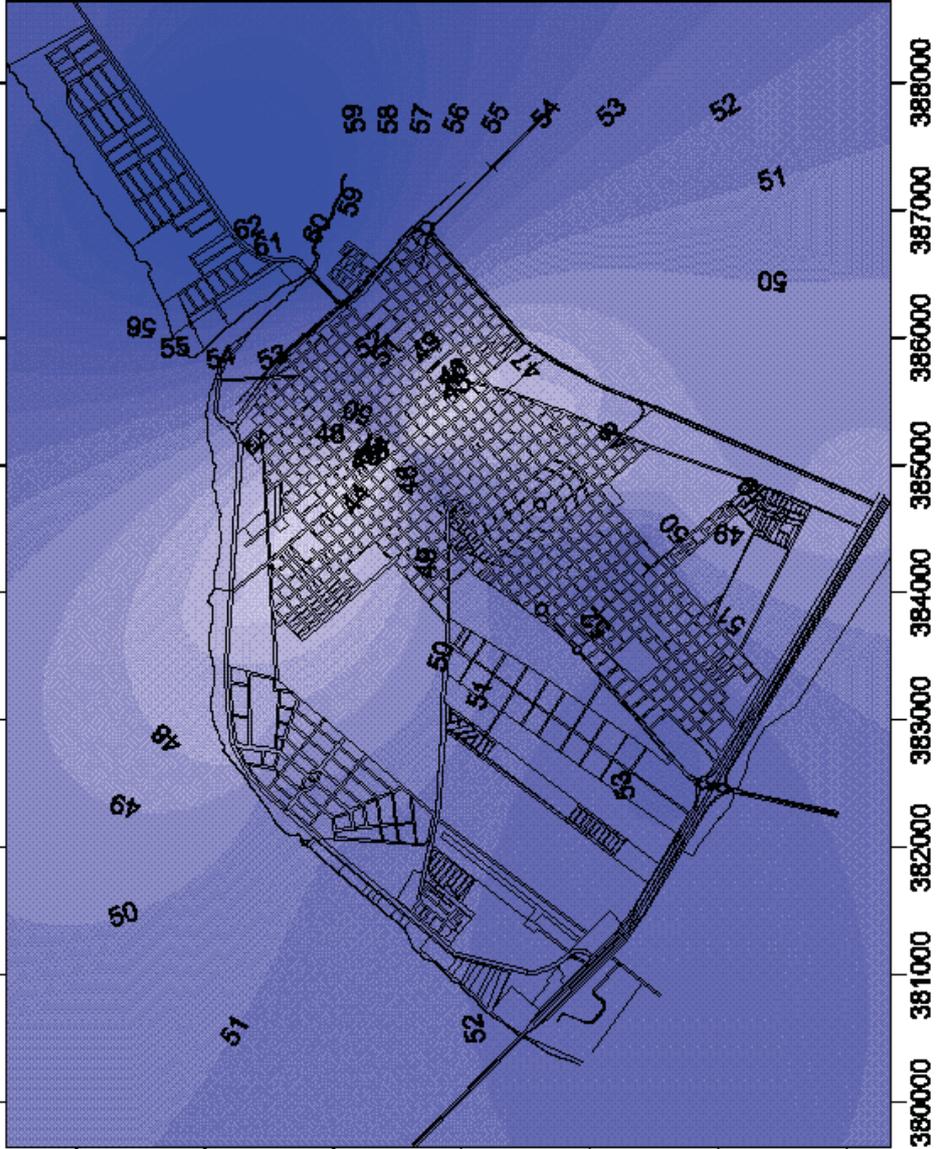
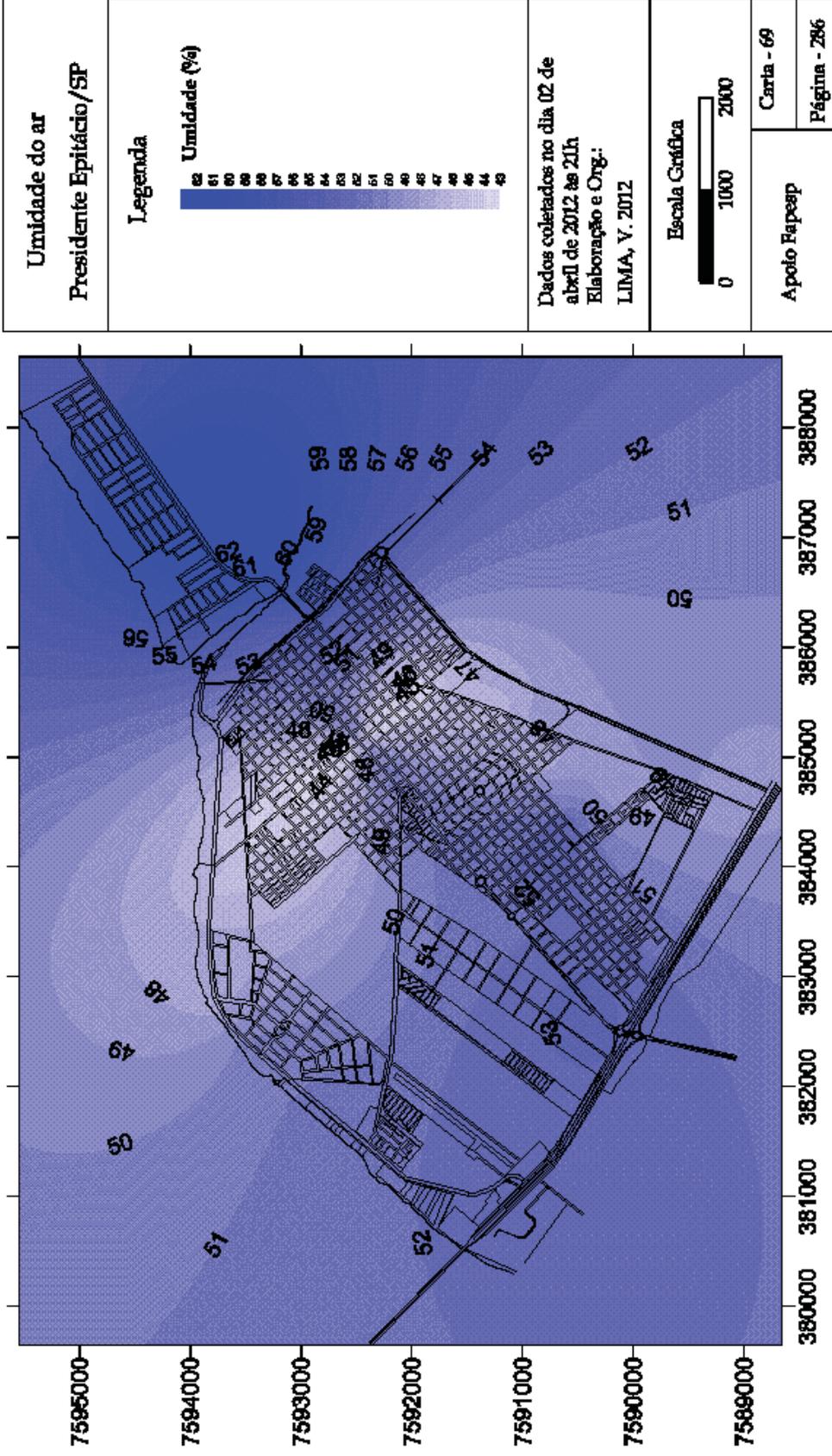
Entretanto, considerou-se que mesmo com a diferenciação que a paisagem de Presidente Epitácio possui, por sua proximidade da represa, o centro da cidade teve temperaturas mais elevadas, mesmo em áreas com proximidade com o lago. A vegetação foi outro fator importante, ou seja, quanto maior a concentração de vegetação e a proximidade com o rural, menor a temperatura.

Na Carta 69, verifica-se que a umidade relativa do ar se apresenta inversamente proporcional aos resultados da temperatura. Quanto menor a temperatura, maior a umidade relativa do ar.

Tanto os resultados da carta de temperatura quanto os da umidade relativa do ar foram bases para estabelecer os limites das classes de temperatura: alta, média e baixa.

Temperatura do ar Presidente Epitácio/SP	Legenda  T (°C) 26 25.5 25 24.5 24 23.5 23 22.5 22 21.5	Dados coletados no dia 02 de abril de 2012 às 21h Elaboração e Org:- LIMA, Y. 2012	Escala Gráfica  0 1000 2000	Carta - 68





5.6.1.2 Temperatura e umidade do ar de Nova Andradina/MS

A coleta de dados de temperatura e umidade do ar, na cidade de Nova Andradina, foi realizada no dia 26 de junho de 2012, após vários trabalhos de campo para adequar os equipamentos e escolha dos trajetos. Foram realizados dois testes em dias anteriores à coleta, porém os dados não foram significativos para o mapeamento, devido às condições do tempo.

Como podem ser observados na Figura 31, os trajetos escolhidos para a cidade, contemplaram todas as diferentes formas de ocupação e usos do solo, com o início e término dos trajetos nas proximidades da zona rural.

Na imagem colorida de baixa resolução do satélite GOES, para a data e horário da coleta dos dados de temperatura e umidade, figura 32, observa-se um sistema frontal estacionário entre o sul da Bolívia, sul de MS, PR, extremo sul de SP e Atlântico.

De acordo com o Boletim Técnico do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), para o dia 26 de julho de 2012, na análise da carta sinótica de temperatura, observa-se que esse sistema se prolonga a “sudeste como frio até um ciclone extratropical em oclusão, com núcleo de 967 hPa, fora do domínio da análise”. Com a estacionariedade do sistema, a chuva é estratiforme como comentado acima, mas também contínua. Ainda considerando as informações do boletim técnico, o anticiclone migratório pós-frontal na retaguarda do sistema sobre o Norte da Argentina, Sul do Paraguai, Uruguai, Estado do RS, Sudeste de SC e Atlântico, possuía núcleos pontuais de 1018, 1019 e 1020 hPa sobre o Sul do RS e oceano. Este sistema favoreceu a queda de temperatura no Sul do RS. Outra frente fria atuava sobre a Província de Río Negro (Argentina), estendendo-se sobre o Atlântico até outro ciclone em oclusão, com núcleo de 944 hPa, centrado em 57°S/50°W. (ANEXO B)

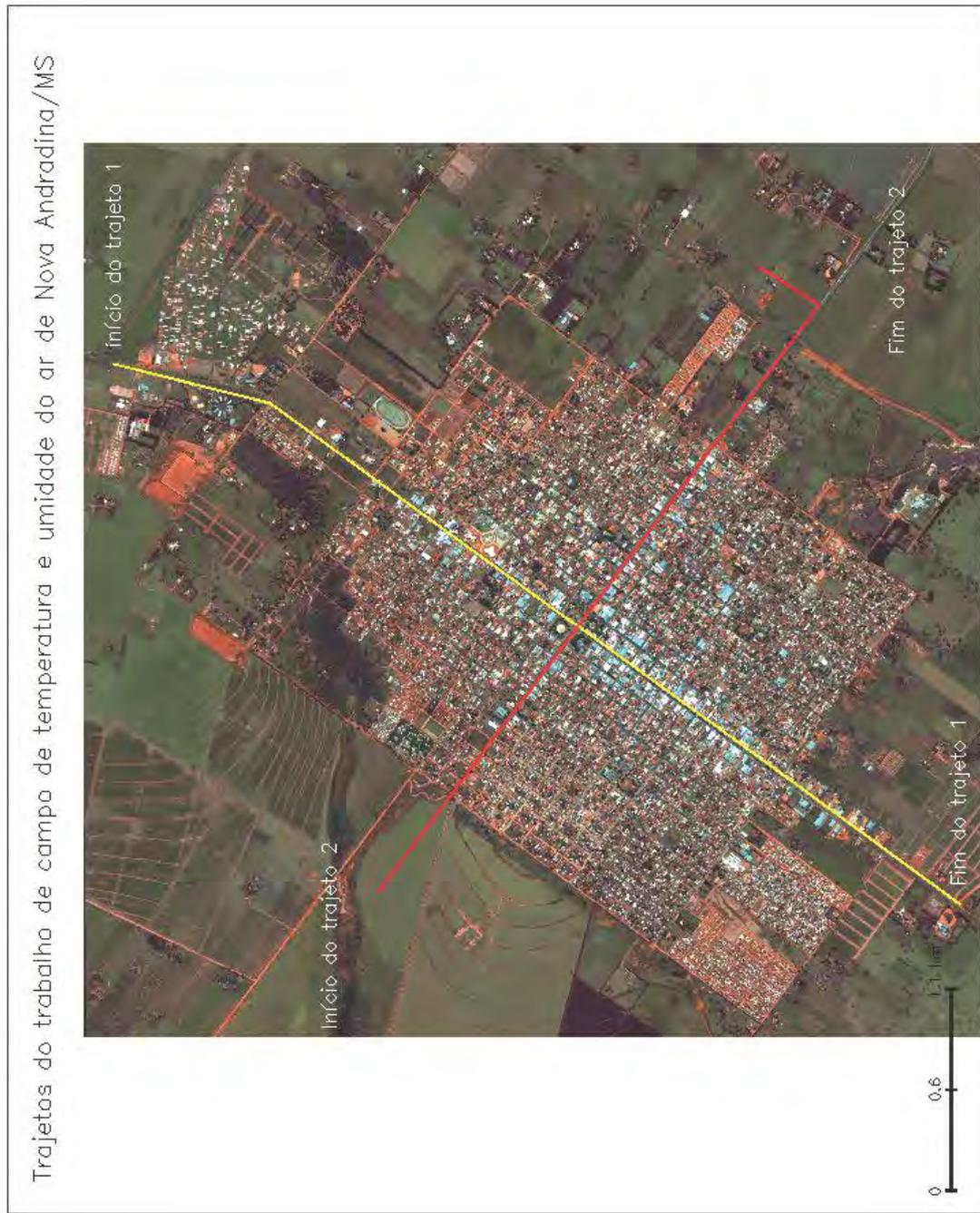


Figura 31 – Trajetos do trabalho de campo de coleta de temperatura e umidade do ar de Nova Andradina na imagem Alos. Elaboração e Org. LIMA, Valéria 2012.



Figura 32 - Imagem do satélite Goes de 02/04/2012. Fonte: CPTEC/INPE (http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_anteriores.jsp)

Os resultados da temperatura do ar na cidade de Nova Andradina/MS, Carta 70, indicam temperaturas mais elevadas, em torno de 25° C, no centro em direção à porção oeste da cidade com um bolsão de temperatura mais baixa na porção leste em direção à zona rural. O centro da cidade é onde se concentra maior número de edificações com coberturas metálicas e cimento com a característica de apresentar baixa densidade de vegetação arbórea.

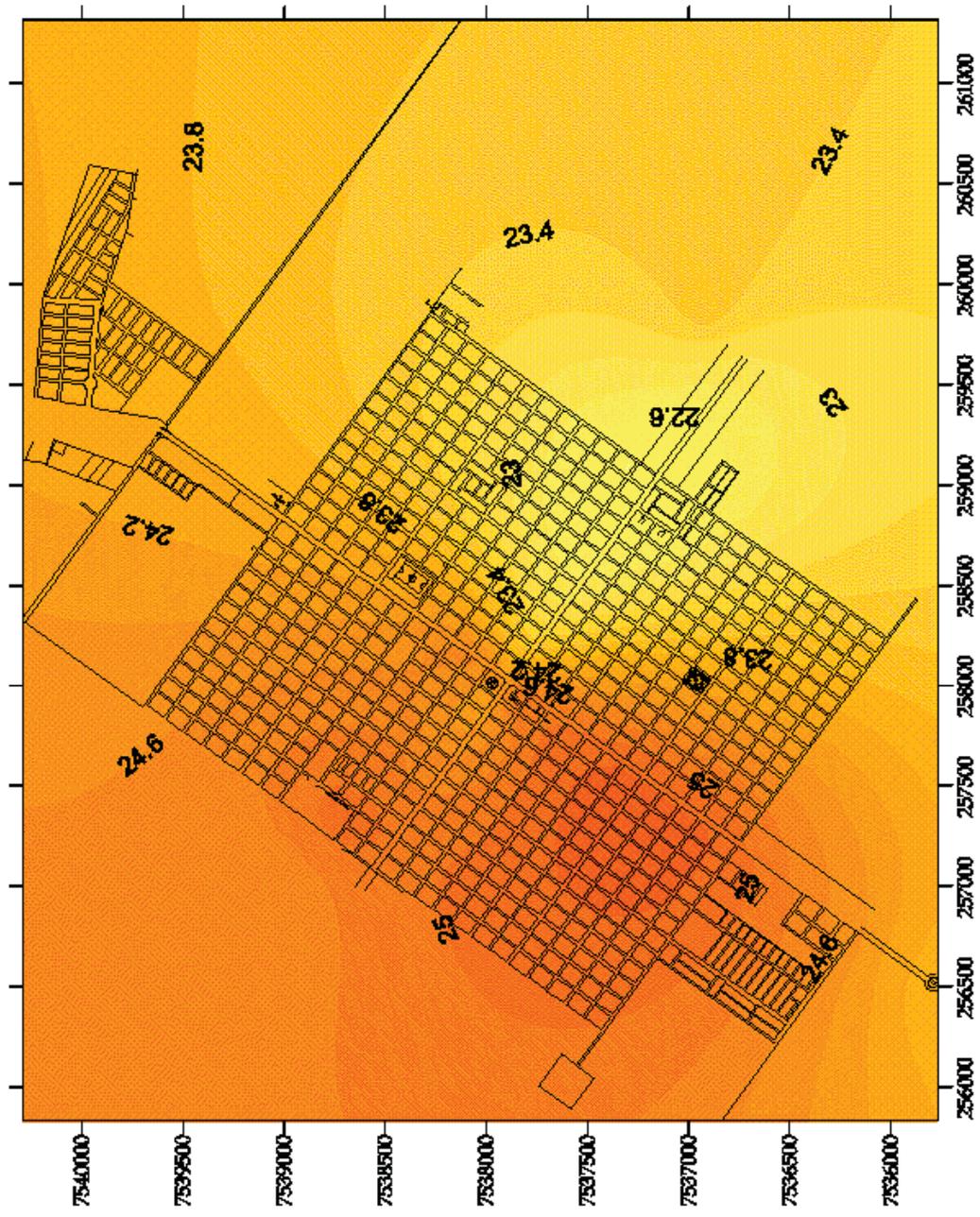
Observou-se, no percurso do trajeto 2, uma diminuição da concentração de edificações na porção sudeste depois de cruzar o centro da cidade até o final do trajeto que corresponde às proximidades rurais.

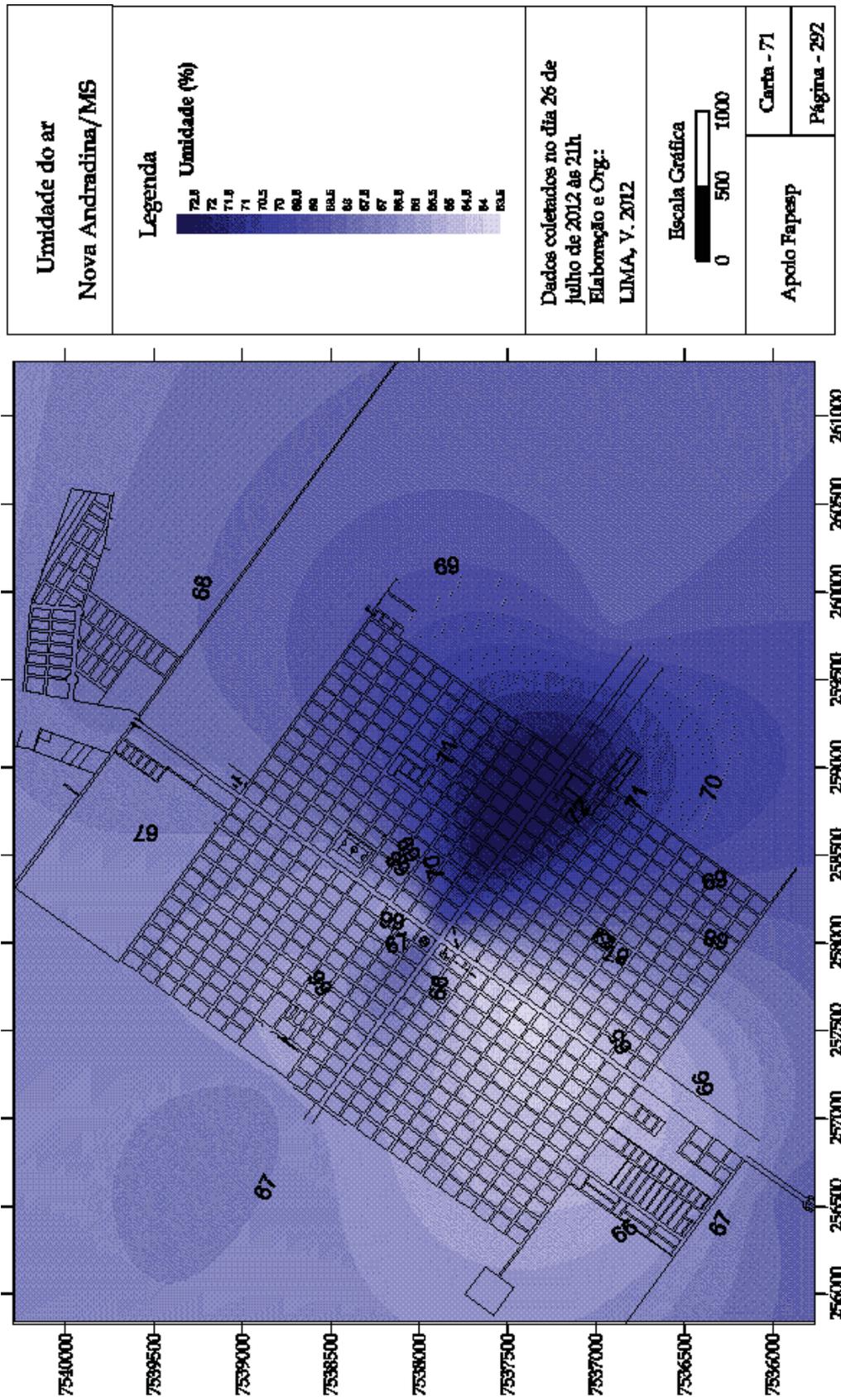
Na carta de umidade do ar, 71, essa informação se confirma, ou seja, é proporcionalmente inverso ao resultado da temperatura do ar.

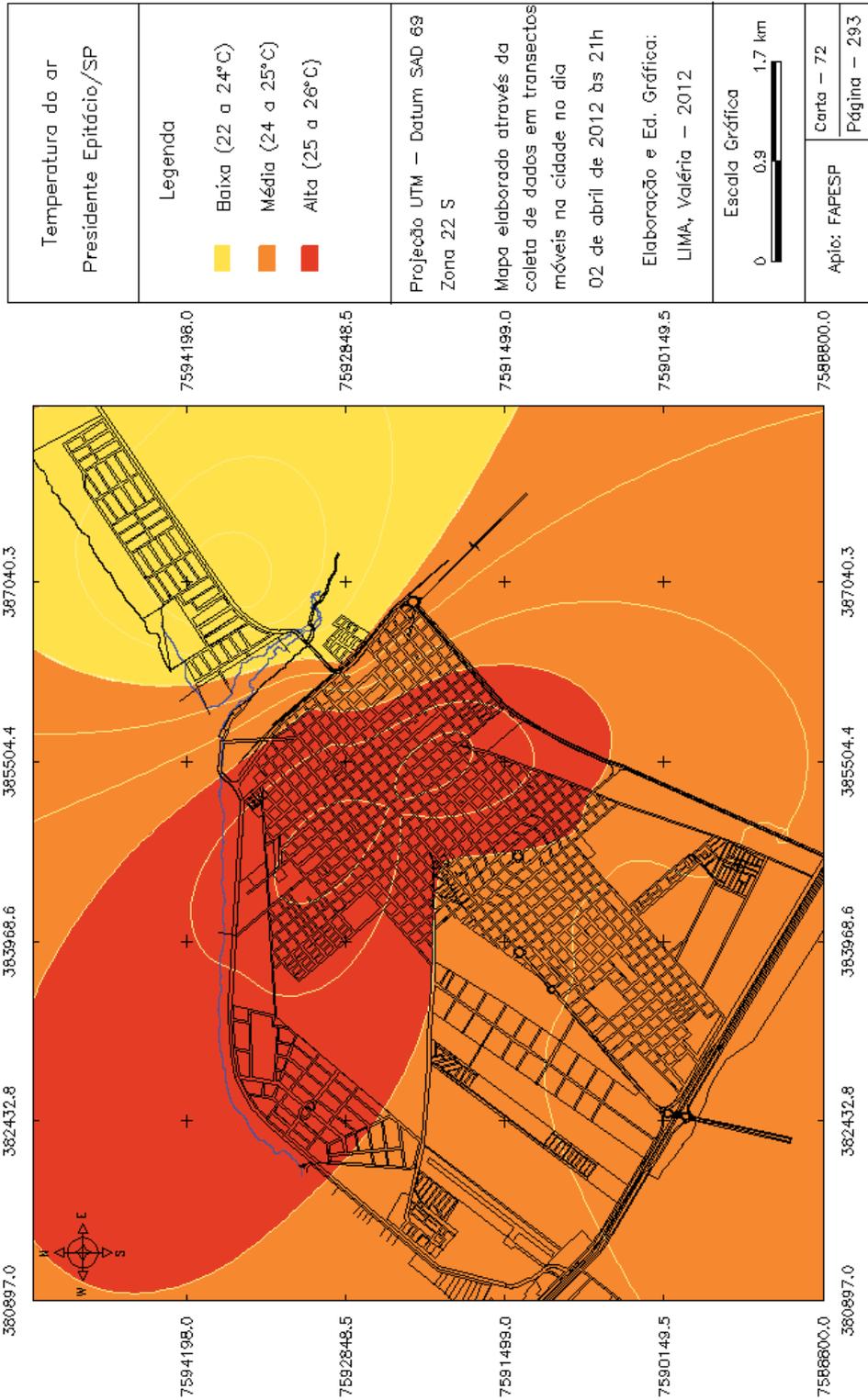
O resultado da espacialização dos dados de temperatura do ar, tanto de Presidente Epitácio quanto de Nova Andradina, foram exportados para o aplicativo Spring, para o mapeamento das classes de temperatura do ar. Foram

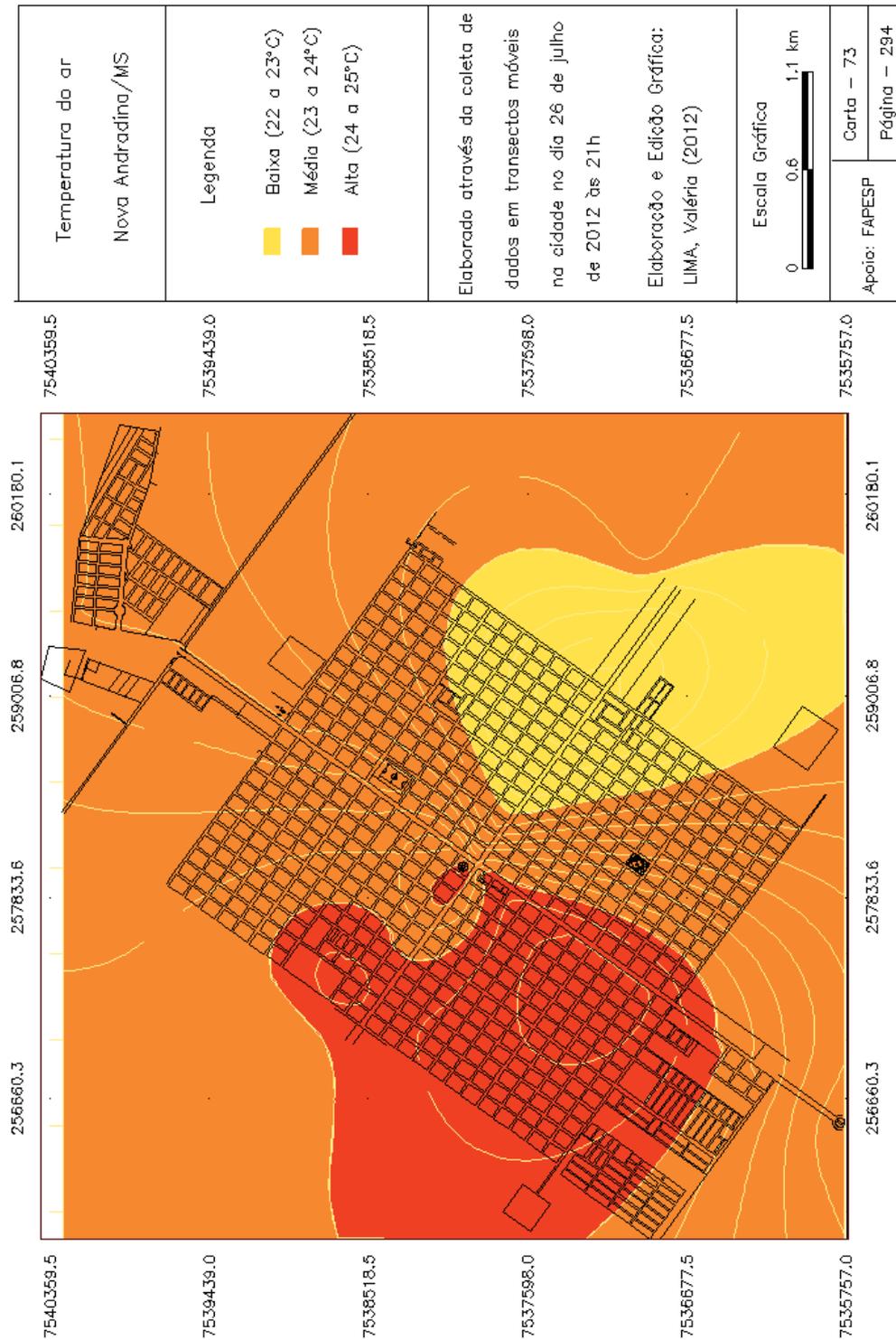
consideradas três classes: alta, média e baixa temperatura do ar, a partir dos resultados coletados e espacializados de cada cidade. (Cartas 72 e 73)

<p>Temperatura do ar Nova Andradina/MS</p>	
<p>Legenda</p> <p>T (°C)</p>	
<p>Dados coletados no dia 26 de julho de 2012 às 21h Elaboração e Org.: LIMA, V. 2012</p>	
<p>Escala Gráfica</p>	
<p>Aposio Fapesp</p>	
<p>Carta - 70</p>	
<p>Página - 291</p>	









5.6.2 Mapeamento da temperatura da superfície

As informações das cartas de temperatura da superfície das cidades de Presidente Epitácio/SP e Nova Andradina/MS relacionam-se com a distribuição espacial da cobertura vegetal arbórea e com os tipos do solo. Tanto a vegetação como o uso da terra, nas paisagens urbanas, interferem na formação do clima urbano, dependendo de suas características e densidade.

5.6.2.1 Temperatura da superfície de Presidente Epitácio/SP

Os resultados da temperatura da superfície da cidade de Presidente Epitácio/SP podem ser visualizados na Carta 74. Nesta, percebe-se que as temperaturas, em graus Celsius, variaram entre 18°C e aproximadamente 30°C, no momento da tomada da imagem.

Para facilitar a visualização das áreas que foram destacadas nas análises da carta de temperatura da superfície de Presidente Epitácio/SP, elaborou-se a Figura 33, contendo as fotos dos locais que estão sendo destacados. Porém, ressalta-se novamente que a imagem para a geração dessa carta é do ano de 2000 e as fotos de 2010, mas as análises foram realizadas considerando os resultados da temperatura da superfície, relacionando com alguns aspectos atuais da paisagem urbana.

A cidade acompanha as margens do lago da Usina Hidrelétrica Sérgio Mota do Rio Paraná, diferenciando-se em sua paisagem devido aos atrativos turísticos. Ao analisar a temperatura da superfície de Presidente Epitácio, verifica-se que a área com maior temperatura se encontra na porção formada pelo Parque da Orla (Fotos 01, 02 e 03 da Figura 33), obra realizada para incentivo turístico e também como compensatória devido à perda de áreas do município com a formação do lago da usina. Conforme informações concedidas pela Prefeitura Municipal, a obra foi concluída em 2003. Em 2000, ano da imagem utilizada para a elaboração da carta de temperatura da cidade, o Parque da Orla encontrava-se em

desenvolvimento, cujo local era formado por muitas áreas de solo exposto, justificando a “mancha vermelha” na borda da malha urbana, limite com o lago da Usina, apresentando então temperatura de 28 a 29°C.

Percebe-se na Carta 74, que algumas áreas na malha urbana da cidade apresentaram temperaturas que se aproximam de 27 a 28°C. Tais áreas encontravam-se sem pavimentação e com baixa densidade de cobertura vegetal, como foi constatado no trabalho de campo realizado na cidade, em abril de 2010, o que pode ser verificado nas fotos 04 e 05 da Figura 33.

Observou-se também que uma pequena área na carta de temperatura da superfície (Carta 74), localizada no centro da malha urbana, possui baixa temperatura, aproximadamente 20°C com relação ao seu entorno. Esta área é formada pela Praça da Igreja Matriz, que possui uma grande densidade de cobertura vegetal arbórea e arbustiva, como pode ser visualizado nas fotos 06 e 07 da Figura 33.

Em várias cidades pequenas, como em Presidente Epitácio, a praça central onde geralmente se encontra a Igreja Matriz foi uma das primeiras obras construídas na formação do núcleo urbano, o que pode ser confirmado pelas informações da prefeitura municipal local. Este fato reforça a informação de que no ano de 2000 – data da imagem para gerar a carta de temperatura da superfície, a densidade de vegetação dessa praça era a mesma, sendo a responsável pelas diferenças da temperatura da superfície naquele local.



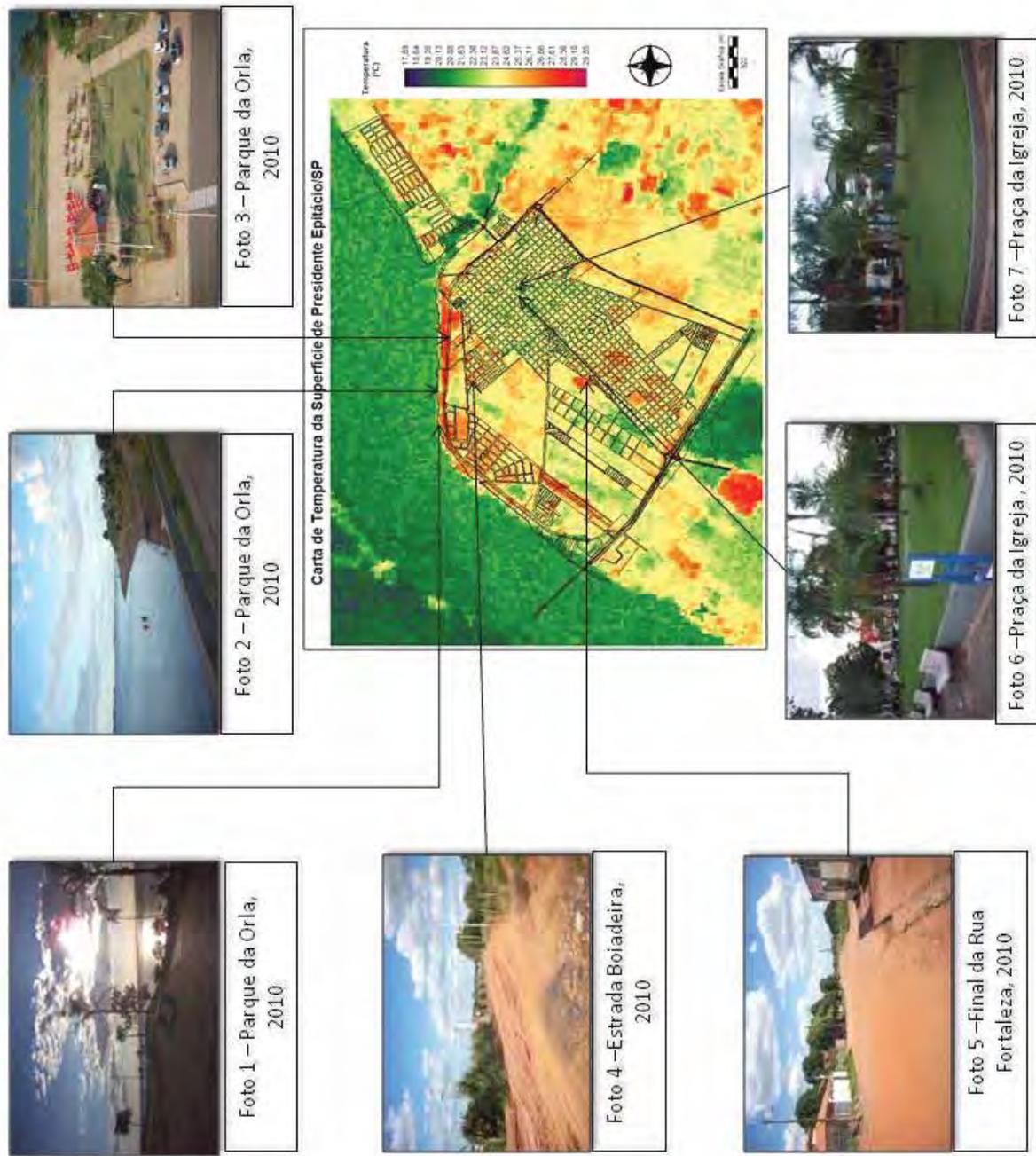


Figura 33 – Localização de algumas áreas destacadas na análise – Presidente Epitácio/SP. Elaboração e Organização: LIMA, V. 2010. Autoria das fotos: LIMA, Valéria, 2010.

5.6.2.2 Temperatura da superfície de Nova Andradina/MS

No que diz respeito à cidade de Nova Andradina foram processadas as imagens dos anos 1999, 2000 e 2001, mas, como os resultados não tiveram—diferenças significativas, de um ano para o outro, foi apresentado apenas o resultado da carta de temperatura de superfície gerada da imagem de 2001.

Como podem ser visualizadas na Carta 75, as temperaturas de superfície da cidade variam entre 15 e 28°C. É importante ressaltar que Nova Andradina passou por muitas mudanças e seu crescimento foi acentuado nos últimos 10 anos, motivo que pode ser levado em consideração com relação ao resultado da carta, que é o mesmo da imagem de 2001. Entretanto, é possível analisar alguns elementos da paisagem com base nestes resultados. Para facilitar a análise e a visualização a Figura 34 foi elaborada com fotos dos locais analisados.

Na foto 03 da mesma figura, observa-se uma “mancha verde” representada por temperaturas entre 15 e 17°C, onde se localiza uma reserva florestal da cidade, próxima ao cemitério municipal. Esta reserva está registrada na Prefeitura como área de interesse ambiental, e possui áreas que se intercalam com o traçado urbano dos bairros próximos.

Foi verificado em trabalho de campo, em maio de 2010, que esta reserva já não possui o tamanho original registrado devido à derrubada e queima ilegal da vegetação. Mas, através da carta da temperatura, percebe-se que a vegetação interfere de maneira significativa para a diminuição da temperatura da superfície.

Nova Andradina possui um sério problema de erosões nas proximidades da malha urbana, devido ao inadequado sistema de coleta de águas pluviais, que se acelera, devido à retirada da cobertura vegetal e às características do solo, como podem ser observadas nas fotos 01, 05, 06 e 07, da Figura 34. Essas áreas possuem grande extensão de perda de solo e são problemas antigos conforme informado pela Prefeitura Municipal que não conseguiu, até o momento, minimizá-los e conter as voçorocas. As

temperaturas da superfície dessas áreas então entre 25 e 27°C, muito mais alta do que outras áreas e principalmente da área da reserva florestal, apresentada pela foto 03 da Figura 34.

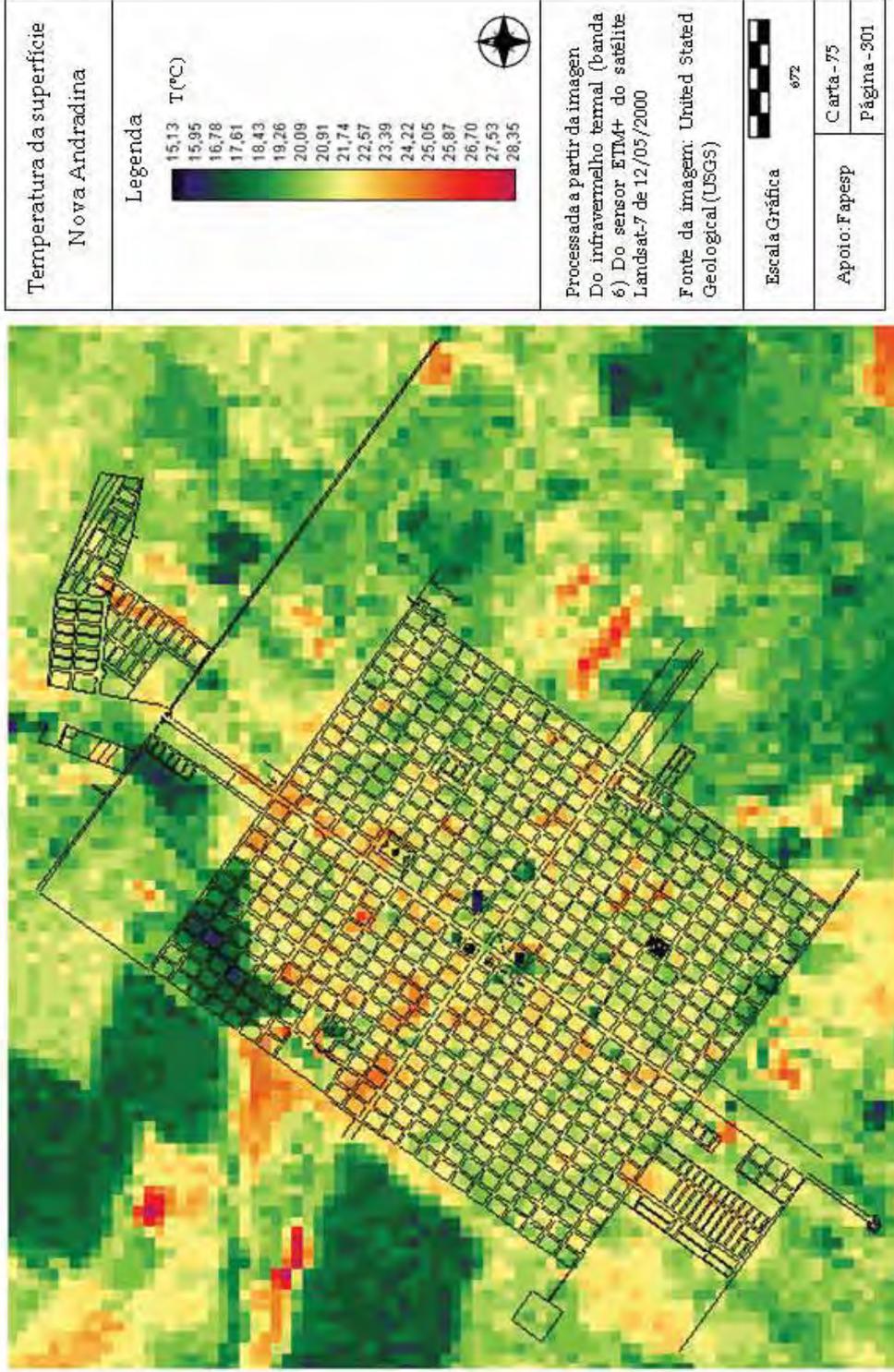


Figura 34 – Localização de algumas áreas destacadas na análise – Nova Andradina/MS. Elaboração e Organização: LIMA, V. 2010. Autoria das fotos: LIMA, Valéria, 2010.

5.6.2.3 Considerações sobre a temperatura da superfície

Articulando os resultados, tanto da cidade de Presidente Epitácio, quanto de Nova Andradina, com o grau de emissividade dos objetos, ficou demonstrado que áreas com ausência de vegetação e, principalmente com solo exposto, tendem a apresentar temperaturas mais elevadas do que áreas que possuem uma boa densidade de vegetação arbórea.

As alterações provocadas no ambiente urbano e a sua forma de organização, juntamente com os tipos de materiais construtivos, provocam mudanças no clima local e em toda a dinâmica dos seus elementos físicos. As consequências destas alterações têm provocado problemas recorrentes que interferem na qualidade ambiental das cidades.

Para analisá-la é importante utilizar indicadores ambientais que possam realmente “indicar” o seu estado, assim como dependem dos critérios utilizados para isso. Entre as várias classes de análises que a compõem, a do clima apresenta-se com grande importância, visto que os impactos provocados pelo “sistema urbano” interferem na sua dinâmica, formando ambientes com baixa qualidade ambiental, através da interferência no conforto térmico, na direção e intensidade dos ventos, na precipitação, na formação das ilhas de calor, entre outros.

As informações da temperatura da superfície adquiridas através de técnicas de sensoriamento remoto com o uso do canal termal do Landsat 7, mostraram-se relevantes para as análises da qualidade ambiental.

As temperaturas, muitas vezes, podem estar dentro de uma faixa “aceitável”, porém não devem ser descartadas das análises, como se verificou no caso da cidade de Nova Andradina.

Percebe-se claramente a influência e a importância da vegetação para o aumento, ou não, da temperatura da superfície. Lembrando que esses dados referem-se ao grau de emissividade dos objetos da superfície captados pelos sensores a bordo do satélite, em dia e horário determinados, possuindo interferências atmosféricas que são corrigidas pelas fórmulas aplicadas nesta técnica.

A grande dificuldade é a adaptação destas informações que são temporais e, também, a de acesso a imagens atuais com resolução aceitável, pois as mudanças no uso e ocupação do solo podem alterar os resultados.

Ao analisar os resultados, considerou-se que o uso das informações da cobertura vegetal arbórea, a forma de organização no espaço urbano e o uso da terra, enriquecem as análises de qualidade ambiental. Entretanto, optou-se por não inserir as informações de temperatura da superfície no processo de elaboração do mapa de qualidade ambiental devido à diferença da data dessas imagens, comparando com as outras variáveis.

5.7 Mapeamento da variável da classe de análise: vegetação

A variável da classe de análise 'vegetação' da paisagem urbana selecionada é a cobertura de vegetação arbórea.

A vegetação, como já foi discutida anteriormente, assume grande importância para a qualidade ambiental nas paisagens urbanas, tanto para o ambiente quanto para a população. Diante dessa importância, optou-se por selecioná-la como um dos indicadores a ser considerado nas análises de qualidade ambiental.

Para classificar a densidade de vegetação, consideraram-se os resultados do NDVI - Índice de vegetação de diferença normalizada, que foi estimada através das imagens do sensor AVNIR-2 - Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer - do satélite Alos (Advanced Land Observing Satellite), bandas 4 (infravermelho próximo) e banda 3 (faixa do visível). Ressalta-se que além dos resultados do NDVI, foi utilizada a análise visual das imagens para o mapeamento das classes de densidade.

Esse sensor opera na faixa do visível e do infra-vermelho próximo, sendo 3 bandas do visível (azul, verde e vermelho), e 1 banda do infravermelho próximo. Possui uma resolução espacial de 10 m, apropriada para realização de mapeamentos de uso da terra.

As imagens Alos foram adquiridas pelo programa de pós-graduação em geografia através do IBGE, com a finalidade de aplicação em pesquisas. Essas imagens recobrem toda a área chamada de Pontal do Paranapanema, incluindo uma faixa que se estende para o Mato Grosso do Sul e o Paraná, datadas de 21 de maio de 2010, já georreferenciadas.

Para mapear a densidade de vegetação foi necessário aumentar o contraste entre o solo e a vegetação, utilizando-se a razão entre bandas referentes ao vermelho e infravermelho próximo que está implementado no Spring, através dos parâmetros na seguinte operação aritmética:

A = banda infravermelho próximo

NDVI = Ganho * ((A-B)/(A + B)) +
Offset

B = banda vermelho

Utilizou-se os parâmetros: Ganho = 127;

Offset = 60 para Presidente

Epitácio/SP e

Offset = 80 para Nova Andradina/MS

O índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) aumenta o contraste espectral entre a vegetação e o solo; os efeitos de iluminação, declividade da superfície e geometria de "visada" são parcialmente compensados pelo índice.

Visando extrair as feições de interesse, ou seja, vegetação urbana, realizaram-se alguns testes de segmentação na imagem NDVI. Com a técnica de segmentação da imagem pelo método "crescimento de regiões", utilizaram-se os parâmetros de similaridade "10" e área (pixels) de "50". Posteriormente, foi elaborada a classificação supervisionada da imagem NDVI segmentada, com o classificador *Battacharya*. Este classificador necessita de amostras da imagem segmentada adquiridas através da ferramenta treinamento.

Por fim, aplicou-se o procedimento de "pós-classificação" com o objetivo de uniformizar os temas, ou seja, eliminar pontos isolados e, com o mapeamento, transformar uma imagem classificada (categoria Imagem) para um mapa temático (categoria Temático).

5.7.1 Densidade de vegetação de Presidente Epitácio/SP

Para verificar visualmente as áreas de vegetação e fazer algumas pré-análises através do comportamento espectral dos alvos, fez-se a composição colorida do visível utilizando as bandas 1, 2 e 3 (Figura 35) e falsa cor, bandas 2, 3 e 4 (Figura 36).

Como observada na Figura 35, a cidade de Presidente Epitácio fica às margens do lago da Usina Hidrelétrica Sérgio Motta, no Rio Paraná, elemento que diferencia sua paisagem.

Na imagem 'falsa cor' da Figura 36, observam-se as áreas com alta densidade de vegetação, em vermelho escuro. As áreas com cores azuladas indicam a ausência de vegetação, que se encontram principalmente na porção central da cidade.

Através da operação aritmética específica para o NDVI no Spring, gerou-se a imagem que realça as áreas com densa vegetação em pixels, com tons de cinza mais claro, e as áreas com ausência de vegetação apresentaram-se em tons de cinza escuro, como pode ser observado na Figura 37.

Através da imagem NDVI gerou-se a classificação segmentada para originar o mapa temático com 5 classes, sendo: "Alta densidade de vegetação" (referente à área que apresentou tons mais claros de cinza), "Média densidade de vegetação" (áreas com tons intermediários de cinza), "Baixa densidade de vegetação" (áreas com tons de cinza escuro), "Ausência de vegetação" (áreas em que os pixels apresentavam valores próximos da cor preta) e "Água" para representar o Lago da UH Sérgio Motta (Carta 76).

Além das informações da imagem NDVI, utilizou-se a análise visual para classificar a densidade de vegetação.

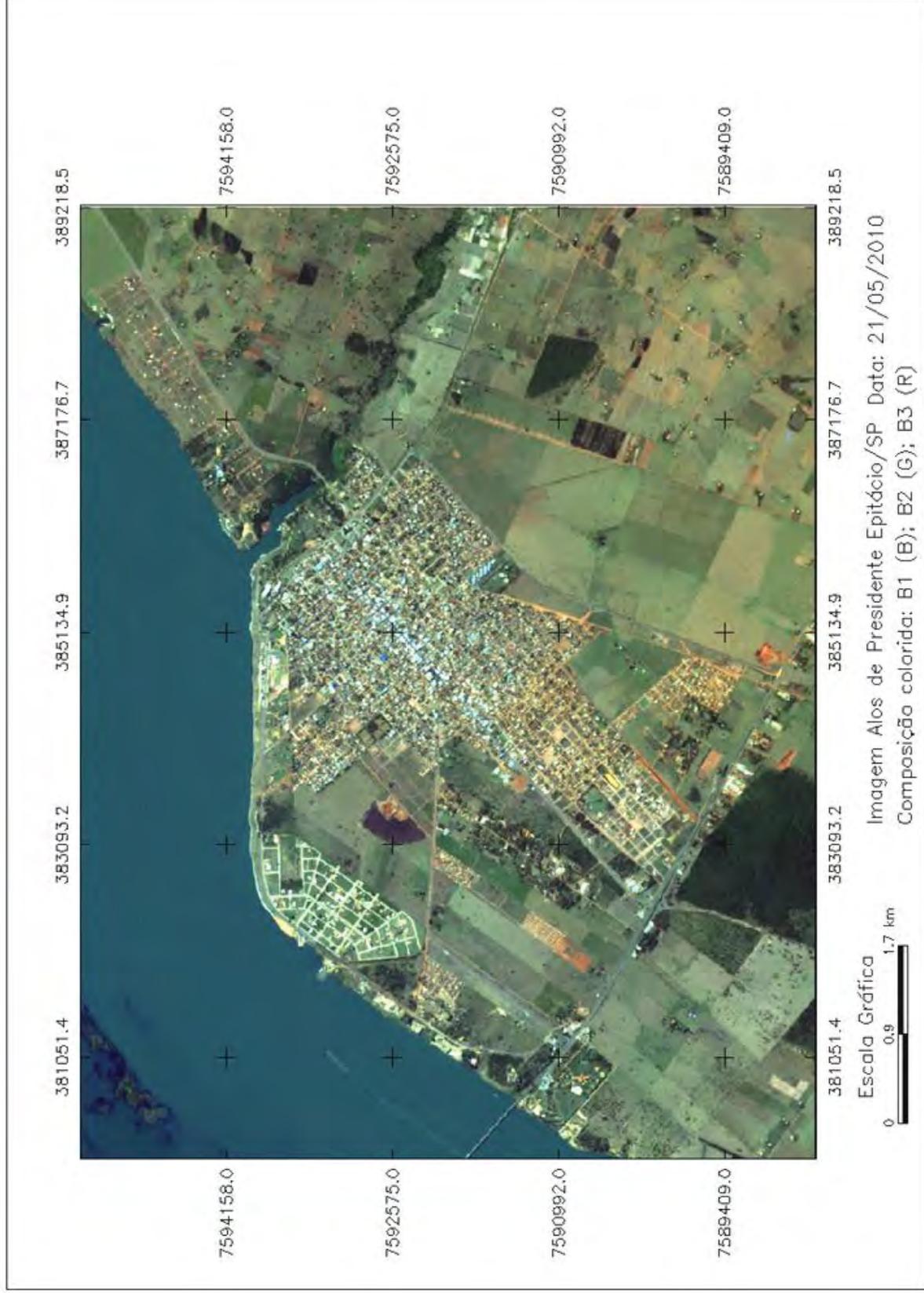


Figura 35 – Composição colorida do visível das imagens Alos de Presidente Epitácio/SP. Elaboração e edição: Lima, V. (2011)

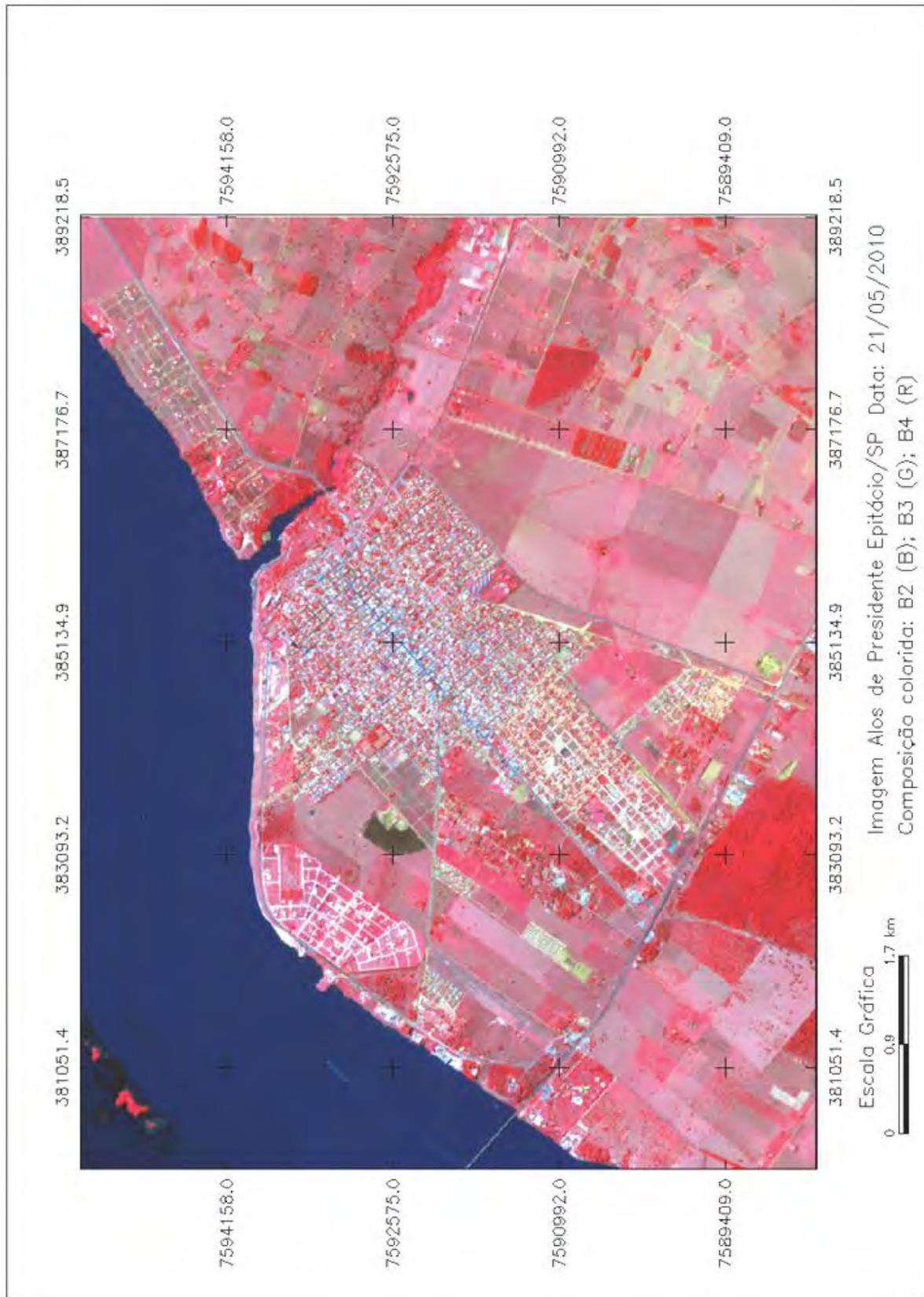


Figura 36 – Composição colorida falsa cor das imagens Alos de Presidente Epitácio/SP. Elaboração e edição: Lima, V. (2011)

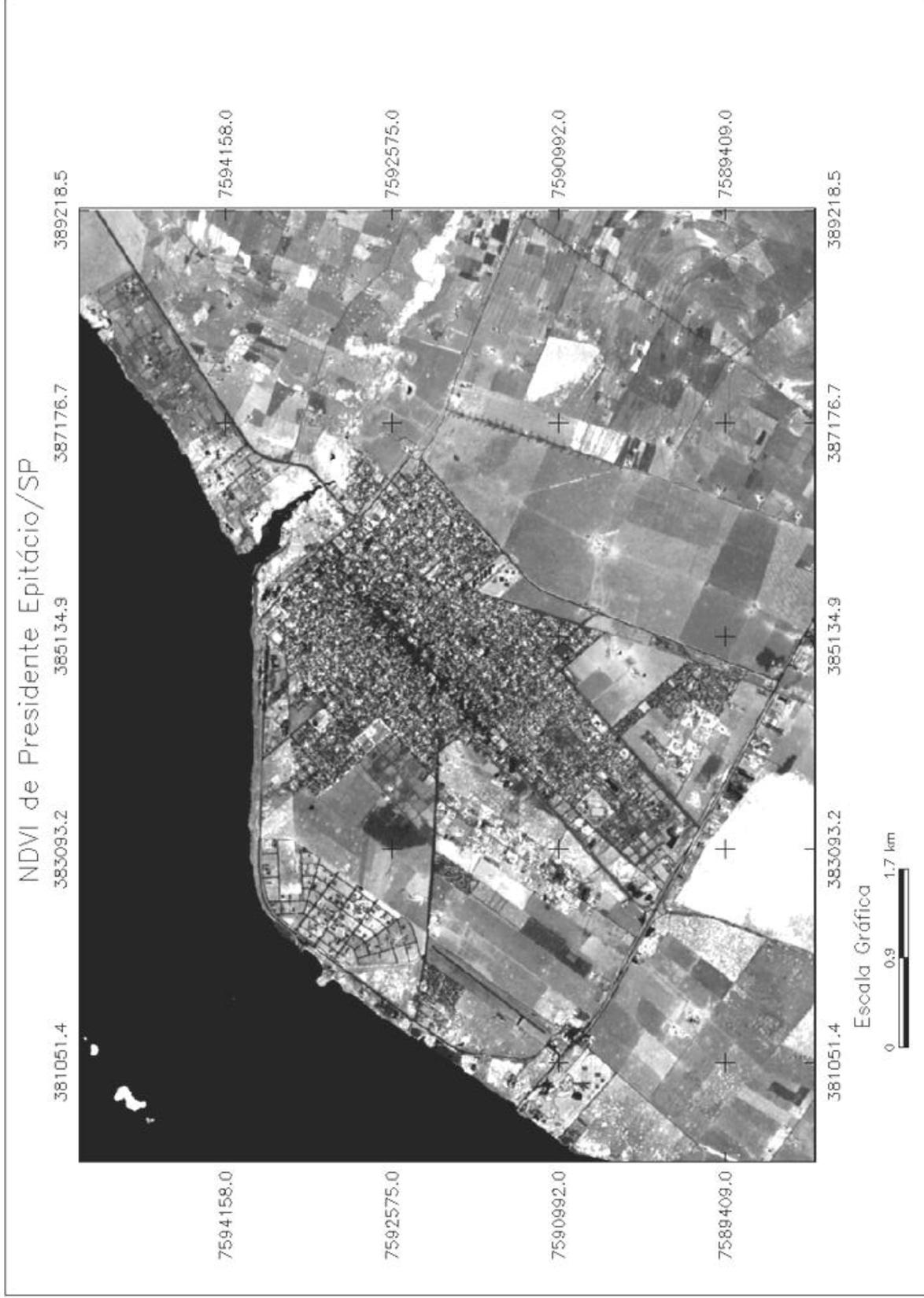
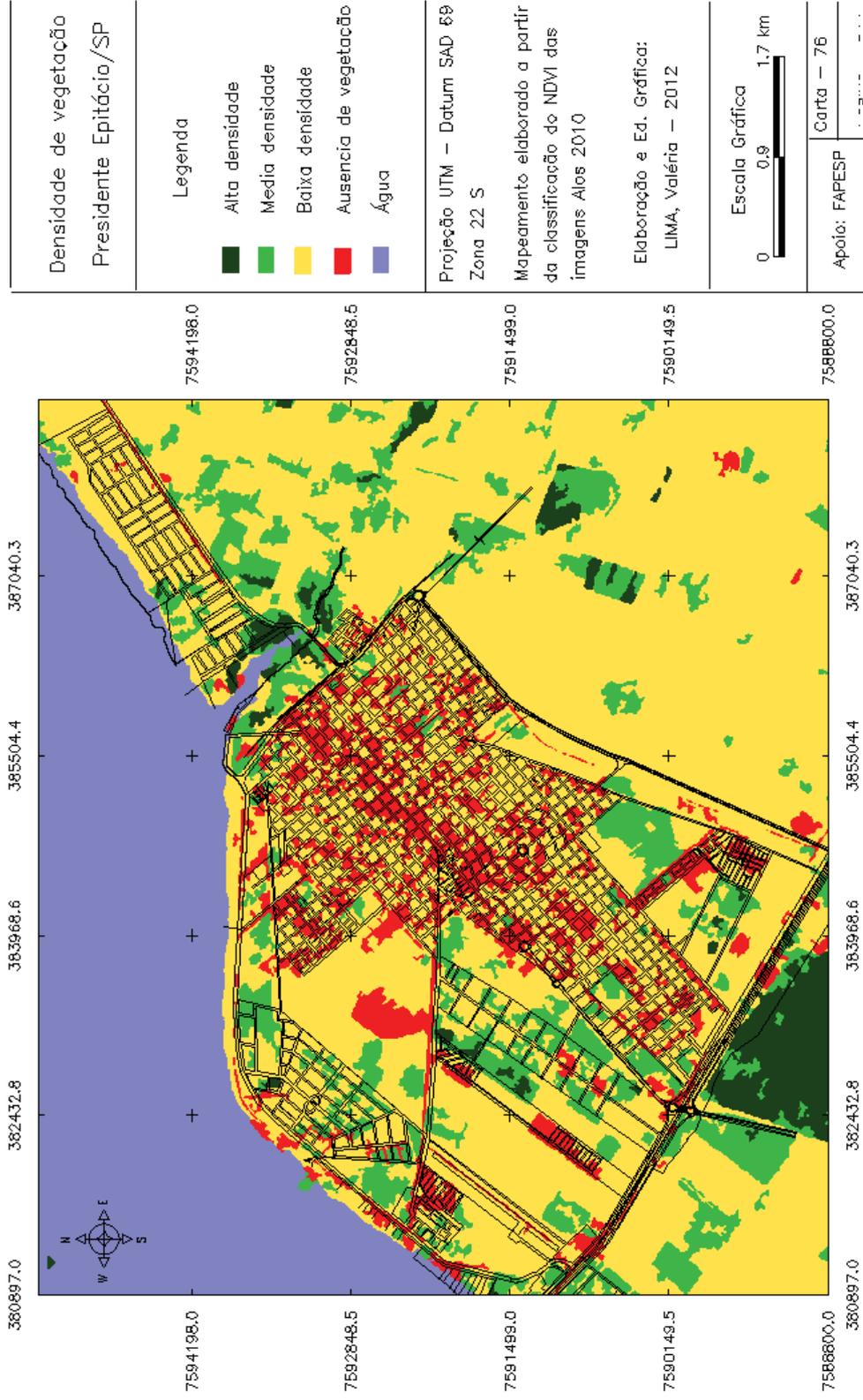


Figura 37 - NDVI de Presidente Epitácio/SP. Elaboração e edição: Lima, V. (2011)



Como se observa na Carta 76, a cidade de Presidente Epitácio não possui alta densidade de vegetação; o que predomina são as áreas de baixa densidade e a ausência de vegetação, principalmente na região central da cidade. Ao longo da faixa que acompanha o Lago da UH Sérgio Motta no Rio Paraná, há uma extensa área verde com praças e pistas de caminhadas. Esta obra foi realizada como compensatória após a formação do lago. Entretanto, a cobertura vegetal, principalmente a arbórea, não possui uma densidade alta.

Outro elemento importante, no que se refere à vegetação, é a ausência de espaços públicos destinados às áreas verdes na cidade. Como se observou em trabalho de campo na cidade, essa faixa de área verde que se estende ao longo do Lago da UH Sérgio Motta substituiria, de certa forma, as áreas que deveriam estar presentes nos bairros da cidade. Mas, cabe ressaltar que a ausência de áreas verdes nos bairros influencia na qualidade ambiental e, muitas vezes, a vegetação fica restrita às vias de circulação (calçadas, rotatórias) e nos espaços privados (residências, clubes).

5.7.2 Densidade de vegetação de Nova Andradina/MS

Para o mapeamento da densidade de vegetação de Nova Andradina, através do NDVI, houve alguns problemas nos arquivos das imagens Alos. Na pasta que continha os arquivos das imagens que recobriam a área urbana de Nova Andradina faltou a banda 1, referente à faixa do azul no visível. Nas demais bandas - 2, 3, e 4 - já tinha sido aplicado algum tipo de contraste.

Contudo, a ausência da banda 1 não influenciaria nas análises, já que seria utilizada apenas para compor uma imagem colorida do visível, como foi feito com Presidente Epitácio. Porém, a aplicação da operação aritmética para o NDVI, no

Spring, pode ter sido prejudicada, uma vez que para este cálculo é necessária a utilização das imagens sem nenhum tipo de processamento.

Entretanto, como já foi realizado trabalho de campo na cidade e diagnosticadas as áreas com alta, baixa ou sem densidade de vegetação, optou-se por realizar o procedimento.

Na figura 38 a imagem de falsa cor – bandas 2, 3 e 4 – evidencia as áreas com alta densidade de vegetação, em vermelho escuro. Através da operação aritmética para o NDVI, no Spring, obteve-se o resultado que pode ser observado na Figura 39.

Através da imagem NDVI, gerou-se a classificação segmentada, resultando em um mapa temático com 4 classes, sendo: “Alta densidade de vegetação” (área que apresentou tons mais claros de cinza), “Média densidade de vegetação” (áreas com tons intermediários de cinza), “Baixa densidade de vegetação” (áreas com tons de cinza escuro), “Ausência de vegetação” (áreas em que os pixels apresentavam valores perto da cor preta). (Carta 77)

Em grande parte de sua paisagem, observa-se que a cidade de Nova Andradina possui baixa densidade de vegetação e, na parte central, áreas com ausência de vegetação. A porção noroeste da cidade, onde se encontra uma área com alta densidade de vegetação, localiza-se a reserva florestal, cadastrada na Prefeitura de Nova Andradina como área de preservação, como se observa na Carta 77.



Figura 38 – Composição colorida falsa cor das imagens Alos de Nova Andradina/MS. Elaboração e edição: Lima, V. (2011)

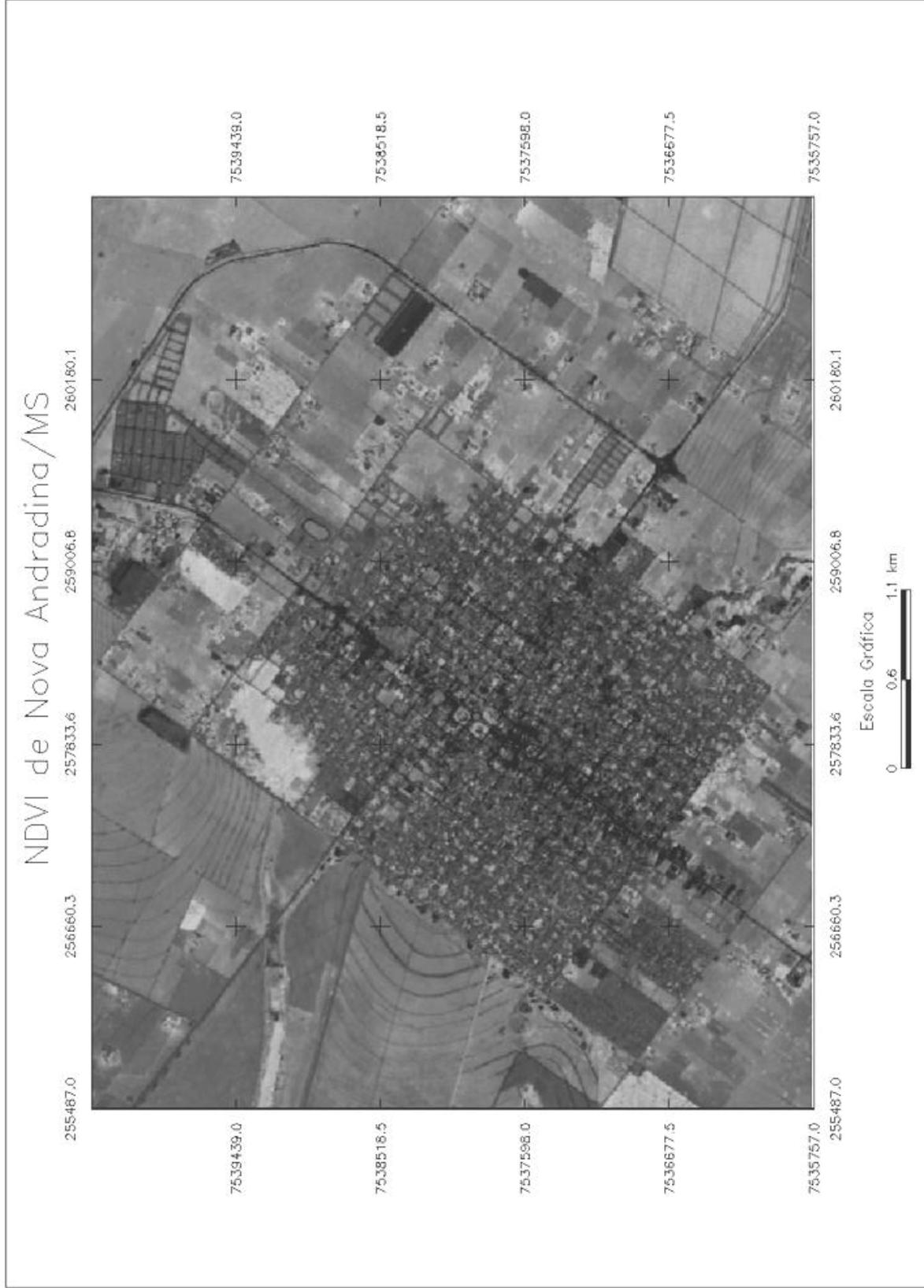
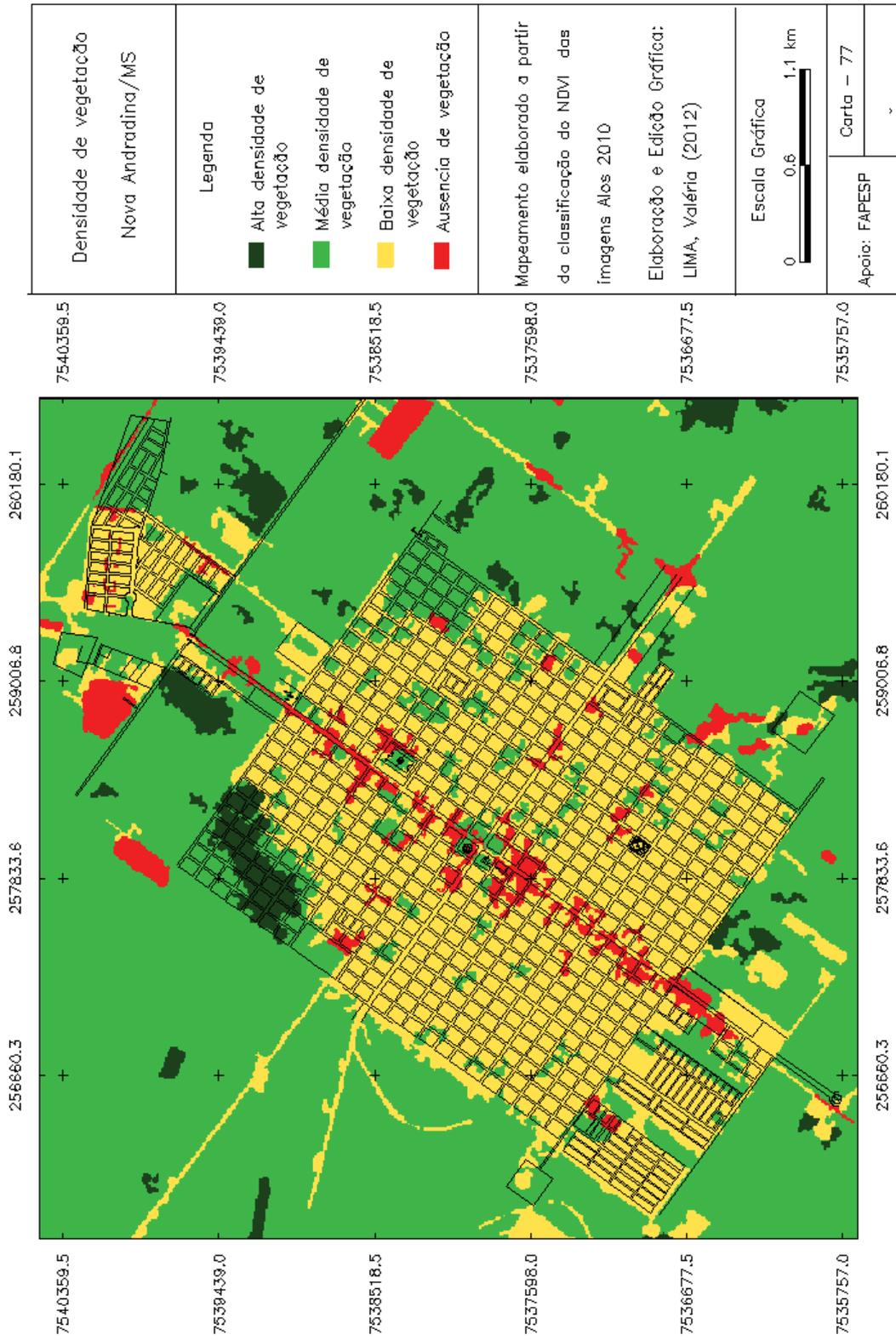


Figura 39 – NDVI das imagens Alos de Nova Andradina/MS. Elaboração e edição: Lima, V. (2011)



Considerando os problemas encontrados na exibição das imagens Alos, para auxiliar nas análises, elaborou-se o NDVI das imagens do sensor CCD do CBERS-2B, de 01 de abril de 2009, que possui resolução espacial de 20 metros, sendo as bandas 3 e 4, referente ao vermelho (faixa espectral de 0,63-0,69 μm) e infravermelho próximo (faixa espectral de 0,77-0,89 μm) respectivamente. As imagens deste satélite que recobrem a área de Nova Andradina estão na órbita 161 e ponto 125.

As imagens foram convertidas no Impima 5.1.6 para serem registradas no Spring, com base na malha urbana georreferenciada através de pontos de controle adquiridos por GPS em trabalho de campo realizado na cidade, em maio de 2010.

Após o registro, as imagens foram importadas para o Spring, sendo-lhes aplicadas algumas técnicas de correção. A utilização de técnicas de correção de imagens orbitais constitui uma das mais importantes etapas do processamento digital, pois diversos fatores podem influenciar nas informações e resolução espacial.

A primeira técnica foi a correção radiométrica, por meio da “restauração da imagem” no Spring, que tem a finalidade de corrigir as distorções introduzidas pelos sensores, ou seja, diminuir o efeito de “borramento”. Este processamento é realizado sobre a imagem original sem qualquer outro tipo de intervenção.

A correção da imagem é baseada nas características do sensor, por isso, no aplicativo Spring, para este processamento foi selecionada a opção: sensor CBERS2-CCDX e associada à banda correspondente. As imagens originais com 20 metros foram restauradas com 10 metros (pixel).

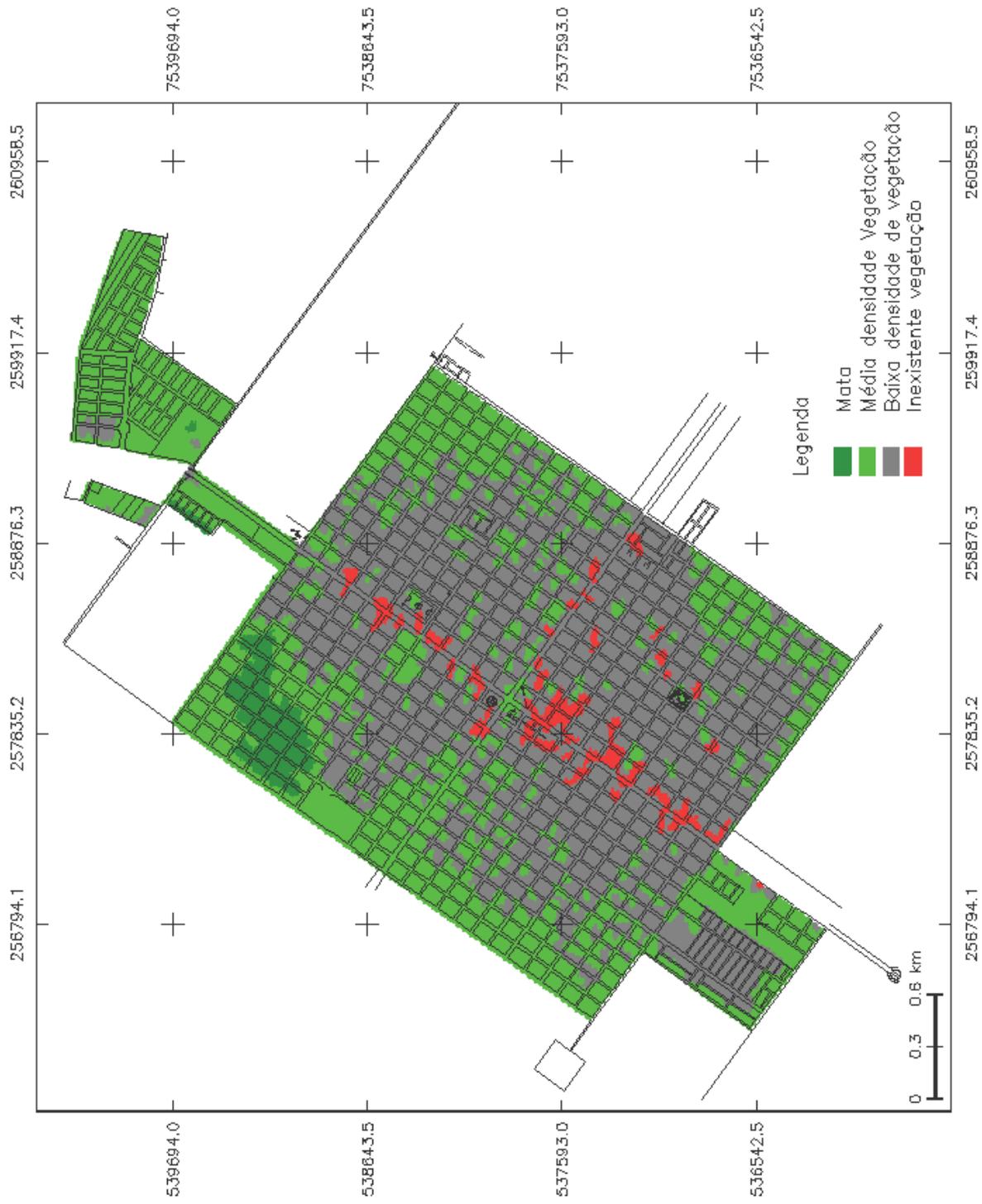
Foi aplicada a operação aritmética do NDVI, no Spring, e após essa etapa, a técnica de realce que visa melhorar a qualidade visual das imagens, através da transformação da escala de cinza - contraste. (Figura 40)



Figura 40 – NDVI da imagem CBERS da cidade de Nova Andradina/MS. Elaboração: LIMA, V., 2010

Com a técnica de segmentação na imagem pelo método “crescimento de regiões”, utilizou-se os parâmetros de similaridade “10” e área (pixels) de “20”, seguida da classificação supervisionada da imagem NDVI segmentada, com o classificador *Battacharya*. Por fim, aplicou-se o procedimento de “pós-classificação” e o mapeamento. (Carta 78)

Classificação da vegetação de Nova Andradina/MS através do Índice de vegetação – NDVI



Carta 78 – Classificação da densidade da Vegetação de Nova Andradina/MS através do NDVI com base nas imagens CBERS. Elaboração e edição: Lima, V. (2010)

Esta carta temática, nº 78, possui 4 classes, sendo: “mata” (referente à área que apresentou tons mais claros de cinza), “média densidade de vegetação” (áreas com tons intermediários de cinza), “baixa densidade de vegetação” (áreas com tons de cinza escuro) e “inexistente vegetação” (áreas em que os pixels apresentavam valores perto da cor preta).

Comparando o resultado da classificação da densidade de vegetação das imagens NDVI Alos e CBERS, percebeu-se que as áreas com maior diferença referem-se às de baixa e média densidade de vegetação, da classificação das imagens Alos para a CBERS. Contudo, como as resoluções das imagens (Alos: 10 metros e CBERS: 20 metros) são distintas, o que interfere nos detalhes e análises dos valores dos pixels, pode-se dizer que não há uma grande diferença nos principais elementos: alta densidade e ausência de vegetação.

A área de mata coincidiu com a reserva florestal da cidade; as de média densidade de vegetação foram as áreas com menor densidade de construção e com uma cobertura vegetal representativa; as de baixa apresentaram pouca cobertura vegetal e maior densidade de construção. Por fim, as áreas sem vegetação localizavam-se na parte central da cidade.

Diante desses resultados, consideraram-se para os procedimentos de elaboração do mapa de qualidade ambiental as informações do mapeamento da densidade de vegetação, resultado da classificação do NDVI das imagens Alos, de 2010.

Com base nesses mapeamentos foi aplicado o critério de relação de intensidade entre os indicadores, no Spring. Portanto, o sexto capítulo aborda os procedimentos do processo analítico hierárquico com o uso da técnica AHP para o mapeamento da qualidade ambiental urbana de Presidente Epitácio e Nova Andradina.



CAPÍTULO VI

Mapeamento da qualidade ambiental

6. Mapeamento da qualidade ambiental

O mapeamento da qualidade ambiental depende da espacialização de todos os indicadores, assim como o estabelecimento de critérios para quantificá-los. Este procedimento foi realizado através da técnica de suporte à decisão - AHP, no software Spring. Nele, fez-se a comparação pareada entre os indicadores e o estabelecimento da relação de importância entre si. Com isso, foi gerada uma rotina de programação com os pesos de cada um, para ser implementada no LEGAL - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico - no software Spring.

A técnica empregada calculou os pesos levando em consideração os critérios estabelecidos na pesquisa e no valor da razão de consistência. Após esta etapa, no Legal, estipularam-se manualmente os pesos entre as classes de cada indicador e, depois, foi gerada uma grade numérica da qualidade ambiental para cada cidade.

Por fim, esta grade numérica foi fatiada e representada em cores para facilitar a leitura do resultado do mapeamento da qualidade ambiental de Presidente Epitácio e de Nova Andradina.

Todos os procedimentos estão detalhados neste capítulo, juntamente com os mapas de qualidade ambiental das duas cidades.

6.1 Relação de importância entre os indicadores - AHP

Após a representação de todas as variáveis e o mapeamento dos indicadores, foi realizada a conversão destes de vetor para matriz, que é a estrutura aceita pela técnica de suporte à decisão - AHP - no Spring.

Esta técnica foi utilizada para estabelecer os pesos para cada indicador através da comparação pareada destes, ou seja, considerando a relação de

importância, gerando assim uma rotina de programação que foi manipulada no LEGAL, no software Spring.

Os critérios e pesos que foram estabelecidos nos indicadores ambientais estão baseados na técnica AHP, já abordada no capítulo 4. Esta é uma importante ferramenta para estabelecer pesos em indicadores ambientais devido à capacidade de incorporar e considerar decisões e critérios do pesquisador para a relação de importância entre os elementos da pesquisa.

A especialidade da AHP é justamente a flexibilidade para ser integrada com diferentes técnicas, que permitem extrair benefícios de muitos métodos combinados e assim alcançar os objetivos (VAIDYA e KUMAR, 2004 apud CARDOZO e HERRMANN, 2011, p. 4.136).

O cálculo dos pesos requer uma interação do pesquisador para estabelecer uma relação de intensidade de importância, de acordo com o conhecimento e múltiplos critérios que podem ser utilizados. Esta foi realizada através da comparação pareada entre os critérios, neste caso, os pares de indicadores, conforme a figura 48 que mostra a tela da técnica AHP, no Spring.

A atribuição de pesos foi realizada com base na escala de ponderação proposta por Saaty (1990), conforme descrito no capítulo 4, que varia de 1 a 9, sendo que o valor 1 tem importância idêntica e o valor 9 significa importância extrema.

Esses critérios foram aplicados tanto para a cidade de Presidente Epitácio quanto para Nova Andradina. Considerou-se que os indicadores de densidade de vegetação e, principalmente, saneamento ambiental possuíram uma intensidade de importância superior aos demais indicadores, de acordo com a sua relevância para a qualidade ambiental urbana.

Além desses critérios, outro fator que foi considerado refere-se ao valor da razão de consistência, que foi de 0.009 referente à razão de consistência da matriz de comparação pareada. Esse valor indicou a consistência dos critérios utilizados, já que, de acordo com Saaty (1990), se admite um valor de até 10%, ou seja, de até 0.1. Sendo assim, os valores atribuídos através da relação de importância foram adequados ao contexto dos indicadores utilizados para a análise. (Figura 44)

Critério	Peso		Critério	
DENSIDADE_VEGE	3	Algo Melhor	COBERTURA_SOLC	<=>
COBERTURA_SOLC	3	Algo Melhor	REND	<=>
SANEAMENTO	5	Melhor	COBERTURA_SOLC	<=>
COBERTURA_SOLC	2	Um Pouco Melhor	TEMPERATURA_DC	<=>
DENSIDADE_VEGE	9	Absolutamente Melhor	REND	<=>
DENSIDADE_VEGE	1	Igual	SANEAMENTO	<=>
DENSIDADE_VEGE	6	Bem Melhor	TEMPERATURA_DC	<=>
SANEAMENTO	9	Absolutamente Melhor	REND	<=>
TEMPERATURA_DC	2	Um Pouco Melhor	REND	<=>
SANEAMENTO	7	Muito Melhor	TEMPERATURA_DC	<=>
Razão de Consistência		0,009		

Figura 41 – Critérios utilizados da relação de importância entre os indicadores ambientais.

Os pesos calculados possuem valores entre 0 e 1. Após o estabelecimento da relação de importância, foi gerado um script em extensão *.alg* que foi manipulado no LEGAL . (APÊNDICE B)

Esses pesos foram aplicados para a elaboração do mapa de qualidade ambiental de Presidente Epitácio e Nova Andradina, estão apresentados na Tabela 02 e no gráfico 01.

Tabela 02 – Pesos finais dos indicadores ambientais

Indicadores	Pesos
Tipo de cobertura	0,111
Classe de renda	0,039
Saneamento Ambiental	0,422
Temperatura do ar	0,063
Densidade de vegetação	0,366

Elaboração e Org.: LIMA, Valéria 2012

O peso do indicador de saneamento ambiental, como se observa no gráfico 01, representou 42% na análise de qualidade ambiental, seguido da densidade de vegetação, com 37%, seguido do tipo de cobertura com 11%, temperatura do ar com 6% e classe de renda com 4%. Considera-se que a renda associada a outros fatores, como a inadequada infraestrutura pode interferir na qualidade ambiental, mas muitas vezes, de maneira indireta. Por isso, este indicador teve menos peso, se comparado a outros.

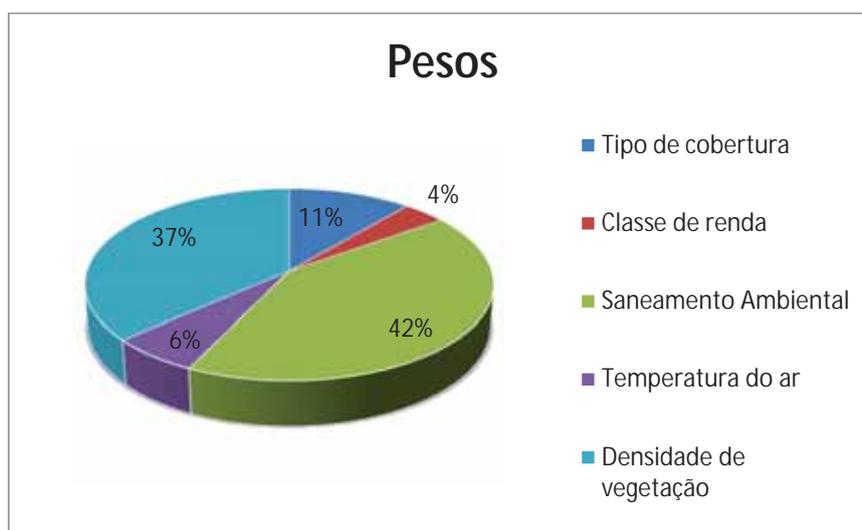


Gráfico 01 – Representação dos pesos dos indicadores ambientais em porcentagem.
Elaboração e Org.: LIMA, Valéria 2012

6.1 Estabelecimento de pesos para as classes dos indicadores

Foi necessário estabelecer os pesos de 0 a 1 para as classes de cada indicador na rotina de programação do LEGAL, antes do processamento.

Todas as classes do indicador “tipo de cobertura” foram quantificadas, sendo que foi atribuído maior valor para a classe “predominância de telha de cerâmica” devido a sua baixa influência no aumento da temperatura local. Os pesos das classes deste indicador estão apresentados na tabela 03.

Também foram atribuídos pesos para todas as classes do indicador “classes de renda”, porém às classes de “renda baixa” e “média” foram atribuídos valores menores, de acordo com a tabela 04.

Tabela 03 – Pesos das classes do indicador “tipo de cobertura”

Tipo de cobertura	Pesos
Predominância de telha de cimento	0.1
Predominância de telha metálica	0.1
Predominância de telha de cerâmica	0.3
Predominância mista de telhas de cerâmica e cimento	0.15
Predominância mista de telhas de cerâmica e metálica	0.15
Predominância mista de telhas de cimento e metálica	0.1
Predominância mista de telhas de cerâmica, cimento e metálica	0.1

Elaboração: LIMA, Valéria, 2012

Tabela 04 – Pesos das classes do indicador “classes de renda”

Classes de renda	Pesos
Muito alta	0.3
Alta	0.30
Média	0.25
Baixa	0.15

Elaboração: LIMA, Valéria, 2012

De acordo com a influência do saneamento ambiental para a qualidade ambiental, estabeleceu-se peso no valor de 0.7 para a classe “adequado”, seguida da “parcialmente adequado” com 0.3 e a classe “inadequado” não teve peso atribuído, ou seja, valor zero. (Tabela 05)

Tabela 5 – Pesos das classes do indicador “saneamento ambiental”

Saneamento ambiental	Pesos
Adequado	0.7
Parcialmente adequado	0.3
Inadequado	0

Elaboração: LIMA, Valéria, 2012

Para o indicador de temperatura do ar, a classe “baixa” obteve maior peso, seguido da “média” e, por fim, a “alta” com menor peso, conforme a tabela 06.

Tabela 06 – Pesos das classes do indicador “temperatura do ar”

Temperatura do ar	Pesos
Alta	0.2
Média	0.3
Baixa	0.5

Elaboração: LIMA, Valéria, 2012

Para as classes do indicador de densidade de vegetação, atribuíram-se os valores conforme a tabela 07, considerando a classe de “alta” densidade com valor 0.5, seguida da classe “média” densidade com 0.3 e a “baixa”, 0.2. Mesmo as áreas com baixa densidade acusando um valor para a qualidade ambiental, claro que menor do que as áreas de média e alta, porém não foi atribuído peso para a classe “ausência de vegetação”, justificando-se-lhe o valor zero.

Tabela 07 – Pesos das classes do indicador “densidade de vegetação”

Densidade de vegetação	Pesos
Alta	0.5
Média	0.3
Baixa	0.2
Ausência de vegetação	0

Elaboração: LIMA, Valéria, 2012

Os pesos foram estabelecidos de acordo com os objetivos da pesquisa, considerando sempre o fator positivo para a vegetação, para o saneamento adequado e com maior peso para as coberturas com telhas de cerâmica.

6.2 Mapeamento da qualidade ambiental de Presidente Epitácio e Nova Andradina

A partir desses critérios e do processamento da rotina de programação do LEGAL, no Spring, gerou-se uma grade numérica na categoria MNT (modelo numérico do terreno) com valores entre 0 e 1, representando do menor para o maior valor da grade.

A grade numérica de Presidente Epitácio apresentou os valores mínimo e máximo, respectivamente, com as cotas 0.069800 e 0.467150. Para Nova Andradina, a cota mínima foi de 0.029550, e a máxima, de 0.552950.

Para o mapeamento da qualidade ambiental a partir destes resultados, utilizou-se a técnica de fatiamento. Para isso, foi realizada a definição de fatias, ou seja, a separação das áreas com valores dentro de um intervalo predeterminado. Utilizou-se o valor inicial de 0 e o final de 1, com o intervalo de 0.1, o que resultou em 10 fatias da grade numérica, que foram associadas a 10 classes temáticas. Para cada classe temática foi associada uma cor, variando do vermelho – que indicou péssima qualidade ambiental, até o verde – que indicou ótima qualidade ambiental (Cartas 79 e 80). Assim, os valores gerados na grade, após o fatiamento, foram representados em cores que identificam o grau de qualidade ambiental de Presidente Epitácio e de Nova Andradina.

Analisando os valores de cota máxima na grade numérica das duas cidades resultou claro que nenhuma delas possuía áreas classificadas como boa ou ótima qualidade ambiental, consoante os critérios e indicadores utilizados nesta pesquisa.

Considerando os indicadores e critérios utilizados, a qualidade ambiental de ambas as cidades pode ser considerada como regular em sua maioria e, em pontos específicos, como ruim. Esse resultado tem relação direta com a questão do saneamento ambiental, que teve maior influência na quantidade e presença de domicílios com esgotamento sanitário via fossa rudimentar, ou seja, fossa negra.

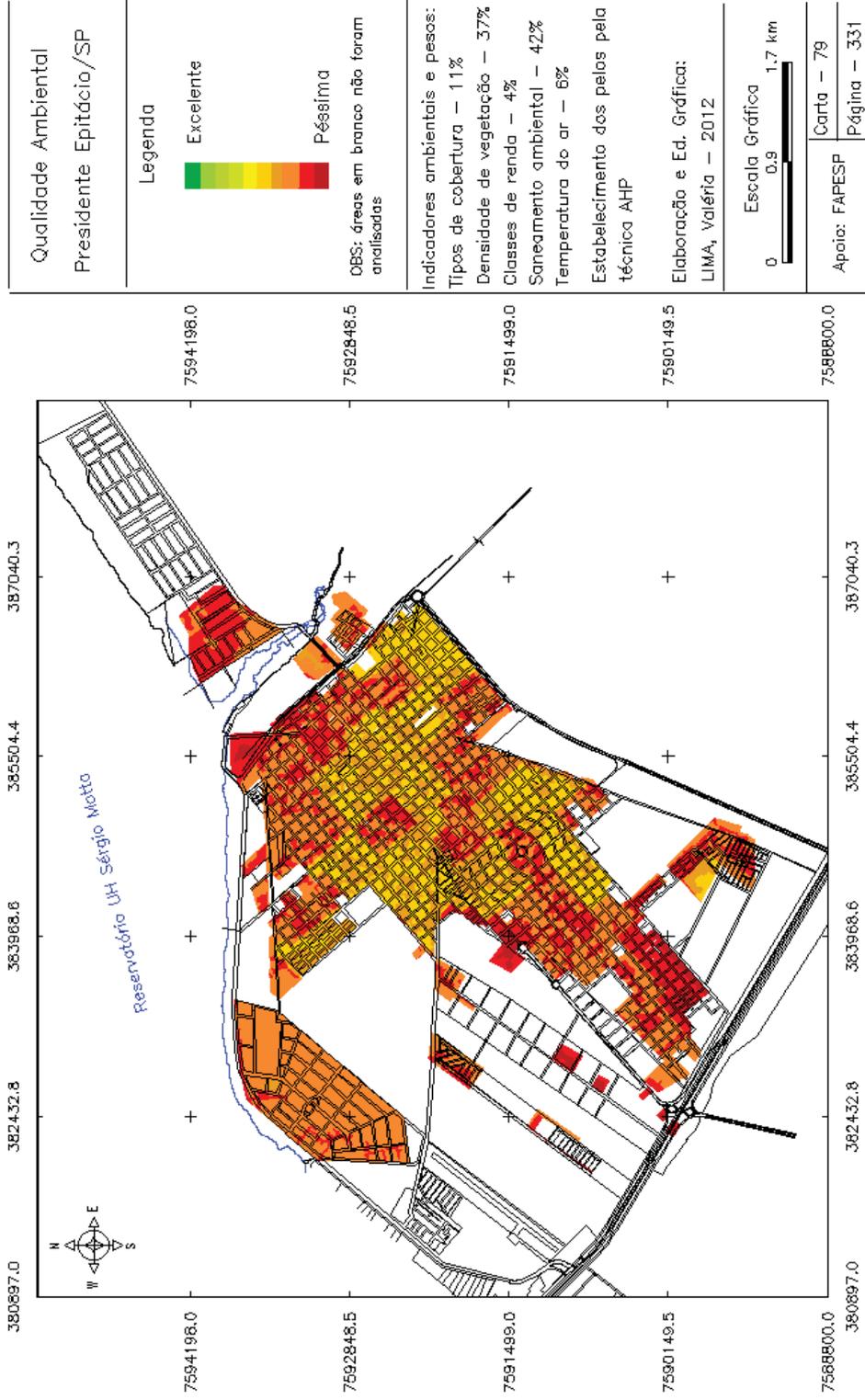
A influência desse tipo de esgotamento sanitário vai além do perceptível e do que pode ser medido nessas análises, devido a sua probabilidade de contaminação do solo e água. Além disso, o saneamento ambiental, a baixa densidade ou ausência de vegetação arbórea também influenciaram nos resultados. Observou-se em trabalhos de campo nas cidades a ausência da vegetação em muitos pontos, influenciando diretamente na qualidade ambiental.

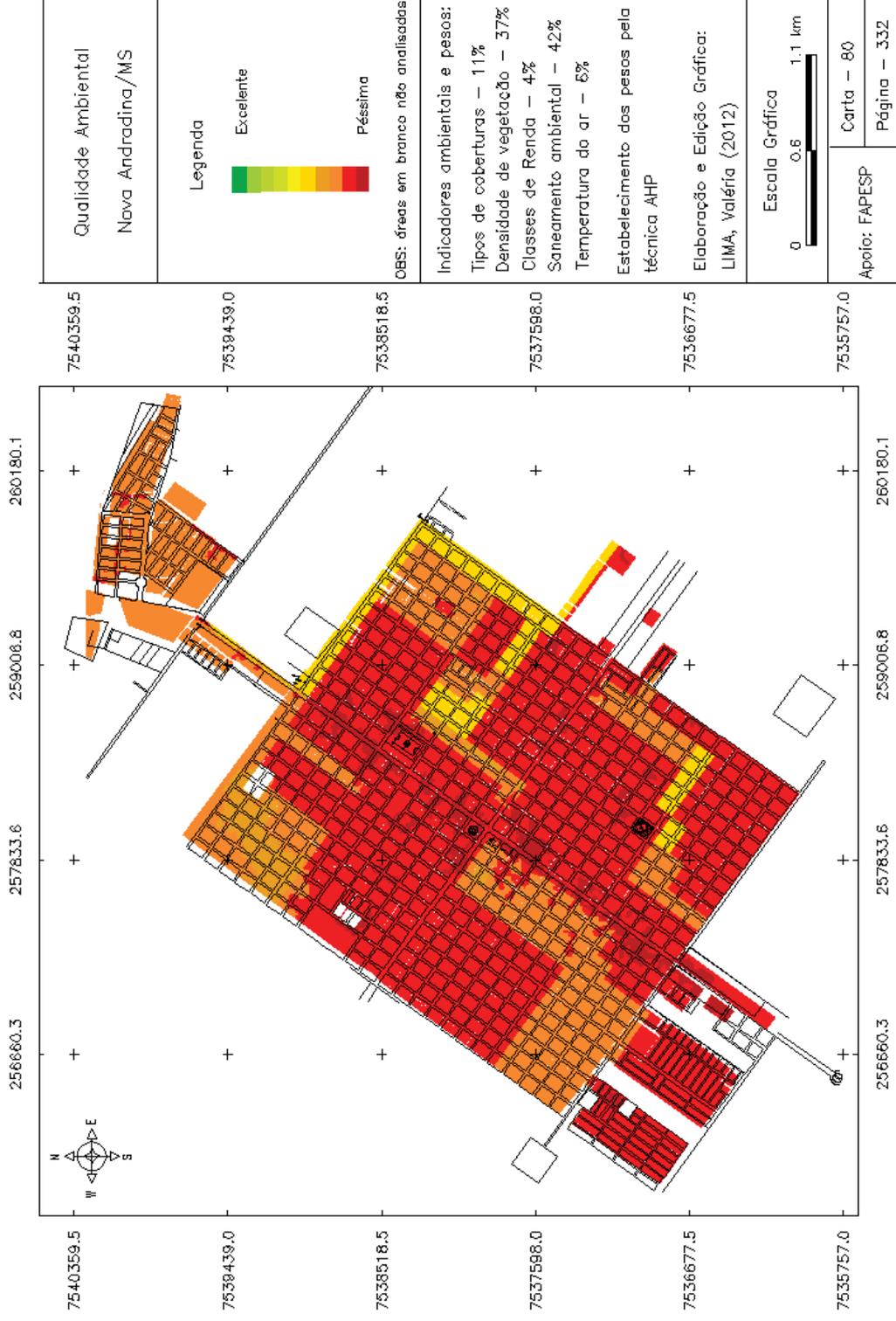
Não se pode, obviamente, deixar de considerar a importância dos demais indicadores para tais resultados, tendo em vista suas influências para os estudos de qualidade ambiental. Por isso, considerou-se, por exemplo, o indicador renda que interfere de forma indireta, na maioria dos casos, mas que assume sua relevância na análise, por exemplo, ao ser associado com dados de saneamento e cobertura do solo. Portanto, este foi considerado, mesmo tendo peso menor do que os demais.

De uma forma geral, Presidente Epitácio apresentou valores que se enquadram em uma qualidade ambiental regular, fato que pode ser observado na carta 79. Este resultado dá a impressão de homogeneidade no resultado.

Nova Andradina teve uma influência forte da ausência de vegetação na porção central da cidade e em pequenas áreas, apresentando qualidade ambiental

classificada entre regular e boa, informação que pode ser visualizada tanto na carta 80, quanto no valor de cota máxima da grade gerada no Spring.







CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas sobre a paisagem urbana, muitas vezes necessitam fragmentar a realidade, ou seja, compreender uma parte do todo através de apenas um ou alguns elementos que a compõem.

Para compreender e avaliar a qualidade ambiental na complexidade dos ambientes urbanos foi importante analisar os indicadores que os representavam melhor, pois de acordo com Leff (2006, p. 60) a visão sistêmica e o pensamento holístico são fundamentais para a reconstrução e análise de uma realidade total.

Entretanto, não há como negar que a fragmentação e o direcionamento, muitas vezes, se fazem necessários, ao se analisar as paisagens urbanas.

Ao longo da pesquisa, percebeu-se que algumas limitações e a definição de critérios foram necessárias para alcançar os objetivos, como exemplo, a escolha dos indicadores que dependeram muito das informações e materiais disponíveis e possíveis das cidades escolhidas - Presidente Epitácio e Nova Andradina - e a sua representatividade e viabilidade para cidades pequenas.

Contudo, mesmo diante das limitações perceptíveis e imperceptíveis, concordando com Leff (2006), que mesmo havendo uma fragmentação do saber e do “olhar” para a realidade, as questões ambientais não podem ser entendidas sob uma visão estreita, pois é necessário um esforço para analisar o máximo de elementos da paisagem urbana que precisa ser compreendida através de um conjunto de “olhares”.

Na análise da qualidade ambiental em paisagens urbanas, foi necessário esse “conjunto de olhares”, que dependeu dos critérios e indicadores selecionados e, mesmo assim, foi difícil chegar a um consenso de como aferir a qualidade do ambiente urbano.

Esses primeiros parágrafos foram uma introdução para a conclusão desta pesquisa, já que se reconhecem as diferentes visões sobre o tema e as limitações que

surtem no momento que é necessário enquadrar, pesar, separar e hierarquizar elementos que compõem os ambientes urbanos.

Conclui-se que a hipótese da pesquisa foi comprovada e verificou-se que através do estabelecimento de pesos, ou seja, da quantificação de indicadores ambientais selecionados para a realidade das cidades através de técnicas de análises espaciais, foi possível analisar a qualidade ambiental em paisagens urbanas diferentes, constituindo-se, portanto, em uma suposição admissível.

Diante disso, os objetivos da pesquisa foram alcançados e mesmo concluindo a confirmação da hipótese, algumas recomendações devem ser consideradas ao se analisar a qualidade ambiental urbana, escolha e quantificação de indicadores.

Os procedimentos foram aplicados em cidades diferentes, porém possuíam o mesmo porte, ou seja, duas cidades pequenas. As cidades podem ser classificadas de acordo com alguns critérios, como o demográfico que é muito utilizado. Neste critério, o número de habitantes é o que determina o tamanho da cidade, ou seja, cidade pequena, média ou grande. Entretanto, este critério, que é muito objetivo, nem sempre deve ser o único a ser considerado. Outro, de acordo com Vieira e Guimarães (2010, p. 61) é a relevância regional que indica como as cidades interagem e se inter-relacionam com as outras ao seu redor.

Para a escolha das cidades de Presidente Epitácio e Nova Andradina utilizou-se uma mescla desses dois critérios citados, mas que possuíam formação socioespacial diferente.

Essa retomada dos critérios utilizados para a escolha das cidades é para justificar que os indicadores empregados não seriam adequados para serem aplicados em uma cidade média, por exemplo.

Entretanto, considera-se que os indicadores utilizados podem fazer parte de análises de qualidade ambiental em cidades médias e grandes, mas que sejam somados a outros cuja relevância também deve ser repensada.

Conclui-se também que entre os indicadores, os de clima, que são importantes para estas análises, devem ser abordados com mais aprofundamento. Ficou claro que é muito difícil fixar o que não é fixo, mas é possível estabelecer padrões. Sendo assim, recomenda-se aumentar a quantidade de medidas de temperatura e umidade do ar, em diferentes períodos, para que a análise dos seus padrões seja mais coerente.

Além da dificuldade do acesso a informações e dados, em cidades pequenas, outra, refere-se à representação desses dados. Muitas bases de informações estavam disponíveis na estrutura vetorial, como os setores censitários em polígonos. Essa informação, de certa forma, generaliza a área do setor. Porém, o problema maior refere-se ao cruzamento de informações vetoriais com as matriciais.

Os mapeamentos com base nas imagens de satélites continham suas informações por pixel, diferente dos que tinham como base os setores censitários. Para resolver este problema, utilizou-se o remapeamento de todos os indicadores em manchas para facilitar a análise espacial e aplicação dos critérios.

No mapa final de qualidade ambiental, muitas áreas de ambas as cidades foram representadas com uma transição abrupta, ao invés de uma superfície contínua, devido aos limites fixos dos mapas das variáveis por setores censitários.

Uma recomendação para análise de qualidade ambiental urbana é o uso da lógica fuzzy em todo o mapeamento intermediário, formando assim, conjuntos fuzzys, para que os resultados possam estar mais próximos da realidade e evitar as transições abruptas.

Sabe-se que existiu uma generalização e fragmentação, em alguns casos, de informações. Entretanto, os procedimentos que envolvem análise espacial para gerar um produto final, no caso o mapa de qualidade ambiental, a partir de vários outros, dificilmente será assertivo, no seu todo. Porém, o objetivo das técnicas de análise espacial é justamente se aproximar ao máximo da realidade e, por isso, os critérios foram uma das etapas mais importantes da pesquisa.

Os resultados no mapa de qualidade ambiental das duas cidades tiveram interferência direta no peso do indicador de saneamento ambiental e de vegetação. Ao iniciar a pesquisa, já se sabia que a cidade de Nova Andradina possuía, em quase 80% da área urbana, esgotamento sanitário via fossa. Porém, o resultado da quantidade de domicílios com fossa rudimentar na cidade de Presidente Epitácio surpreendeu e foi decisivo para a sua avaliação de qualidade ambiental.

Muitas vezes, o que não está visível influencia muito mais negativamente na qualidade ambiental do que os fatores aparentemente visíveis, como é o caso das fossas rudimentares, cujos problemas são muito difíceis de medir e quantificar, podendo contaminar os solos e as águas.

Nenhuma das duas cidades apresentou boa ou ótima qualidade ambiental, de acordo com os indicadores selecionados e critérios utilizados. Isso mostra a grande importância do papel da gestão e planejamento urbano, em cidades desse porte. Toda discussão que permeia a qualidade ambiental urbana também inclui, de certa forma, a preocupação com a qualidade de vida.

A visão integrada de vários elementos da paisagem urbana qualifica as análises e auxilia na possibilidade de leituras mais amplas para (re)pensar estratégias de intervenção, não apenas para melhorar o que está ruim, mas para alcançar uma qualidade ambiental que seja a ideal às cidades e às pessoas que nelas vivem.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, C. C. F.; CORDEIRO, J. P. C. **Manual de referência - LEGAL**. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 21. (INPE-10498-PRE/5975). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.15.12>>. Acesso em: 22 mar. 2011.
- BERNARDES, Julia Adão; FERREIRA, Francisco Pontes de Miranda. **Sociedade e Natureza**. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia física global – esboço metodológico**. São Paulo: Caderno de Ciências da terra/USP, 1971, p. 1-27.
- BRASIL, Constituição Federal do. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto por Juarez de Oliveira. 4º ed. São Paulo: Saraiva, 1990.
- BRASIL, Constituição Federal. **Estatuto da Cidade**. Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001.
- CÂMARA, G.; BARBOSA, C. C.; CORDEIRO, J. P.; LOPES, E.; FREITAS, U. M.; LUCENA, I. **Álgebra de mapas**. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 30. (INPE-8566-PRE/4310). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.14.58>>. Acesso em: 22 mar. 2011.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 344 p. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em: 22 mar. 2011.
- CÂMARA, Gilberto; FILHO, Raimundo Almeida; MOREIRA, Fábio Roque. **Técnicas de Suporte a Decisão para Modelagem Geográfica por Álgebra de Mapas**. Relatório técnico, 2001. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/geopro/modelagem/relatorio_suporte_decisao.pdf acesso em 24/10/2012.
- CARDOZO, Francielle da Silva; Herrmann, Maria Lúcia de Paula. **Uso da técnica AHP no mapeamento de áreas suscetíveis a escorregamentos**. Anais XV Simpósio

Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4134

Carvalho, Pompeu Figueiredo de. **PADRÕES URBANOS: uma questão que emerge com a lei 9.875/99**. Resumo publicado nos Anais do 6º Simpósio de Geografia Urbana, Presidente Prudente: Unesp, 1999 p. 196-7

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO número 357 sobre a classificação dos corpos de água**, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/>.

CORREA, Virgínia; CAMARGO, Eduardo Celso Gerbi. **Análise multi-critério**. In: **Apostila do curso de Análise espacial de dados geográficos**. INPE, 2010 p. 67-85

D'ALGE, J. C. L. **Cartografia para geoprocessamento**. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 32. (INPE-8079-PRE/3894). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.14.47>>. Acesso em: 22 mar. 2011.

Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds) "**Análise Espacial de Dados Geográficos**". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6). Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>. Acesso em: 04 abr. 2011

DUMKE, Eliane Müller Seraphim. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba**. Tese de Doutorado. Curitiba: UFPR, 2007.

FERNANDES, Édesio. **Impactos socioambiental em áreas urbanas sob à perspectiva jurídica**. In: MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. P. 99-128.

FLEURET, Sébastien. **Espaces, bien-être et qualité de vie**. Paris : Press de L'Université d'Angers, 2005

FOSTER, John Bellamy. **A ecologia de Marx. Materialismo e natureza**. Tradução Maria Teresa Machado. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

FROTA, Anesia Barros. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2007.

GAARDER, Jostein. **O mundo de Sofia: romance da história da filosofia**. Trad: João Almeida Jr. São Paulo: Cia das Letras, 1995.

- GARCÍA, F.F. **Manual de climatologia aplicada**. Madrid: Editorial Sintesis, 1995.
- GEORGE, Pierre. **Os métodos da geografia**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1972.
- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 14 ed. São Paulo: Contexto, 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Apostila de introdução ao sensoriamento remoto**. Disponível em: <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Apostila do curso de Fundamentos em Geoprocessamento**. São José dos Campos: INPE, 2009.
- JACOBI, Pedro. **Impactos socioambientais urbanos – do risco à busca de sustentabilidade**. In: MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. p. 169-184.
- JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. Tradução: EPIPHANIO, José Carlos N., et al (INPE). São José dos Campos: Parênteses, 2009.
- JENSEN, John R.,1949. **Remote sensing of the environment :an earth resource perspective**. Upper Saddle River (NJ) : Prentice Hall, 2000
- KOHAGURA, Tiago. **Lógica fuzzy e suas aplicações**. 2007. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina; Londrina.
- LAMAS, José Manuel Ressano Garcia. **Morfologia urbana e Desenho da cidade**. 3ª Ed. ORGA Impressores: Porto, Portugal, 2004.
- LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- LEFF, Enrique. **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.
- LEITE, Maria Ângela Faggin Pereira. **A natureza e a cidade** (o novo mapa do mundo) In: *Natureza e sociedade hoje: uma leitura geográfica*. São Paulo: Hucitec, 1994

LIMA, Gabriela Narcizo de. **Características do clima urbano de Nova Andradina – MS**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias/UNESP. Presidente Prudente: [s.n.], 2011.

LIMA, Valéria. **Análise da qualidade ambiental urbana de Osvaldo Cruz/SP**. [Dissertação de Mestrado] Faculdade de Ciências e Tecnologias/UNESP, 2007.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilhas de Calor nas metrópoles**. São Paulo: Hucitec: 1985.

LUCHIARI, Ailton. **Identificação da cobertura vegetal em áreas urbanas por meio de produtos de sensoriamento remoto e de um sistema de informação geográfica**. Revista do Departamento de Geografia, nº 14, 2001, p. 47-58.

LUCHIARI, Ailton; KAWAKUBO, Fernando Shinji; MORATO, Rúbia Gomes. **Aplicações do sensoriamento remoto na geografia**. In: VENTURI, Luis Antonio Bittar. (org.) **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de textos, 2005 p. 33-54.

MACHADO, Lucy Marion Calderini Philaldelpho. **Qualidade ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos**. In: Indicadores Ambientais. MARTOS, Henry Lesjak; MAIA, Nilson Borlina. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: [s.n.], 1997.

MASCARÓ, Juan Luis. **Loteamentos urbanos**. 2 ed. Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2005.

MEDEIROS, J. S.; CÂMARA, G. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 36. (INPE-8568-PRE/4312). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.15.08>>. Acesso em: 22 mar. 2011.

MENDONÇA, Francisco. **S.A.U. 0 Sistema Socioambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade**. In: MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. p. 185-208.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **A cidade desencantada – entre fundamentação geográfica e a imaginação artística**. In: MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. p. 13-78.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP/IG, 1976.

- MORATO, Rúbia Gomes. **Análise espacial e desigualdade ambiental no município de São Paulo**. Tese de doutorado: FFLCH/USP. São Paulo: [s.n.], 2008.
- MORETI, Ricardo de Souza. **Transformações em cursos nas cidades brasileiras e seus impactos na qualidade da água no meio urbano**. In: MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. p. 209-218.
- MORIN, Edgar. **O método 1: a natureza da natureza**. 2 ed. Tradução Ilana Heineberg. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- MOSER, Gabriel; WEISS, karine. **Espaces de vie :aspects de la relation homme-environnement**. Paris : Armand Colin, 2003
- MOTA, Suêtonio. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999
- NUCCI, J. C. *et al.* **Cobertura vegetal no bairro de Curitiba/PR**. Artigo publicado na Revista GEOUERJ, número especial - Rio de Janeiro, 2003 (CD ROM).
- NUCCI, João Carlos; SANTOS, Douglas Gomes dos. (org) **Paisagens Geográficas: Um tributo a Felisberto**. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2009.
- OLIVEIRA, Livia. **Percepção ambiental**. In: NUCCI, João Carlos; SANTOS, Douglas Gomes dos. (org) Paisagens Geográficas: Um tributo a Felisberto. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2009.
- PASSOS, Messias Modesto. **A raia divisória: Eco-história da raia divisória**. vol 02. Maringá: Eduem, 2006-2008.
- PASSOS, Messias Modesto. **A raia divisória: Geo-foto-grafia da raia divisória**. vol 03. Maringá: Eduem, 2006-2008.
- PASSOS, Messias Modesto. **A raia divisória: geossistema, paisagem e eco-história**. vol 01. Maringá: Eduem, 2006-2008.
- PELIZZOLI, M. L. **Correntes da ética ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002
- PERLOFF, Harvey S. **La calidad Del médio ambiente urbano**. Barcelona/Espanha: Oikos-tau S.A..
- PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yoshio Edemir. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: A. Silva Vieira Ed., 2007.
- RIBEIRO, Bárbara Maria Giacom. **Avaliação das imagens WorldView-II para o mapeamento da cobertura do solo urbano utilizando o sistema InterImage**. Dissertação de mestrado. São José dos Campos: INPE, 2010. Disponível em <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3826JHA> . Acesso em 25 maio 2011.

ROSSET, F. **Procedimentos metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas. Estudo de caso: Erechim/RS.** Dissertação (Mestrado em ecologia e recursos naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual de São Carlos, 2005.

SAATY, Thomas L. **Decision-marking with the AHP: why is the principal eigenvector necessary.** European Journal of Operational Reserch, North-Holland, v. 145, p. 85-91, 2003.

SAATY, Thomas L. **How to make a decision: the analytic hierarchy process.** European journal of operational Reserch, North-Holland, v. 48, p. 9-26, 1990.

SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento.** São Paulo: Cortez, 2007.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: espaço e tempo, razão e emoção.** 4^a ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTOS, Ricardo. **Meio ambiente e qualidade de vida na Estância de Presidente Epitácio – SP.** Dissertação de Mestrado. FCT/UNESP. Presidente Prudente: [s.n.], 2010.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos.** São Paulo: Editora da Unicamp, 2003.

SPRING: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling.** Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.



APÊNDICE A
Roteiro para o trabalho de campo de temperatura do ar

Trabalho de campo na cidade de _____

Data: _____

Objetivo: Verificação das temperaturas e umidade do ar intra-urbano através de medidas em transectos móveis nos percursos norte-sul e leste-oeste de _____.

Equipamentos: - Termômetro digital “ThermaData Humidity-Temperature Logger”

- GPS marca Garmim modelo Oregon 550t

Procedimentos e instruções:

- Os equipamentos estão programados para registrarem dados a cada 30 segundos;
- O horário previsto é as 21h00; porém é importante estar no início do trajeto com uma antecedência mínima de 15 minutos já que os equipamentos precisam de uns 10 minutos para se estabilizarem e começarem o registro correto;
- O GPS precisa ser ligado nesses 15 minutos que antecede as 21h00 antes do início do trajeto para localizar os satélites em órbita e estabilizar sua precisão;
- É de extrema importância marcar o horário de início e de término do trajeto;
- A partir do momento que os satélites forem localizados e a precisão em metros for adequada, o GPS já começa a registrar as coordenadas a cada 30 segundos;
- No final é necessário guardar o trajeto no GPS (salvar os dados que foram registrados) da seguinte forma: ir no botão “gestor de trajetos”, abrir a opção “Trajeto Atual” e selecionar a opção “Guardar Traj” e clicar no ícone ✓. A seguinte mensagem vai aparecer no visor do GPS: “Pretende apagar o trajeto atual?” a opção é NÃO!!
- **IMPORTANTE: A VELOCIDADE MÁXIMA DO CARRO DEVE SER DE APROXIMADAMENTE 25KM NO MÁXIMO 30KM.**

TRAJETO 2	
Horário do início do trajeto:	Horário do término do trajeto:



APÊNDICE B
Rotina de programação LEGAL

ROTINA DE PROGRAMAÇÃO LEGAL – SPRING

```
{  
  // Pesos a ser aplicados  
  // COBERTURA_SOLO = 0.111  
  // DENSIDADE_VEGETAÇÃO = 0.366  
  // RENDA = 0.039  
  // SANEAMENTO = 0.422  
  // TEMPERATURA_AR = 0.063  
  
  // Razão de consistência  
  // CR = 0.009  
  
  // Definição dos dados de entrada  
  
  Tematico var1 ("COBERTURA_SOLO");  
  Tematico var2 ("DENSIDADE_VEGETAÇÃO");  
  Tematico var3 ("RENDA");  
  Tematico var4 ("SANEAMENTO");  
  Tematico var5 ("TEMPERATURA_AR");  
  
  Tabela tab1 (Ponderacao);  
  tab1 = Novo (Categorialni = "COBERTURA_SOLO" ,  
    "telha_ceramica":0.3,  
    "telha_metalica":0.1,  
    "telha_cimento":0.1,  
    "misto_ceramica/cimento":0.15,  
    "misto_ceramica/metallico":0.15,  
    "misto_ccimento/metallico":0.1,
```

"ceramica/cimento/metallica":0.1);

Tabela tab2 (Ponderacao);

tab2 = Novo (Categorialni = "DENSIDADE_VEGETAÇÃO" ,
"Alta densidade":0.5,
"Baixa densidade":0.2,
"Media densidade":0.3,
"Ausencia de vegetação":0,
"Água":0);

Tabela tab3 (Ponderacao);

tab3 = Novo (Categorialni = "RENTA" ,
"Muito alta":0.3,
"Alta":0.30,
"Média":0.25,
"Baixa":0.15);

Tabela tab4 (Ponderacao);

tab4 = Novo (Categorialni = "SANEAMENTO" ,
"Adequado":0.7,
"Parcialmente adequado":0.3,
"Inadequado":0);

Tabela tab5 (Ponderacao);

tab5 = Novo (Categorialni = "TEMPERATURA_AR" ,
"Alta":0.2,
"Média":0.3,
"Baixa":0.5);

```
// Definicao do dado de saida

Numerico var6 ("qualidade");

// Recuperacao dos dados de entrada

var1 = Recupere (Nome="cobertura_manchas");
var2 = Recupere (Nome="vegetação");
var3 = Recupere (Nome="classes de renda");
var4 = Recupere (Nome="saneamento");
var5 = Recupere (Nome="TEMPERATURA");

// Criacao do dado de saida

var6 = Novo (Nome="teste", ResX=0.50, ResY=0.50, Escala=2000,
            Min=0, Max=1);

// Geracao da media ponderada

var6 = 0.111*(Pondere(var1, tab1)) + 0.366*(Pondere(var2, tab2))+ 0.039*(Pondere(var3, tab3))+
0.422*(Pondere(var4, tab4))+ 0.063*(Pondere(var5, tab5));

}
```



ANEXO A

*Boletim técnico do Centro de Precisão do Tempo e Estudos Climáticos
(CPTEC), para o dia 02 de abril de 2012*



Análise Sinótica 02/04/2012-00Z

Nível 250 hPa Na análise da carta sinótica do nível de 250 hPa da 00Z do dia 02/04, nota-se a presença de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) no Atlântico em torno de 30S/41W, a leste da costa do Estado de SC. Este sistema inclusive reflete no campo de altura geopotencial e a circulação a ele associada atua sobre o centrosul do país. Este sistema se reflete ao longo da coluna troposférica e praticamente em fase, ou seja, um sistema barotrópico. Nota-se um pequeno ramo do Jato Subtropical (JST) contornando a borda norte do VCAN, mas atuando apenas no oceano. Verifica-se o predomínio da circulação anticiclônica, sobre o continente atuando principalmente a norte de 10S. Entre o MA e PI há inclusive um núcleo anticiclônico. Entre o Pacífico e o norte da Patagônia Argentina observa-se um cavado que se acopla no Atlântico ao sul de 40S a um cavado frontal. No Pacífico este sistema tem suporte dinâmico do Jato Subtropical (JST) que o contorna, já o cavado frontal no Atlântico apresenta suporte dinâmico dos ramos norte e sul do Jato Polar (JPN e JPS) que, por sua vez, atuam desde o Pacífico. Neste oceano observa-se ainda uma crista ao sul do cavado, o posicionamento destes sistemas (cavado e crista) indica um padrão de bloqueio atmosférico. Na vanguarda do cavado comentado sobre o Pacífico, nota-se forte difluência no escoamento que atua sobre o centro-norte da Argentina, Paraguai e Uruguai, principalmente, que aliado à influência do Jato de Baixos Níveis que transporta umidade e massa da região amazônica para as latitudes mais baixas, favorece a formação e o desenvolvimento de nuvens.

Nível 500 hPa

Na análise da carta sinótica do nível de 500 hPa da 00Z do dia 02/04, observa-se o aprofundamento do Vórtice Ciclônico descrito na alta troposfera. Este sistema está bastante intenso refletindo inclusive no campo de geopotencial. Em seu núcleo a temperatura chega a -12C. A circulação e o ar frio associados a este sistema atuam sobre boa parte do centro-sul do Brasil, padrão que aliado ao aquecimento diurno e a forçante orográfica favoreceu no decorrer do final de semana a instabilidade, mesmo que de forma localizada, sobre cidades do Vale do Paraíba, em SP, inclusive, com queda de granizo em Campos do Jordão, Areias, Lavrinhas e Queluz. Sobre o centro-norte do país o predomínio é da circulação

anticiclônica com um núcleo sobre o Estado da BA. A presença deste sistema neste nível favorece a estabilidade atmosférica pelo interior do Nordeste devido a subsidência do ar e compressão adiabática por ele gerado. O cavado em altitude no Pacífico também se reflete neste nível, inclusive, mais intenso fechando um Vórtice por volta de 28S/84W e com a área de crista em sua borda sul. Os máximos de vento atuam ao sul de 40S desde o Pacífico, passando pela Patagônia Argentina e no Atlântico. Sobre o Atlântico estes máximos de vento contornam o cavado frontal na costa da Patagônia que tem VC fechado em torno de 61S/67W.

Nível 850 hPa

Na análise da carta sinótica do nível de 850 hPa da 00Z do dia 02/04, percebe-se o escoamento de leste a norte de 20S. Este comportamento dinâmico favorece a advecção de umidade e massa do Atlântico para a costa da Região Nordeste do Brasil favorecendo a nebulosidade baixa sobre áreas no litoral e leste desta Região. Percebe-se o escoamento de quadrante leste sobre o Atlântico próximo a linha do Equador, condição que favorece a convergência de umidade, alimento para a instabilidade, principalmente, sobre áreas entre o AP e faixa norte da Região Nordeste. Este padrão reflete a presença do Anticiclone Subtropical em superfície e sua circulação penetra pelo norte da Região Norte convergindo pelo oeste do continente sul americano transportando umidade e massa para o norte da Argentina e Paraguai. Nota-se uma área de baixa pressão sobre o Atlântico em torno de 31S/39W a sudeste da costa da Região Sul. Nota-se que o ar frio está posicionado sobre latitudes altas, a sul de 45S, a sul da linha contínua preta que indica a isoterma de 0C. Ao sul desta fica confinado o ar frio com características polares.

Superfície

Na análise da carta sinótica de superfície da 00Z do dia 02/04, nota-se uma onda frontal com características subtropicais sobre o Atlântico, com núcleo de 1008 hPa em 32S/38W. Observa-se uma frente fria sobre a província de Buenos Aires (Argentina), e se estende sobre o Atlântico até uma baixa pressão em 44S/55W, de onde se prolonga de forma estacionária à leste em torno de 43S. Na retaguarda deste sistema, nota-se uma crista associada à Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) sobre o centro-sul da Argentina. A ASPS atua com núcleo de 1032 hPa em 37S/99W. Outro sistema frontal atua sobre o Pacífico, ao sul de 52S/78W. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) tem valor pontual de 1027

hPa a leste de 20W (fora do domínio da figura) e sua circulação atua sobre parte da faixa leste do Brasil. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) apresenta banda dupla sobre o Pacífico e Atlântico. No Pacífico a ZCIT atua com bandas que oscilam entre 8N/3N e 7S/3S. No Atlântico, as bandas atuam em torno de 1N/4N e 1S/2S.

Previsão

O destaque na previsão para este início de semana é a condição para chuva forte de forma localizada para o centro-norte de MG, de GO e sul do TO devido à influência da área ciclônica que atua sobre o centro-sul do país, inclusive, com um cavado que se amplifica em altos níveis pelo Sudeste do país e a influência de um canal úmido pelo centro do país. Em alguns pontos da área comentada a chuva forte será acompanhada de queda de granizo e ventos fortes. A partir da quarta-feira (04/04) o cavado estará mais deslocado para leste e não terá influência significativa no Sudeste brasileiro. Com isso, um anticiclone começa a se estabelecer em médios e altos níveis sobre a Região Centro-Oeste, padrão que estabilizará a atmosfera entre esta Região e o Sudeste, além de manterá a estabilidade no Sul do país. O padrão mais estável se mantém entre o Centro-Oeste e o Sudeste pelo menos até a quinta-feira (05/04). Neste dia um sistema frontal se desloca pelo Sul do país levando chuva para grande parte da Região, principalmente, para o RS onde há chance de temporais localizados. Esta frente fria também favorece a entrada de um ar frio sobre o estado gaúcho, principalmente, na quinta-feira. Porém, há diferenças significativas na previsão dos modelos ETA15, GFS e BRAMS. O ETA15 avança mais o sistema pela Região Sul, com risco de chuva forte inclusive para o Estado do PR. Já o GFS não avança tanto o sistema, o posicionamento do sistema do BRAMS é mais similar ao do GFS, porém, este não indica condição de chuva significativa para o RS e o GFS mostra tal condição.
 Elaborado pela Meteorologista Naiane Araujo

Boletim Técnico web Página 1 de 2

<http://tempo1.cptec.inpe.br/boletimTecnico/faces/impressao.jsp?idBoletim=1656>
11/04/2012



ANEXO B

*Boletim técnico do Centro de Precisão do Tempo e Estudos Climáticos
(CPTEC), para o dia 26 de julho de 2012*



Análise Sinótica 26/07/2012-00Z

Nível 250 hPa

Na análise da carta sinótica do nível de 250 hPa da 00Z do dia 26/07, observa-se o domínio da circulação ciclônica bem ampla sobre o centro-norte do continente. Porém, devido à falta de umidade suficiente para instabilizar a atmosfera, provocada pelo padrão anticiclônico predominante entre a camada média e baixa da troposfera, a presença deste cavado não resulta em nebulosidade significativa (vide análise 500 hPa). Nota-se a presença do Jato Subtropical (JST) desde o Pacífico até o Atlântico, onde está acoplado ao ramo norte do Jato Polar (JPN). O JPN está associado a maior baroclinia e gradiente horizontal de temperatura, por isso a frente fria encontra-se principalmente no oceano. Inclusive neste setor ainda se observa o cavado frontal contornado pelo JPN. Como este sistema encontra-se com o suporte do JST sobre o continente, o gradiente não é tão significativo e o sistema atua de forma estacionária. Mais ao sul nota-se a presença de um amplo cavado frontal, contornado pelo Jato Polar, que se estende até um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (60°S/50°W). No Pacífico observa-se um padrão tipo de bloqueio, com uma circulação ciclônica ao norte de 35°S e anticiclônica ao sul deste.

Nível 500 hPa

Na análise da carta sinótica do nível de 500 hPa da 00Z do dia 26/07, a circulação é predominantemente anticiclônica sobre o centro-norte do continente, com um núcleo por volta de 19°S/37°W, que reflete a presença do anticiclone subtropical. Esta circulação inibe o desenvolvimento de nuvens significativas em boa parte do centro-norte do Brasil e contribui para baixa umidade relativa do ar no período da tarde, principalmente no interior do país. Isto ocorre devido ao movimento subsidente do ar gerado, que leva ar mais seco para as camadas mais baixas da troposfera. Além disso, este sistema também promove o aquecimento da camada por compressão adiabática e junto ao escoamento de quadrante norte em baixos níveis, faz com que a temperatura se eleve, inclusive a mínima. Porém, na parte da tarde esta elevação é maior, junto à entrada de radiação solar. Por outro lado, durante a noite ainda há perda radiativa, não tão significativa, mas que consegue resfriar o ar isobaricamente até que sature, o que ajuda a formar nevoeiros e/ou nuvens baixas em pontos do centro-sul do país. Observa-se o reflexo do sistema frontal, com alguma baroclinia também entre parte do Sul do Brasil e o Atlântico. Embora esta baroclinia seja maior no oceano, como especificado acima.

Também se observa o reflexo do cavado frontal ao sul de 35°S aproximadamente, entre a faixa central da Argentina e o Atlântico até um Vórtice Ciclônico em 59°S/49°W. Observa-se que este sistema é baroclínico, com ventos intensos, gradiente de geopotencial e temperatura, que refletem o padrão comentado em altitude e desenvolvem um sistema frontal em superfície. Outro escoamento mais baroclínico é observado entre o extremo sul do continente e o Estreito de Drake. Sobre o Pacífico pode-se observar o reflexo do padrão tipo de bloqueio a oeste de 90°W e também um cavado de onda curta a oeste da Cordilheira em torno de 32°S. Este cavado deverá influenciar o padrão sinótico no Sul do país nas próximas horas.

Nível 850 hPa

Na análise da carta sinótica do nível de 850 hPa da 00Z do dia 26/07, é possível notar a influência da circulação do anticiclone subtropical do Atlântico sobre boa parte do continente, que por sua vez está centrado a leste de 20°W. Nas Regiões Nordeste e Norte do Brasil essa circulação favorece ventos de leste, que contribuem para a advecção de umidade do oceano, principalmente na faixa litorânea. No setor mais a oeste do país esta circulação é canalizada pelos Andes e os ventos são de quadrante norte, que refletem a presença do Jato de Baixos Níveis (JBN). Entretanto, apesar da circulação associada ser originada desde o Atlântico, os ventos mais significativos se encontram desde o sul da Região Amazônica. Por isso, a advecção é principalmente de massa, o que favorece a gradativa elevação da temperatura nos setores para onde se direciona o JBN. Mas também há um pouco de transporte de umidade, que favorece a instabilidade em parte do Sul do país, de MS e do Paraguai, junto à presença do JST e do sistema estacionário (vide superfície). Esta instabilidade é principalmente de nebulosidade e chuva estratiforme. Também é possível notar o reflexo do padrão mais baroclínico entre o sul do Pacífico e parte do Atlântico, com ondas embebidas. Onde se observa o cavado da onda (entre o centro da Argentina e o sul do Atlântico) tem-se a presença de um sistema frontal. Entre o MS, PR e SP o fluxo associado a este escoamento é de noroeste, o que também favorece a elevação da temperatura neste setor. No Pacífico é possível notar a ampla área anticiclônica, associada ao anticiclone subtropical, com núcleo intenso de 1620 mgp.

Superfície

Na análise da carta sinótica de superfície da 00Z do dia 26/07, observa-se um sistema frontal estacionário entre o sul da Bolívia, sul de MS, PR, extremo sul de SP e Atlântico. Sobre o oceano, este sistema prolonga-se a sudeste como frio até um ciclone extratropical em oclusão, com núcleo de 967 hPa fora do domínio da análise. Com a estacionariedade deste sistema a chuva é estratiforme como comentado acima, mas também contínua.

Observa-se o anticiclone migratório pós-frontal na retaguarda deste sistema sobre o norte da Argentina, sul do Paraguai, Uruguai, estado do RS, sudeste de SC e Atlântico, com núcleos pontuais de 1018, 1019 hPa e 1020 hPa sobre o sul do RS e oceano. Este sistema já favoreceu a queda de temperatura no sul do RS. Outra frente fria atua sobre a Província de Río Negro (Argentina), estendendo-se sobre o Atlântico até outro ciclone em oclusão, com núcleo de 944 hPa centrado em 57°S/50°W. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) apresenta seu núcleo de 1025 hPa em 28°S/26°W. A Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) possui núcleo de 1038 posicionado em 38°S/98°W, fora do domínio da análise. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atua entre 10°N/7°N no Pacífico e em torno de 8°N/10°N no Atlântico.

Previsão

Não haverá mudanças significativas no tempo sobre boa parte do país nos dias subsequentes. A influência do anticiclone subtropical, que se estende até a troposfera média inibirá a formação de instabilidade significativa, além de reforçar o ar seco principalmente no centro do Brasil. Inclusive, este sistema deverá se intensificar e penetrar mais no continente. Nesta área o escoamento de quadrante norte em baixos níveis e a compressão adiabática em 500 hPa favorecerão a elevação da temperatura. Conforme descrito na análise sinótica acima, não só a temperatura máxima, mas também a mínima sofrerá elevação com relação à semana anterior. No Sul do país o sistema frontal seguirá de forma estacionária entre o norte do RS e o sul de SP. Com uma área toda ciclônica desde o Pacífico, mais ao sul com o cavado frontal, haverá advecção de vortacidade que tenderá o recuo para sul no interior do continente deste sistema estacionário entre a sexta-feira e o sábado. Sobre o oceano este sistema avançará para nordeste, devido ao avanço do sistema frontal que se encontra no sul da Argentina e a

nebulosidade aumentará entre o sul e leste de SP, com chance de chuva fraca. Além disso, devido à permanência do sistema estacionário em parte do Sul do Brasil a instabilidade se manterá em boa parte desta Região pelo menos até a segunda-feira. O avanço deste sistema frontal mais ao sul intensificará o anticiclone migratório pós-frontal, que por sua vez aumentará o transporte de umidade na costa leste entre o RS e PR na sexta-feira. Neste dia os modelos numéricos aumentam o volume de chuva nestes setores e em virtude disso a temperatura máxima declinará. Com a intensificação deste anticiclone também haverá queda de temperatura no sul do RS. No domingo (29/07) com a continuidade da advecção de vortacidade ciclônica, se formará um ciclone no oceano a leste do Uruguai, que fará com que o sistema avance até o PR e o anticiclone na retaguarda também avançará. Neste dia os volumes de chuva aumentarão entre o Paraguai, sul de MS e entre o sul do PR e o norte do RS. O sistema frontal não avançará para o Sudeste do país, pois no dia subsequente o sistema sofrerá outro recuo para sul até o extremo norte do RS. Com a queda de temperatura em parte do Sul do país, haverá chance de geada localizada no sul do RS, onde haverá aberturas de sol e ventos mais fracos. Não há diferenças significativas entre os modelos até as próximas 72hs. Apenas o modelo BRAMS subestima os valores de precipitação para o centro-sul do Brasil, assim como os valores das isóbaras, mas este comportamento vem sendo observado quase sempre. Para 96 hs o modelo GFS indica a instabilidade mais significativa mais ao sul em relação ao modelo ETA15, em virtude do posicionamento do sistema estacionário. Sobre o litoral do Nordeste os ventos úmidos do oceano de sudeste poderão favorecer nuvens baixas e chuva fraca apenas. A pancada de chuva gerada principalmente pelo aquecimento diurno e umidade ficará restrita no extremo norte do continente.
 Elaborado pela Meteorologista Caroline Vidal
