

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

MARCELO RODRIGUES DE ÁVILA

**CENÁRIOS DA EXPANSÃO URBANA E DA LEGISLAÇÃO E
OS REFLEXOS NA COBERTURA VEGETAL ARBÓREA E
ARBUSTIVA NA CIDADE DE AMERICANA-SP**

Rio Claro - SP
2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

MARCELO RODRIGUES DE ÁVILA

**CENÁRIOS DA EXPANSÃO URBANA E DA LEGISLAÇÃO E
OS REFLEXOS NA COBERTURA VEGETAL ARBÓREA E
ARBUSTIVA NA CIDADE DE AMERICANA-SP**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Campus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geografia.

Orientador(a): Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Rio Claro - SP
2015

333.709 Ávila, Marcelo Rodrigues de
A958c Cenários da expansão urbana e da legislação e os reflexos
na cobertura vegetal arbórea e arbustiva na cidade de
Americana-SP / Marcelo Rodrigues de Ávila. - Rio Claro,
2015
189 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots. + 6 mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Andréia Medinilha Pancher

1. Geografia ambiental. 2. Urbanização. 3. Vegetação. 4.
Usos do solo urbano. 5. Fotointepretação. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

MARCELO RODRIGUES DE ÁVILA

**CENÁRIOS DA EXPANSÃO URBANA E DA LEGISLAÇÃO E
OS REFLEXOS NA COBERTURA VEGETAL ARBÓREA E
ARBUSTIVA NA CIDADE DE AMERICANA-SP**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher (Orientadora)
IGCE/UNESP/Rio Claro-SP

Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas
IGCE/UNESP/Rio Claro-SP

Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho
ESALQ/USP/Piracicaba-SP

Resultado: APROVADO

Rio Claro-SP, 03 de novembro de 2015

Dedico...

A meus pais, Antonio e Nadir, que me deram toda a base para a vida, com dedicação e carinho. Vocês foram fundamentais nesta conquista.

À minha esposa Juliana, verdadeira companheira e amiga, que está presente em todos os momentos, que soube ser compreensiva e paciente durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha irmã Daiani, por você ser essa pessoa carinhosa e amiga.

Agradecimentos

A Deus, que orchestra minha vida de forma brilhante, me dando saúde e sabedoria para vencer os desafios que a vida me impõe.

Aos meus pais, por serem meu alicerce e meu porto seguro. Vocês são os verdadeiros responsáveis pelo que sou hoje, pelas minhas conquistas. Obrigado!

À minha esposa Juliana, uma mulher fantástica, fiel e amiga, com quem compartilho meus sonhos, anseios e medos. Essa conquista é nossa!

À Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher, não apenas uma orientadora, mas uma amiga, estando sempre presente em todos os momentos, seja nos pedidos de "socorro" quanto nas comemorações das conquistas. Você é uma pessoa e uma profissional admirável.

À banca examinadora, composta pela Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas e pelo Prof. Dr. Demóstenes Ferreira da Silva Filho, pelas observações e orientações relacionadas à pesquisa desenvolvida, importantes para a formação de bagagem para futuros trabalhos a serem desenvolvidos em nível acadêmico.

Ao Pessoal da Biblioteca, sempre muito solícitos e dispostos a ajudar.

À Prefeitura Municipal de Americana/SP, em especial ao Fernando Ferrari, da Secretaria de Planejamento, por todas as informações e materiais concedidos.

À Stratura Asfaltos S/A, em especial ao Eng.º Emerson J. Simoso, pela paciência, compreensão e flexibilidade de horário, fato fundamental para minha formação acadêmica.

E a todas as pessoas que estiveram comigo durante esta etapa da vida que Deus me permitiu viver, pessoas estas que de maneira direta ou indireta, colaboraram das mais diferentes formas para a concretização dessa pesquisa.

RESUMO

Nas áreas urbanas, a cobertura vegetal se constitui num elemento importante, na medida em que proporciona benefícios a este ambiente dinâmico e intensamente alterado pela ocupação antrópica. No entanto, ao longo do tempo, o processo de crescimento das cidades ocorreu com a diminuição ou a supressão total das áreas de matas e florestas, estas já muito alteradas pelo avanço das fronteiras agrícolas em períodos pretéritos ao processo de urbanização. Desta forma, o objetivo fundamental desta pesquisa foi avaliar a expansão da cidade e os reflexos na distribuição e na concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva no município de Americana-SP, através da análise de mosaicos de imagens aerofotogramétricas dos cenários de 1977, 1996 e 2008. Para tal, foi realizado o mapeamento desta cobertura vegetal e dos diferentes usos do solo urbano nos três cenários. O mapeamento foi efetuado por meio de fotointerpretação dos mosaicos em tela de computador, através da vetorização manual das feições de interesse, no *software* ArcGIS 10.0. Ao mesmo tempo, foi consultada a legislação referente à proteção ambiental e à expansão urbana no município para os períodos em questão, possibilitando compreender sua consequência na realidade encontrada em cada cenário. Desta forma, observou-se o aumento da cobertura vegetal arbórea e arbustiva ao longo do tempo, onde, em 1977, sua ocupação correspondia a 8,8% da área de estudo, passando, em 2008, a ocupar 14,3%, ou seja, um aumento de 62,5%. No entanto, apesar da melhora em razão das políticas pautadas no aparato legislativo, verificou-se que essa não refletiu diretamente em benefício à população local, já que a oferta desta cobertura vegetal presente em parques e praças, estes dedicados ao lazer, se manteve baixa ao longo dos cenários. Além disso, mais de 50% da referida cobertura vegetal, em todos os cenários, encontra-se fora da área densamente urbanizada, estando presente principalmente em forma de mata ciliar. Em vista disso, nota-se atualmente a intensificação de políticas relacionadas à arborização urbana, no qual os reflexos destas poderão ser observados em cenários futuros.

Palavras-chave: Cobertura vegetal. Usos do solo urbano. Fotointerpretação.

ABSTRACT

In urban areas the vegetation cover is an important element, in the degree that it provides with benefits this dynamic and, extremely altered by anthropic occupation environment. However, in a long time, the development of cities happened with the partial or complete suppression of woods and forests. These woods and forests had already been altered by the advancement of the agricultural areas previously to the urbanization process. Hence, the main objective of this research was to evaluate the expansion of the city and its results in the concentration and distribution of the shrubby and arboreal vegetation covering in Americana, São Paulo, through the analyses of aerophotogrammetric images from the area in 1977, 1996 and 2008. In order to achieve it, a mapping was developed showing this vegetation cover and the different usages of the land in the three periods established. The mapping was made through photointerpretation of the images in a computer screen, through the manual vectorization of the features of interest in the software ArcGIS 10.0. At the same time the legislations concerning environmental protection and urbanization from the same periods were consulted making it possible to understand its consequences in the reality found for each of the researched scenarios. This way, it was possible to observe an increase in the shrubby and arboreal vegetation covering, that in 1977 was 8.8% of the analyzed area and in 2008 came to cover 14.3% of the analyzed area, representing an increase of 62.5%. However, despite the improvement brought by the politics based on the legislative apparatus, this increase did not bring any benefits to the population since the supply of vegetation cover in leisure areas like parks and squares was always low throughout all times. Besides, more than 50% of this vegetation cover in all periods can only be found outside densely populated areas, being present mostly in the way of riparian forests. Because of this, it is possible to notice a growth in number of policies related to urban afforestation. Their results will likely be seen in future observations of the urban scenery.

Keywords: Vegetation cover. Urban soil use. Photointerpretation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Vilas e cidades brasileiras criadas até 1720	33
Figura 02 - Evolução da população urbana e rural no Brasil entre os anos de 1872 e 2010	36
Figura 03 - Evolução da população brasileira entre os anos de 1872 e 2010	36
Figura 04 - Localização do município de Americana	40
Figura 05 - Evolução urbana de Americana entre as décadas de 1940 e 2000	44
Figura 06 - Cartilha de arborização urbana desenvolvida pela Secretaria do Meio Ambiente de Americana – Lado externo e interno	54
Figura 07 - Variação média anual de precipitação (mm) e temperatura (°C) em Americana	59
Figura 08 - Espectro de reflectância de uma folha de vegetação verde e sadia	86
Figura 09 - Curvas de reflectância espectral de uma folha de milho com diferentes teores de água	87
Figura 10 - Síntese da sequência metodológica adotada	91
Figura 11 - Esquema de recorte das margens das imagens aerofotogramétricas	94
Figura 12 - Recorte do mosaico de imagens aerofotogramétricas de 2008 para teste do método de classificação digital	99
Figura 13 - Resultado final do teste de classificação digital	100
Figura 14 - Vetorização manual em tela de computador da cobertura vegetal arbórea e arbustiva	102
Figura 15 - Pontos de verificação coletados em campo através de GPS	110
Figura 16 - Registro fotográfico em terreno das feições fotointerpretadas referentes à cobertura vegetal arbórea e arbustiva	113
Figura 17 - Registro fotográfico em terreno das feições fotointerpretadas referentes ao uso do solo urbano	114
Figura 18 - Uso do solo urbano em 1977	116
Figura 19 - Distribuição das diferentes classes de uso do solo urbano em 1977	118
Figura 20 - Cobertura vegetal arbórea e arbustiva em 1977	120

Figura 21 - Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano em 1977	121
Figura 22 - Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva em relação à localização em 1977	122
Figura 23 - Uso do solo urbano em 1996	124
Figura 24 - Distribuição das diferentes classes de uso do solo urbano em 1996	126
Figura 25 - Cobertura vegetal arbórea e arbustiva em 1996	128
Figura 26 - Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano em 1996	129
Figura 27 - Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva em relação à localização em 1996	130
Figura 28 - Uso do solo urbano em 2008	132
Figura 29 - Distribuição das diferentes classes de uso do solo urbano em 2008	133
Figura 30 - Cobertura vegetal arbórea e arbustiva em 2008	136
Figura 31 - Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano em 2008	137
Figura 32 - Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva em relação à localização em 2008	138
Figura 33 - Taxa de urbanização de Americana entre 1940 e 2010	139
Figura 34 - Ocupação urbana entre os cenários de estudo	140
Figura 35 - Incremento populacional em Americana entre os censos demográficos	141
Figura 36 - Usos do solo urbano entre os cenários de estudo	142
Figura 37 - Variação dos usos de características urbanas e não urbanas entre os cenários de estudo	143
Figura 38 - Variação das áreas dos diferentes usos do solo urbano nos cenários de estudo	146
Figura 39 - Evolução da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os cenários de estudo	147
Figura 40 - Percentual de crescimento da cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os cenários de estudo	148

Figura 41 - Cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os cenários de estudo	150
Figura 42 - Variação da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva de acordo com sua localização nos diferentes cenários de estudo	152
Figura 43 - Variação da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano nos cenários de estudo	153

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Leis Federais, Estaduais e Municipais de relevância à cobertura vegetal	55
Tabela 02 - Crescimento populacional de Americana	58
Tabela 03 - Efeitos da urbanização sobre a biosfera nas cidades	63
Tabela 04 - Funções da arborização urbana e suas implicações ecológicas e sociais	71
Tabela 05 - Classes de exatidão cartográfica	97
Tabela 06 - Limites do PEC e do EMQ em relação à exatidão planimétrica .	97
Tabela 07 - Classes do uso do solo urbano e suas respectivas chaves de interpretação	103
Tabela 08 - Trabalhos de campo, objetivos e períodos de realização	105
Tabela 09 - Classificação da cobertura vegetal arbórea e arbustiva conforme sua localização	107
Tabela 10 - PEC Planimétrico calculado para os aerolevantamentos de 1977, 1996 e 2008	111

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. A CIDADE: CENÁRIO DA RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA	23
3. A CIDADE “COMO FLOR EXÓTICA”	31
3.1 O município de Americana no contexto do processo de urbanização brasileira	38
3.1.1 Características históricas e políticas	38
3.1.2 Características físico-territoriais	57
4. MEIO AMBIENTE URBANO, COBERTURA VEGETAL E ESTUDOS TEMPORAIS	61
5. GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DA COBERTURA VEGETAL	75
6. MATERIAL E MÉTODOS	89
6.1 Material	89
6.1.1 Documentos cartográficos	89
6.1.2 Produtos de sensoriamento remoto	89
6.1.3 <i>Software</i> e equipamentos	90
6.2 Métodos	90
6.2.1 Revisão bibliográfica	92
6.2.2 Seleção das imagens aerofotogramétricas	92
6.2.3 Atualização da Planta Cadastral Digital e tratamento das imagens aerofotogramétricas	92
6.2.4 Criação de <i>layers</i> e vetorização de feições mapeáveis	98
6.2.5 Trabalhos de campo	105
6.2.6 Elaboração dos mapas temáticos	105
6.2.7 Análise espacial	106
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS	109
7.1 Cenário: 1977	115
7.2 Cenário: 1996	122
7.3 Cenário: 2008	130
7.4 A cidade de Americana: um panorama entre os cenários de 1977, 1996 e 2008	138
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
REFERÊNCIAS	163

APÊNDICE A – Pontos de verificação e cálculo do EMQ para o mosaico de imagens do aerolevanteamento de 2008	177
APÊNDICE B – Pontos de verificação e cálculo do EMQ para o mosaico de imagens do aerolevanteamento de 1996	183
APÊNDICE C – Pontos de verificação e cálculo do EMQ para o mosaico de imagens do aerolevanteamento de 1977	187

1. INTRODUÇÃO

O homem, a partir do domínio das técnicas de agricultura, deixou de ser nômade para se fixar em um território, permitindo criar uma identidade com o “lugar”, sendo este transformado/adaptado conforme suas necessidades de sobrevivência e de conforto. No decorrer dos tempos históricos, a organização social humana foi se mostrando cada vez mais complexa e a modificação do espaço foi se tornando crescente e irreversível.

Neste contexto, segundo Santos (2006), as funções do espaço foram se modificando na medida em que novas necessidades foram criadas pelo homem no decorrer da história, pautadas, nas sociedades modernas, basicamente em questões econômicas. Neste sentido, a cidade, que foi recebendo maior importância a partir da primeira revolução industrial, que se iniciou na segunda metade do século XVIII, foi ganhando contingentes cada vez maiores de pessoas, se tornando, como é observado nos dias de hoje, o principal lugar de vivência do homem.

O modo de vida urbano, direcionado sob a ótica capitalista, acabou por intensificar problemas relacionados à degradação ambiental. A cidade, que na maioria das vezes cresce sem um planejamento adequado, se tornou, segundo Spósito (2003), a expressão máxima de apropriação da natureza, de sua transformação, sendo ela considerada por excelência a não natureza, mesmo estando submetida às dinâmicas naturais.

Os aspectos ambientais no meio urbano apresentam relação direta com a qualidade de vida de sua população. Desta forma é uma temática de extrema relevância para o planejamento urbano, uma vez que, conforme expõe Rocha (1991), o comportamento humano, dentre outros parâmetros, é regido por fatores ambientais. Portanto, observa-se que o planejamento ambiental deve estar integrado ao planejamento urbano.

A cobertura vegetal, neste contexto, que representa, segundo Segawa (1996), a suposta rudez e a desordem da natureza, é um contraponto ao ambiente densamente construído da cidade, que traduz a ordem alcançada pela civilização. Além de trazer diversos benefícios, não só estéticos, mas também ambientais e psicológicos, a presença da cobertura vegetal no meio urbano, com destaque para

as de porte arbóreo e arbustivo, suaviza a percepção dos efeitos negativos advindos das áreas construídas, podendo estas estar presentes em parques, praças, matas ciliares, bosques, acompanhamento viário, entre outros.

Essa cobertura vegetal foi, por muito tempo, negligenciada pelo homem no meio urbano. Somente entre os séculos XVII e XVIII observaram-se, inicialmente na Europa, algumas iniciativas de mantê-la existente nas cidades, através de construção de jardins botânicos e passeios públicos. A partir daí, segundo Segawa (1996), a natureza, a paisagem e o jardim, compostas, sobretudo, por vegetação, passaram a ser visualizados de forma mítica, pelo seu poder de inspirar emoções e sentimentos.

Nas cidades brasileiras o reconhecimento dos benefícios da cobertura vegetal no meio urbano é, em geral, recente, sendo tema de preocupação no planejamento urbano, ainda que inicialmente de forma tímida, a partir da década de 1960, com a instituição de aparatos legislativos de ordem ambiental no país.

Dentro desta realidade está o município de Americana, localizado no Estado de São Paulo. Historicamente, seu crescimento urbano esteve intimamente relacionado com a expansão industrial do ramo têxtil, o que favoreceu um crescimento populacional considerável, apresentando taxas elevadas de urbanização já na década de 1940. Nos dias atuais, a cidade, que está localizada no território a oeste da represa Salto Grande, se apresenta densamente ocupada, comportando uma população de um pouco mais de 225 mil habitantes. Essas características geraram indagações quanto à concentração e distribuição da cobertura vegetal na cidade, considerando a importância desta, além de outros fatores, na promoção da qualidade de vida da população.

Para compreender a atual realidade encontrada na cidade foi necessário efetuar um estudo histórico. Este tipo de abordagem, segundo Lima (2002), é considerado um importante instrumento para o conhecimento e compreensão das particularidades da cidade, das formas de gestão e planejamento urbano que se sucederam ao longo do tempo, possibilitando a formação de um quadro de referência local, propiciando subsídios de análise quanto às questões urbanas contemporâneas.

Para estudos desta natureza, a Geografia tem significativa contribuição, já que, segundo Mendonça (2005), é uma ciência que desde sua formação se propõe a estudar a relação entre os homens e o espaço geográfico. Esta abrange conhecimentos e instrumentos valiosos que auxiliam na análise e compreensão da produção e reprodução deste, contribuindo para o planejamento e organização do território. A ciência em questão utiliza recursos tecnológicos que fornecem informações cada vez mais precisas do território, com destaque às geotecnologias, entre as quais se podem destacar os produtos sensores, que possibilitam uma visão integrada da área estudada, tanto em tempos atuais quanto pretéritos, e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que permite a integração de informações de diversas naturezas para a realização de análises espaciais.

Frente aos pressupostos apresentados, esta pesquisa teve como objetivo fundamental avaliar os reflexos da expansão urbana na densidade e na distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva na cidade de Americana-SP, considerando-se os cenários de 1977, 1996 e 2008, com suporte nas geotecnologias. Para tal, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Identificar e analisar a cobertura vegetal arbórea e arbustiva na área urbana com ênfase em análise interpretativa de imagens;
- ✓ Analisar o avanço da área urbana nos cenários de 1977, 1996 e 2008 e a interferência deste processo na densidade e na distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva, relacionando com os diferentes usos do solo urbano;
- ✓ Avaliar as alterações ocorridas na densidade e na distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos cenários de 1977, 1996 e 2008.
- ✓ Relacionar a realidade encontrada nos diferentes cenários com as políticas municipais de expansão da cidade e de proteção ambiental;

Para a realização desta pesquisa, é importante considerar que não foi analisado o território municipal denominado como "pós-represa". Este está localizado a leste da represa Salto Grande, apresentando basicamente atividades rurais, não sendo o foco desta pesquisa, que considera a relação com a ocupação urbana.

Outro fato a ser considerado é que a cobertura vegetal do tipo gramínea não foi analisada. É amplamente reconhecida sua importância para a fauna e a flora, no entanto, seu impacto paisagístico e sua função ecológica para manutenção de um ambiente urbano mais equilibrado passam, muitas vezes, despercebidos aos olhos dos habitantes de uma cidade, recebendo menor importância quando comparada com vegetação de porte arbóreo e arbustivo.

2. A CIDADE: CENÁRIO DA RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA

A cidade é considerada como o símbolo de conquista e de "autossuficiência" frente à natureza selvagem. É frequentemente vista como sinônimo de civilidade, da não natureza, sendo a expressão máxima da substituição do meio natural por um meio cada vez mais artificializado. Sempre esteve presente na história de diferentes sociedades, que de maneira particular a cada período e a cada civilização, esta última localizada nas diferentes frações da superfície terrestre, se apresenta como "centros de vida social e política onde se acumulam não apenas riquezas como também conhecimentos, as técnicas" (LEFEBVRE, 2001, p. 12). Ao longo do processo histórico de formação de nossa sociedade o espaço urbano se consolidou como um lugar de encontros, mediações, trocas, possibilidades e de esperança.

O domínio das técnicas de agricultura foi o marco para o desenvolvimento da sociedade complexa tal como conhecemos hoje. A partir deste fato histórico o homem criou vínculos a um território, estabelecendo uma identidade com o lugar, surgindo assim os primeiros aglomerados humanos. Ao mesmo tempo, o homem começou, ainda que de forma modesta, a se "desvincular" da natureza, se vendo como um ser a parte. A natureza, ao longo do tempo, foi sendo considerada obscura, selvagem, devendo ser dominada e explorada. Era comum, por exemplo, segundo Segawa (1996), no imaginário das sociedades ocidentais dos séculos XVII e XVIII, considerar que o progresso da humanidade somente seria possível com o domínio das florestas, que como refúgio de seres selvagens e perigosos, representava um verdadeiro obstáculo ao desenvolvimento.

Por outro lado, a natureza sempre foi objeto de curiosidade. Por muito tempo, as florestas, ambiente desconhecido pelo homem, eram vistas com admiração e divindade. Segawa (1996) explica que no pensamento grego, o mundo exterior (a natureza selvagem) era colocado dentro de uma esfera mitológica, dotado de uma lógica própria, que independia da ação do homem, e de um espírito que estava além da compreensão humana. No Renascimento, a natureza ganha novas perspectivas, apresentando uma interpretação teológica. Do ancestral temor pelo natural, observado principalmente na idade média, a natureza transforma-se num culto religioso, estético, através de uma sensibilidade visual introduzida pela pintura, que levou a apreciação da paisagem à condição de sublime. Até o século XVI, a

paisagem natural aparecia em segundo plano em cenas da vida cotidiana, de motivos religiosos, históricos ou mitológicos. A partir de então, a natureza tornava-se o tema comum em pinturas e gravuras.

Na Europa dos séculos XVII e XVIII, se tornavam cada vez mais comuns as manifestações de apreço a natureza e a paisagem. Na Inglaterra, por exemplo, de acordo com Segawa (1996), hinos de louvação a Deus e à natureza compuseram o cotidiano dos rituais anglicanos. Nas pinturas, a vida campesina era valorizada de forma idealizada (pois não eram retratadas as realidades ásperas da vida do campo) em depreciação a vida urbana crescente nas principais cidades europeias. No cotidiano da vida urbana da classe média inglesa, a natureza se incorporava gradativamente, se tornando um hábito o cultivo de árvores, flores e jardins. Houve neste período um aumento significativo de parques que, originalmente, eram reservas fechadas de caça criadas no século X. Esses parques simbolizavam os padrões estéticos que a burguesia inglesa passava a valorizar para o seu usufruto. Já numa esfera privada, os jardins eram, nesta época, amplamente valorizados na literatura inglesa, na qual era ressuscitada “a visão da mata como local de privacidade e meditação, o jardim fechado como símbolo de repouso e harmonia” (SEGAWA, 1996, p. 29). Neste contexto, a natureza não era somente considerada bela, mas moralmente benéfica.

Vale ressaltar que até a Idade Média e no período imediatamente seguinte, o plantio de árvores nas cidades não era usual. Segundo Segawa (1996), os espaços livres nos intramuros das cidades medievais eram raros e, quando existiam, eram de uso religioso ou militar. A natureza em forma de jardins e parques somente surgiu a partir do século XVI, se limitando a espaços privados, reservados aos reis e à nobreza. A primeira iniciativa que se tem documentado de plantio de árvores em espaço público ocorreu no final deste mesmo século, na cidade belga de Antuérpia. Já no século XVII, o rei Luís XIV promoveu o plantio de árvores em avenidas localizadas nas áreas de expansão da cidade de Paris. Em Londres, após o grande incêndio de 1666, a área urbanizada conheceu uma grande expansão. Nas novas áreas ocupadas pela urbanização, foram construídas as conhecidas *squares* inglesas, que eram áreas verdes emolduradas arquitetonicamente, muitas de acesso restrito a classe burguesa que viviam em suas vizinhanças. Pode-se considerar que

a partir do século XVII, toda cidade importante na Europa tinha seu passeio ajardinado.

Observa-se a partir de então uma nova dinâmica urbana: o novo, representado pelo jardim em detrimento do velho representado pela praça. Entre os séculos XVI e XVII, o jardim e a praça abrigaram a convivência dos opostos, ou seja, o jardim como o antídoto a praça, ao modo de vida medieval, ao antigo. Desta forma, pode-se considerar que

o sentido de ordem vai presidir as grandes intervenções urbanas processadas na trama urbana medieval ou nas novas áreas de ocupação das cidades europeias. O emaranhado tecido de estreitas e abafadas vielas e ruas do passado vai gradativamente sendo substituído por largas, luminosas e arejadas vias de comunicação - o espaço urbano ganha novas referências com as perspectivas inéditas de avenidas retas; fontes, chafarizes, obeliscos, rampas, escadarias, em recintos ao ar livre arquitetonicamente homogeneizados, vão configurar uma cenografia à altura da afluência do absolutismo real, do poder eclesiástico e da nascente burguesia mercantil no panorama europeu e na esteira dos grandes desastres que conturbaram importantes aglomerados - álibi últimos para a reformulação do caráter de alguns espaços públicos. [...] A massa popular - cor, protagonista e substância catalisadora da praça pública - cede seu lugar à glorificação do rei nas *places royales*; o jardim público torna-se um monumento ao verde - espaço ao culto e ao repositório de significados da natureza idealizada pelo ser humano. O passeio ajardinado será a instância radical do estabelecimento da ordem pública, o grande teatro aonde os homens vão se "comportar como atores, a fim de serem sociáveis uns com os outros na cidade", a visão de Sennett. Os atores e os figurinos estão definidos: não mais a massa popular, mas segmentos sociais privilegiados com a expansão das classes mercantil e burguesa (e seus subprodutos) nas grandes cidades do século XVIII, em busca de formas de promoção social mediante novas formas de sociabilidade, cuja prática contemplou palcos e plateias calcados nos modelos da aristocracia francesa ou britânica. Não o verde planejado e reservado de Versalhes dos reis, mas resíduos (charcos ou terrenos inúteis para aproveitamento econômico) ou periferias urbanas de muralhas parisienses seiscentistas, bulevares que, antes de protegerem a cidade, cerceavam o seu crescimento (SEGAWA, 1996, p. 48).

Essa nova configuração urbana visualizada na Europa neste momento histórico foi reflexo do crescente poder econômico da burguesia urbana, que culminou na revolução industrial na Inglaterra ao final do século XVIII. Até este período a sobrevivência das cidades dependia totalmente do campo. As trocas comerciais que eram realizadas nestas eram basicamente de produtos agrícolas. Neste contexto, segundo Santos (2009), a sociedade vivia no que é denominado "meio natural", na qual a natureza era a base material de sobrevivência do homem, que por sua vez, tirava dela, sem grande modificação das condições naturais, o que lhe era imprescindível para a manutenção da vida.

Com a revolução industrial iniciou-se a transição para o chamado de "meio técnico". O território começou a se mecanizar. A máquina a vapor mudou radicalmente as relações sociais. A partir de então ao homem foram atribuídos

novos poderes - o maior dos quais é a prerrogativa de enfrentar a Natureza, natural ou já socializada, vinda do período anterior, com instrumentos que já não são prolongamentos do seu corpo, mas que representam prolongamentos do território, verdadeiras próteses. Utilizando novos materiais e transgredindo a distância, o homem começa a fabricar um tempo novo, no trabalho, no intercâmbio, no lar. Os tempos sociais tendem a se superpor e contrapor aos tempos naturais (SANTOS, 2006, p. 158).

De acordo com Santos (2006), o comércio se torna crescente e a cidade passa a ser o centro deste novo modelo de relação entre sociedade e natureza. Com as inúmeras fábricas que se instalaram inicialmente em suas redondezas (limitada em um primeiro momento às inglesas e em outras poucas europeias), a cidade viu sua população se multiplicar graças à vinda de camponeses para o trabalho nos novos estabelecimentos industriais. Ao mesmo tempo, a poluição ambiental já era amplamente notada e a alteração/degradação da natureza ganhou velocidade.

A indústria, que inicialmente se instalara fora das cidades, próxima das fontes de matérias-primas, cada vez mais, quando possível, foi se aproximando dos centros urbanos, chegando ao ponto de estas criarem suas próprias cidades, aglomerações industriais. Lefebvre (2001, p.16) aponta neste contexto um processo de aspectos conflitantes: "industrialização e urbanização, crescimento e desenvolvimento, produção econômica e vida social". É visível o choque entre a realidade urbana e a realidade industrial. A cidade cresce para atender basicamente os interesses das indústrias: surgem estabelecimentos diversos, centros bancários e financeiros, técnicos, políticos. Os recursos urbanos são direcionados principalmente para a construção de infraestruturas que atendam as fábricas, como a construção de estradas de ferro, portos etc. Neste contexto, o culto a natureza, através dos jardins e passeios públicos, deixa de ser objeto de preocupação urbana, abrindo espaço para a produção industrial e a acumulação de riquezas.

Com a emergência da indústria e o enraizamento do capitalismo industrial e concorrencial, a transformação do espaço foi se tornando cada vez mais "rápida e profunda, gerando novas formas e configurações espaciais, novo ritmo de vida, novo relacionamento entre as pessoas, novos valores" (CARLOS, 1994, p. 27). Neste

contexto, o espaço urbano se porta como "modificador", sendo o centro da relação sociedade-natureza e, ao mesmo tempo, é "modificado", consequência do desenvolvimento das forças produtivas e da sua influência na sociedade, no modo de vida e na paisagem urbana.

A partir da década de 1970, a relação sociedade-natureza avança para outro patamar. Com a invenção do computador e posteriormente da *Internet* as distâncias entre as nações são superadas, graças à velocidade com que as informações são transmitidas e recebidas ao redor do mundo. A informação se torna o maior tesouro desta sociedade. Santos (2006), a partir de Richta (1968), considera este período como "meio técnico-científico-informacional", ou seja, há uma profunda interação entre técnica e ciência e, a informação, por sua vez, como a "energia" do desenvolvimento econômico e produtivo, uma vez que, "os objetos técnicos tendem a ser ao mesmo tempo técnicos e informacionais, já que, graças à extrema intencionalidade de sua produção e de sua localização, eles já surgem como informação" (SANTOS, 2006, p. 159).

A informação se globaliza. A cidade do meio técnico-científico-informacional, principalmente as grandes metrópoles, se torna um espaço mundial. Sua população aumenta consideravelmente, muitas vezes sem estarem preparadas para o novo contingente populacional, se tornando definitivamente o local de vivência do homem. As relações dos indivíduos são cada vez mais orquestradas por decisões tomadas a milhares de quilômetros de sua residência (CARLOS, 1994). O motor de desenvolvimento, a partir de então, conforme assinala Rodrigues, A. M. (2013), não é mais a indústria e sim a produção do urbano. Ao mesmo tempo, as novas formas de economia, cada vez mais distanciadas dos antigos modos de produção, são cada vez mais gerenciadas pelo Estado, sendo nas cidades onde ocorre o efetivo controle do modo de produção urbana, através do alargamento e sofisticação do setor de serviços (SANTOS, 1994). Ainda para o autor,

em passado recente, a grande cidade era relativamente plástica. Ia acolhendo as novas mudanças sem alteração intrínseca de seus objetos físicos, ainda que estes aumentassem em tamanho, em funcionalidade, e buscassem uma nova ordem. Os novos modos de ser se adaptaram às velhas formas de ser. Hoje é diferente. Os lugares destinados às atividades hegemônicas são o retrato da intencionalidade que preside à sua criação, intencionalidade exigente e exclusiva cujos paradigmas são os edifícios e áreas inteligentes. Espaços detalhadamente preparados para exercer

funções mais precisas, o seu valor específico é, assim, realçado, criando ecologias exigentes (SANTOS, 1994, p. 37)

Na realidade atual, o modo de vida das pessoas, no espaço urbano, se modifica com tal rapidez quanto se reproduz a cidade (CARLOS, 1994), se tornando um espaço cada vez mais contraditório, no qual se visualiza uma segurança insegura (exemplo dos bairros fechados por seus grandes muros, pela insegurança frente ao “externo”), um conforto desconfortável (conforto das moradias e os efeitos, por exemplo, das ilhas de calor nos centros urbanos), uma inclusão com exclusão (a inclusão das pessoas com poder aquisitivo e a exclusão das desfavorecidas), entre outros.

A relação das pessoas passa pela relação das coisas, mediada pelo dinheiro, gerando uma hierarquia social, onde tudo se transforma em mercadoria, no qual “o homem passa a ser avaliado pela sua capacidade de ‘ter coisas’” (CARLOS, 1994, p. 20), estando ele, segundo Balandier (1997), aprisionado dentro de um verdadeiro jogo de aparências, onde todos são “compradores”, em busca de imagens e promessas associadas a um objeto, com a esperança da firmação e da mobilidade social. O nível de consumo se torna a característica principal de identificação cultural.

A partir de Ducan e Ducan (1984), Corrêa (2003) afirma que, no contexto da sociedade de consumo, as políticas de ordenamento urbano visam basicamente preservar o *status* de seus habitantes. A preservação do ambiente natural e socialmente construído, a criação de normas para o controle da arquitetura de antigas e novas construções e a manutenção de baixas densidades de ocupação são exemplos de políticas que visam, sobretudo, a manutenção do valor de troca de bens imóveis, preservando o valor simbólico, contido na paisagem, a favor de uma elite econômica.

A expansão urbana, na sua quase totalidade sem um planejamento adequado, reflete em impactos ao meio ambiente. A valorização da terra nas zonas centrais das cidades conduz o contingente populacional, cuja maioria é de camponeses que vieram trabalhar na indústria, para as zonas periféricas, processo que Lefebvre (2001) chama de suburbanização. Esses subúrbios, ao redor da cidade, são em geral áreas de reservas florestais ou de mananciais, que a partir de então sofrem impactos negativos com a pressão urbana. Mais tarde, uma nova onda

de suburbanização é visualizada, agora por uma população de alto poder aquisitivo. Para esta, habitar o subúrbio significa

aproveitar-se da infraestrutura urbana e ao mesmo tempo “fugir” dos incômodos das áreas centrais, como poluição, congestionamento de veículos, insegurança e falta de áreas livres e verdes, preferindo-se, portanto, a paisagem suburbana, que se aproxima mais da paisagem campestre, de verde e paz (DACANAL, 2004, p. 71).

Desta forma o ambiente natural no urbano se apresenta de grande importância na funcionalidade residencial, impondo valores monetários elevados para quem quer desfrutar dos benefícios gerados por este, sendo possível apenas para a população economicamente favorecida. Assim,

o ambiente construído e natural adquire uma importância cada vez maior, destacando a natureza como recurso e como valor de uso, reforçando os ambientes naturais como valor para a produção de um novo espaço, transformando-os em áreas urbanizáveis. Assim, pelo uso e apropriação privada da beleza verde da paisagem, do ar puro, da água, entre outros valores que se especializam, localizando-se e constituindo-se em lugares de maior valorização, eles são produzidos em relação a uma centralidade, tornando-se “raros” e adquirem um novo significado – espaços residenciais em potencial [...]. (PENNA, 2002, não paginado).

Neste contexto, o consumo da paisagem urbana (como uma mercadoria) e, em consequência, do remanescente da paisagem natural, em prol, basicamente, da maximização dos lucros, tem gerado problemas sérios e preocupações a sociedade. Poluição das águas fluviais e do lençol freático, ar atmosférico irrespirável, aumento da temperatura nas áreas centrais das cidades (ilhas de calor), chuvas ácidas, desaparecimento da vegetação, aumento progressivo da produção de lixo e ausência de lugares para sua disposição são resultados deste consumo e da vida concentrada nas cidades.

Nesta realidade, a cobertura vegetal, objeto da presente pesquisa, que representa a antítese ao ambiente densamente construído das cidades, além de trazer diversos benefícios, não só estéticos, como ambientais e psicológicos, suaviza a percepção destes efeitos negativos advindos transformação da natureza como recurso. Desta forma, o reconhecimento de seus benefícios tem gerando uma retomada de sua busca nas cidades, já que a vegetação anteriormente existente foi, em um primeiro momento, suprimida pelo avanço das fronteiras agrícolas e, posteriormente, pela própria urbanização.

3. A CIDADE "COMO FLOR EXÓTICA"

A cidade, nos primórdios da colonização espanhola e portuguesa na América Latina, era basicamente, segundo Santos (2009), uma forma de dominação e demonstração de poder sobre o território colonizado. A cidade cresceu aqui "'como flor exótica', pois sua evolução vai depender da conjunção de fatores políticos e econômicos, e o próprio desenho urbano, importado da Europa, vai ser modificado" (SANTOS, 2009, p. 20).

Marx (1991), em seu estudo sobre as cidades no Brasil, afirma que no início verificou-se muito mais um processo de geração de cidades do que um processo de urbanização. Deixava-se de lado qualquer preocupação urbanística e a sua expansão ocorria de maneira espontânea, garantindo a demarcação de fronteiras e o domínio sobre as terras conquistadas. Nelas se realizava a articulação entre a colônia e a metrópole, sendo o local de transferência de riquezas à coroa portuguesa, geradas a partir da expansão da agricultura comercial e da exploração mineral, tornando essas cidades internacionais antes mesmo de serem nacionais. Neste contexto, Godoy e Bray (2003) afirmam que o Brasil teve um caráter urbano antes mesmo do rural, uma vez que as cidades dependiam menos da influência vinda do campo do que da política administrativa estabelecida pela metrópole.

Verifica-se então que a cidade foi a base do controle português sobre o Brasil colonial. No entanto, segundo Holanda (1956), deve-se considerar que a vida social na colônia recebia, até meados do século XVIII, forte influência da ditadura dos domínios rurais. O campo não era somente dedicado à lavoura, mas era a morada dos mais ricos. Estes, por sua vez, iam à cidade somente em períodos de festejos e solenidades ou quando exercia alguma função política, função esta que normalmente era desempenhada pelos senhores de terras. Desta forma, suas casas na cidade permaneciam fechadas quase todo o ano, estando elas, frequentemente, descuidadas, contrastando com o zelo e o luxo das moradias rurais, que recebiam, com ostentosa generosidade, os hóspedes e visitantes. Nas cidades apenas residiam alguns funcionários da administração, oficiais de justiça e de guerra, oficiais mecânicos e mercadores em geral.

As atividades econômicas urbanas até meados do século XVII, conforme exposto por Reis Filho (1968), não tinham uma dinâmica própria, estando ligadas à

parcela permanente de sua população. O pequeno comércio resumia-se basicamente na distribuição de alimentos, indo desde feiras humildes de índios, passando pelos ambulantes, até o comércio estabelecido das quitandas, padarias e tavernas. O comércio importador e exportador era o único que apresentava alguma vitalidade, concentrado apenas em alguns pontos, especialmente em Salvador.

Segundo Reis Filho (1968), a partir do século XVII, com a estagnação do mercado açucareiro e as invasões holandesas ocorridas no nordeste brasileiro na primeira metade deste mesmo século, tornou-se necessário para Portugal estabelecer, em relação ao Brasil, uma política de transferência de agentes, estes portugueses de nascimento, para controle comercial e político da colônia. No final deste século, devido às condições de vida pouco favoráveis existentes na metrópole, há o aumento da imigração para o Brasil, mas desta vez composta pela população portuguesa em geral, fato que irá se intensificar com a descoberta do ouro na colônia. Esses acontecimentos contribuíram para a vinda de uma parcela do mercado urbano europeu para o Brasil, atuando, portanto, como fator dinâmico na economia urbana e de desenvolvimento do comércio, ainda que de efeitos modestos. Tal fato estimulou o aparecimento de camadas sociais urbanas, com características próprias, através do comércio e dos ofícios mecânicos.

O aumento da imigração da metrópole para a colônia e a descoberta do ouro nas Minas Gerais contribuiu significativamente para o surgimento e o crescimento de vilas. Até o ano de 1720, segundo Reis Filho (1968), o Brasil apresentava um saldo de sessenta e três vilas e oito cidades (Figura 01).

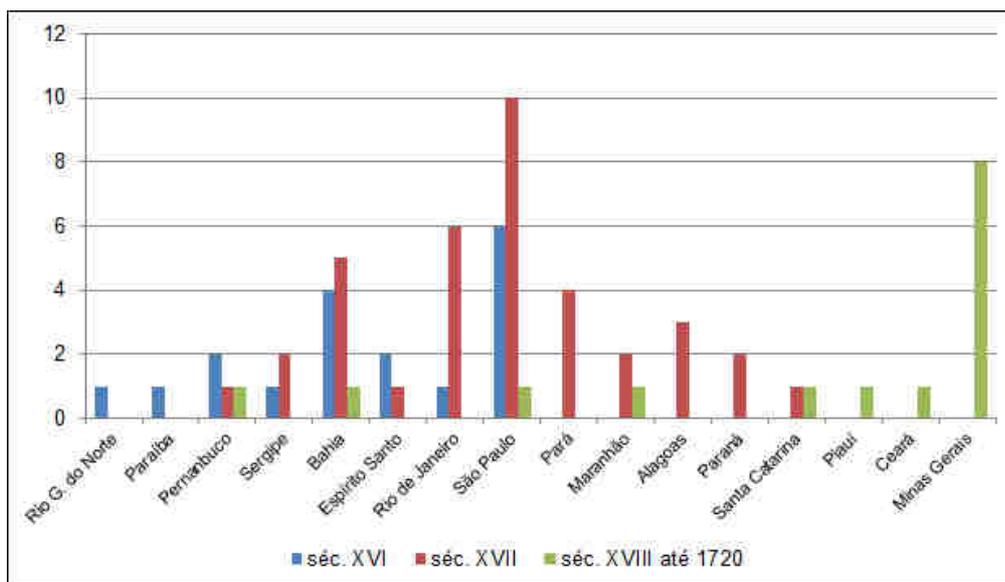


Figura 01 - Vilas e cidades brasileiras criadas até 1720.

Fonte: Reis Filho (1968). Elaboração e organização: Ávila (2014).

Frente aos sinais visíveis de decadência, principalmente com a queda do mercado açucareiro, Portugal intensifica, ainda no século XVIII, a exploração de recursos no Brasil. Além da extração de ouro, a coroa portuguesa formula uma ação de fomento do comércio ultramarino, iniciando aqui projetos de implantação de jardins botânicos, sendo estes (mesmo não sendo este o objetivo original) as primeiras iniciativas de arborização em cidades brasileiras. Esses jardins, segundo Segawa (1996), eram laboratórios de caráter científico, agrícola e econômico, uma vez que o objetivo era implantar hortos com espécies de interesse comercial, tanto as nativas quanto as originárias de outros continentes, em especial as especiarias orientais, aclimatando-as no Brasil.

Segawa (1996) explica que, com a emissão da Carta Régia de 04 de novembro de 1796, dirigida ao governador do Pará, iniciava-se oficialmente a política de implantação de estabelecimentos botânicos no Brasil. A referida Capitania teve o pioneirismo por sua posição estratégica em relação ao resto da colônia: sua proximidade com a floresta amazônica, que já era anteriormente objeto de investigação sistemática em botânica. Houve ainda, neste final de século XVIII, tentativas frustradas, em um primeiro momento, de implantação de jardins botânicos em outras capitanias, utilizando como modelo as espécies cultivadas em Belém: Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Somente mais tarde, com a vinda da família real para o Brasil, em 1807, esses recintos botânicos foram

efetivamente implantados. Os de Salvador, São Paulo e Rio de Janeiro existem ainda nos dias atuais. Os de Olinda, Ouro Preto e Belém desapareceram, sendo esquecidos ou consumidos pela urbanização.

Vale ressaltar que esses jardins botânicos, devido à exigência de grandes extensões territoriais, tiveram suas implantações dificultadas dentro dos núcleos urbanos, ou seja, no miolo das cidades. Desta forma, até o final do século XIX, estes eram construídos nas periferias, em terras consideradas inúteis economicamente, tais como várzeas, charnecas e terrenos com altimetrias complicadas (SEGAWA, 1996).

Apesar da decadência já visualizada no século XVIII, a civilização açucareira ainda se mantém com seus traços tradicionais no século XIX: latifúndio e monocultura. No entanto, segundo Santos (2009), a partir de Bastide (1978), duas grandes revoluções podem ser observadas. A primeira foi a da urbanização que, apesar de demonstrar os primeiros traços de crescimento no século XVIII, ganhou maturidade no século XIX, adquirindo, no entanto, somente no século XX, as características com as quais conhecemos hoje. A partir de então, grande parte dos senhores de engenho passaram a viver na cidade, retornando à sua propriedade rural somente no período do corte da cana. A segunda revolução foi técnica. Surge em 1815, na Bahia, a primeira máquina a vapor, sendo, já em 1834, 64 máquinas em todo o território brasileiro. Porém, esta não modificou a estrutura social, que continuou pautada na família patriarcal e no sistema escravocrata de produção. Em 1872, os engenhos dão lugar às usinas. "O maquinismo, mais custoso, mais científico [...] concedia lugar a primazia ao capital financeiro sobre o capital representado pelas terras" (BASTIDE, 1978 apud SANTOS, 2009, p. 22).

Godoy e Bray (2003) consideram que a partir do século XIX observaram-se consideráveis melhorias nos quadros administrativos urbanos, que implicaram na incorporação de novos serviços (jurídico-burocráticos, comerciais, transportes e culturais) provocando alteração nas funções da cidade, bem como modificações importantes na regulação do uso do solo urbano. As demandas de serviços advindos das atividades agrícolas e comerciais, que passaram a partir de então a serem atendidas pelos centros urbanos, influenciaram no crescimento e na configuração

das cidades, através da edificação de prédios públicos, estabelecimentos comerciais, casas teatrais, escolas, bibliotecas, praças etc.

Geiger (1963) considera três fatores que contribuíram para a expansão urbana durante o século XIX: a abolição da escravatura, a maior divisão do trabalho e o desenvolvimento das médias e pequenas propriedades rurais. Se for levado em consideração a imigração europeia que ocorreu na segunda metade do século XIX, principalmente em São Paulo e nos Estados do sul do país, pode-se enumerá-lo como um quarto fator.

Segundo Segawa (1996), o início do século XX foi um período de consideráveis transformações nas fisionomias das grandes cidades existentes no momento. Foram criados bulevares, praças, parques e jardins; avenidas foram arborizadas, sendo estas iniciativas características das primeiras décadas da República. Ao mesmo tempo, de acordo com Godoy e Bray (2003), o processo de urbanização foi intensificado a partir dos anos de 1920, onde se observa que a população ocupada em serviços cresceu mais rapidamente que o total da população economicamente ativa.

Entre os anos de 1940 e 1980, segundo Santos (2009), a população urbana ultrapassa a população rural, graças ao processo de industrialização observado no país. Em 1940, a população urbana equivalia a 31,24%; vinte anos depois, em 1960, esta população atinge 44,67% e, em 1980, para 67,59%. Neste período de quarenta anos, a população total do Brasil triplica ao mesmo tempo em que se vê a população urbana se multiplicar sete vezes e meia. Atualmente, segundo o IBGE (2010), a taxa de urbanização é de 84,36% (Figuras 02 e 03).

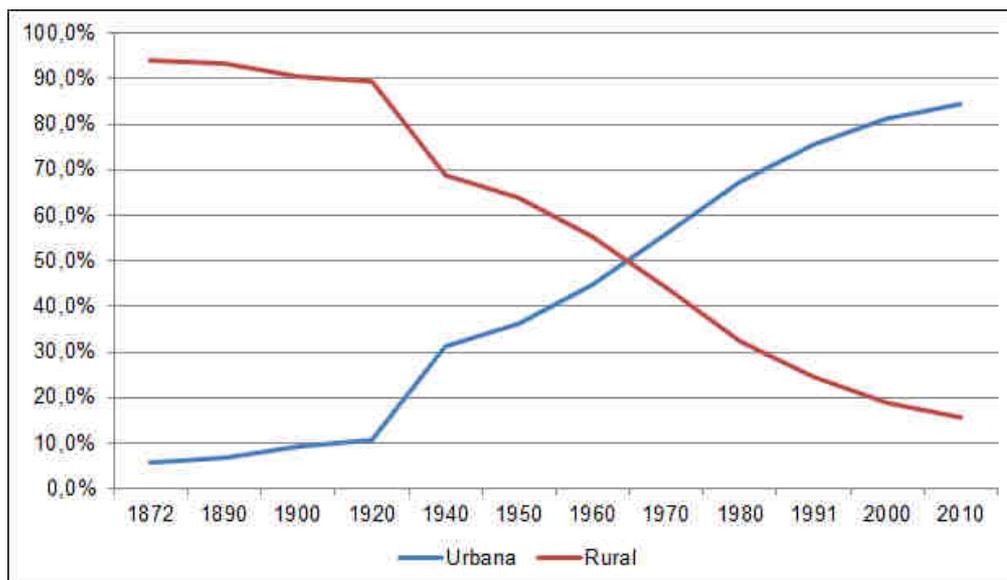


Figura 02 - Evolução da população urbana e rural no Brasil entre os anos de 1872 e 2010.

Fonte: Geiger (1963) e IBGE (2014d). Elaboração e organização: Ávila (2014).

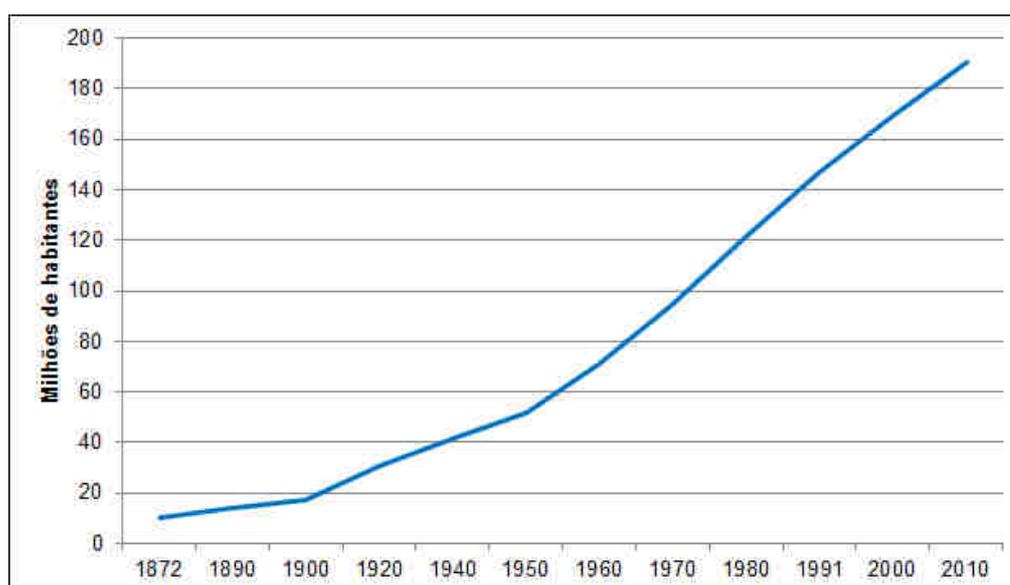


Figura 03 - Evolução da população brasileira entre os anos de 1872 e 2010.

Fonte: IBGE (2014c). Elaboração e organização: Ávila (2014).

No entanto, conforme nos explica Ronca (1983), os ritmos desiguais de crescimento conduziram o país a diferentes graus de urbanização. Na década de 1960, por exemplo, é possível observar três regiões com alto índice de urbanização: a primeira, compreendida pelos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; a segunda, na faixa litorânea, partindo do município de Ilhéus, na Bahia, até o Estado da Paraíba; e a terceira inclui o Estado do Rio Grande do Sul e as metades orientais de Santa Catarina e Paraná.

É possível observar na história da urbanização brasileira, no que diz respeito à urbanização desigual, um longo período em que as vilas e cidades eram grandes arquipélagos, formados, segundo Santos (2009, p. 29), "por subespaços que evoluíam segundo lógicas próprias, ditadas em grande parte por suas relações com o mundo exterior". Nestes subespaços havia "polos dinâmicos internos" que, no entanto, tinha entre si uma escassa relação, fato compreensivo em um país de grandes dimensões territoriais.

Para Santos (2009), a partir do século XIX essa realidade começa relativamente a ser alterada com o início da produção cafeeira em terras paulistas. O Estado de São Paulo se torna o polo dinâmico de uma grande área que abrange, além dos Estados mais ao sul, o Rio de Janeiro e Minas Gerais (estes últimos ainda de modo incompleto). A explicação para tal fato se dá, de um lado, nas mudanças ocorridas tanto nos sistemas de engenharia (materialidade), quanto no sistema social. A implantação de estradas de ferro, a modernização dos portos, o desenvolvimento de meios de comunicação fornecem uma nova fluidez a essa parte do Brasil. De outro lado, se instalam aí, com influência do mercado internacional, formas capitalistas de produção, trabalho, intercâmbio, consumo, que vão efetivar tal fluidez. A divisão do trabalho que aí se opera se torna o fator de crescimento "para todos os seus subespaços envolvidos no processo e constitui um elemento de sua crescente diferenciação em relação ao resto do território brasileiro" (SANTOS, 2009, p. 30). É neste contexto que a industrialização se desenvolve nessa região, estando o Estado de São Paulo a frente deste processo.

A partir de 1920 observa-se em São Paulo uma expansão urbana marcante, com um crescimento da população urbana da ordem de 43%. No final desta mesma década,

a urbanização do interior, evoluindo de forma acelerada e atomizada, foi reforçada pelo movimento de capitais mercantis propiciando investimentos de origem privada de companhias de energia, de telefone, de meios de transporte, bancos, instituições de ensino etc. Acrescenta-se ainda o surgimento de postos de gasolina, armazéns para venda de implementos agrícolas e sementes, que reforçavam o setor urbano, acelerando a prestação de serviço (ROSSINI, 1988, p. 74 apud SANTOS, 2009, p. 26).

Durante a década de 1930, novas condições políticas e organizacionais permitem que a industrialização tenha uma nova impulsão, de um lado, segundo Santos (2009), vindo do poder público e, de outro, do mercado interno, que terá um

papel fundamental na elaboração de uma nova lógica econômica e territorial para o país. A partir dos anos de 1940, essa lógica da industrialização prevalece, devendo-se, no entanto, compreender que:

o termo *industrialização* não pode ser tomado aqui, em seu sentido estrito, isto é, como criação de atividades industriais nos lugares, mas em sua mais ampla significação, como processo social complexo, que tanto inclui a formação de um mercado nacional, quanto os esforços de equipamento do território para torná-lo integrado, como a expansão do consumo em formas diversas, o que impulsiona a vida de relações (leia-se terceirização) e ativa o próprio processo de urbanização. Essa nova base econômica ultrapassa o nível regional, para situar-se na escala do país; por isso, a partir daí, uma urbanização cada vez mais envolvente e mais presente no território dá-se com o crescimento demográfico sustentado das cidades médias e maiores, incluídas, naturalmente, as capitais de estados (SANTOS, 2009, p. 30).

Para Portela e Vesentini (2004), a partir do governo de Juscelino Kubitschek (1956 – 1961), a configuração urbana brasileira teve grandes transformações, deixando-a aproximadamente tal qual é visualizada nos dias de hoje. Com a abertura da economia ao capital internacional, ocorreram volumosos investimentos no desenvolvimento industrial, principalmente na região sudeste, e a execução de importantes obras, com destaque as de integração do território nacional, através da construção de rodovias. Diversas multinacionais se instalaram por aqui, com destaque as montadoras de veículos, construindo grandes fábricas na Grande São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. A abertura de inúmeras vagas de emprego contribuiu para um grande êxodo rural do nordeste para o sudeste do país, fenômeno que se estendeu durante as décadas de 1970 e 1980. A partir de então, um crescimento desordenado foi visualizado nas cidades industriais do sudeste, uma vez que estas não apresentavam estruturas urbanas adequadas para receber esse contingente populacional, causando inúmeros problemas de ordem social e ambiental, visualizados até os dias de hoje.

3.1 O município de Americana no contexto do processo de urbanização brasileira

3.1.1 Características históricas e políticas

No contexto da urbanização brasileira encontra-se o município de Americana, no interior do Estado de São Paulo. Este teve seu desenvolvimento vinculado à instalação da indústria têxtil, cuja atividade esteve totalmente inserida na formação

do mercado nacional e na expansão do consumo, ativando o processo de urbanização e de crescimento local, formando a densa mancha urbana tal qual é visualizada no município nos dias atuais.

O município de Americana se localiza na porção centro-leste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas 22°44'21"S e 47°19'53"O. Seu território é limítrofe aos municípios de Limeira, ao Norte; Cosmópolis, a Nordeste; Santa Bárbara d'Oeste, a Oeste; Nova Odessa, ao Sul e Paulínia, a Leste (Figura 04). As principais vias de acesso ao município são as rodovias Anhanguera (SP-330) e Luiz de Queiroz (SP-304).

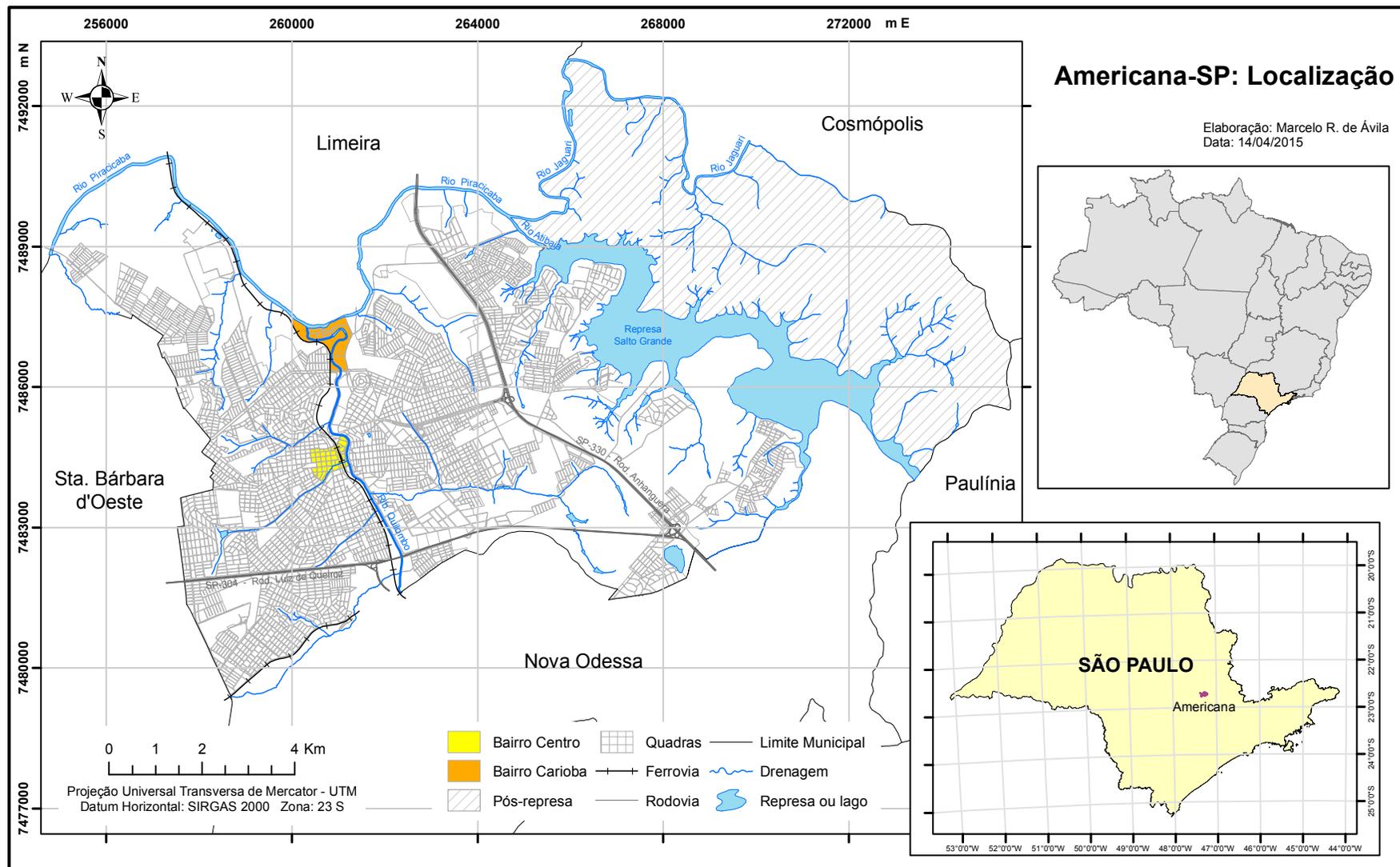


Figura 04 – Localização do município de Americana

Historicamente as terras do atual município de Americana, segundo Bryan (1974), foram adquiridas em sesmarias por Domingos da Costa Machado, no ano de 1799. Estas permaneceram devolutas até que seu filho, de mesmo nome, iniciou a exploração, vindo habitá-las. Ainda no final do século XVIII, se instalaram pelas terras vizinhas engenhos de açúcar, impulsionados pelo crescimento da monocultura canavieira na região. Neste período, algumas fazendas alcançaram grande importância regional, tais como Salto Grande, Palmeiras e Machadinho. Foi mais especificamente nas terras desta última que surgiu o primeiro povoado, sendo este o embrião para a formação da atual configuração urbana.

A ocupação efetiva destas terras iniciou-se a partir de 1866, com a chegada de imigrantes norte-americanos, originários basicamente de estados sulistas, estes derrotados na Guerra de Secessão (1861 - 1865). Estes imigrantes, em sua grande maioria agricultores, se instalaram nas fazendas da região, alguns adquirindo suas próprias propriedades rurais (BRYAN, 1974).

A chegada dos imigrantes norte-americanos, conforme explica Bryan (1974), deu um grande impulso no crescimento produtivo e econômico da região, uma vez que com eles vieram técnicas de cultivo mais avançadas, possibilitando a instalação de novas culturas agrícolas, com destaque às de algodão e melancia. Outro fator importante foi à expansão das linhas férreas para o interior do Estado de São Paulo, executada pela Companhia Paulista de Vias Férreas e Fluviais na década de 1870, sendo inaugurada, em 1875, a Estação de Santa Bárbara (terras da Fazenda Machadinho), permitindo o escoamento da produção agrícola local.

No entorno da Estação Santa Bárbara iniciou-se a formação do primeiro núcleo populacional. Este núcleo, em função da estrada de ferro, foi crescendo à medida que a produção agrícola das fazendas dos norte-americanos evoluía. Passou a ser conhecida como Vila dos Americanos, oficializando-se com o nome de Vila Americana em janeiro de 1900. A emancipação como Município de Vila Americana ocorreu mais de duas décadas depois, em 12 de novembro de 1924, através da Lei Estadual n.º 1938. No ano de 1938 foi oficializado simplesmente o nome de Americana e, em 1953, foi criada a sua Comarca (BRYAN, 1974).

De acordo com Lima (2002), a base econômica do município de Americana, até 1920, era agrícola, destacando-se o cultivo do algodão, que se intensificou no

final do século XIX. A produção abundante desta cultura permitiu o assentamento, em 1875, da indústria têxtil Clement H. Willmot & Cia, localizada a 3 km da Estação que gerou o núcleo central. Mais tarde, em 1889, passou a ser chamada de Fábrica de Tecidos Carioba.

A fábrica estimulou o surgimento das primeiras infraestruturas básicas no município, mais precisamente na Vila Carioba. Os trabalhadores que ali residiam eram servidos com água encanada, ruas pavimentadas, escola, dentista, cooperativa agrícola, comércios, clubes e cinema. Em 1911, com o intuito de aumentar a produção de tecidos, foi inaugurada uma usina de geração de energia elétrica, o que possibilitou o seu fornecimento para toda a cidade (LIMA, 2002).

A indústria têxtil teve grande influência na configuração urbana do município, através do fezonismo (terceirização da produção de tecidos a pequenos produtores). Estas pequenas unidades fabris eram montadas muitas vezes em cômodos ou em pequenos galpões nas residências, com um ou dois teares (geralmente usados), sendo a principal atividade de muitos tecelões. Estas fábricas foram instaladas por toda a cidade, mesclando-se com residências e estabelecimentos comerciais (RODRIGUES, J. A., 1978).

Para Bryan (1974), o crescimento do número de estabelecimentos industriais em Americana esteve ligado, principalmente, aos surtos nacionais de progresso, ocorridos nas primeiras décadas do século XX. A atividade industrial no município estava limitada à produção de tecidos de algodão até o final da Primeira Guerra Mundial. Com o fim da Guerra ocorreu a abertura do mercado consumidor europeu, que influenciou na diversificação da produção têxtil, com a inauguração, na década de 1920, de duas fábricas de artigos de seda, uma de fitas e outra de tecidos.

Nos anos de 1930, segundo Lima (2002), o município viu seu setor industrial apresentar uma considerável expansão, seguindo a tendência do país naquele momento, o que favoreceu o aumento da ocupação do território a oeste do ribeirão Quilombo. O Brasil da década de 1930 passava pelo que Bresser-Pereira (1979) denomina de Revolução Industrial, viabilizada, entre outros fatores, pela expansão do trabalho assalariado, que favoreceu a formação do mercado interno no país, intensificado após o final da Primeira Guerra Mundial.

Na década de 1940, Americana já era tida como um importante polo industrial têxtil. Essas atividades industriais, somadas à entrada de imigrantes, os quais, em grande parte, eram oriundos da área rural devido à modernização do campo, contribuíram para a expansão urbana da cidade. As fábricas, de acordo com Gobbo et al. (1999), concentravam inúmeras casas em seus arredores. Estas casas eram construídas, em geral, para promoção da especulação imobiliária, na qual estas apresentavam valores elevados pela sua “privilegiada”¹ localização.

Com o aumento populacional, segundo Lima (2002), já se observava deficiência na infraestrutura pública e nos serviços urbanos. O crescimento industrial estimulava o aparecimento de novos bairros, que, diferentemente das décadas anteriores, conforme verificado na Figura 05, surgiam fora do núcleo urbano original, inaugurando uma nova dinâmica de crescimento da cidade, que se intensificou nas décadas seguintes. Nestes bairros era comum a carência de equipamentos urbanos. Neste contexto, foi promulgada a Lei n.º 176, de 27 de julho de 1948, como ação da administração pública para controle do crescimento da cidade. Nesta, foram consideradas quatro zonas de uso: Residencial, Industrial, Central e Intermediária. Na zona central, a partir desta Lei, ficou proibida a instalação de novas unidades industriais, mantendo-se somente as que existiam.

¹ Apesar de estas casas estarem bem localizadas, ou seja, nas proximidades das unidades industriais têxteis (um privilégio para a época), as famílias que nelas residiam conviviam diariamente com a poluição sonora produzida pelos teares presentes nestas fábricas.

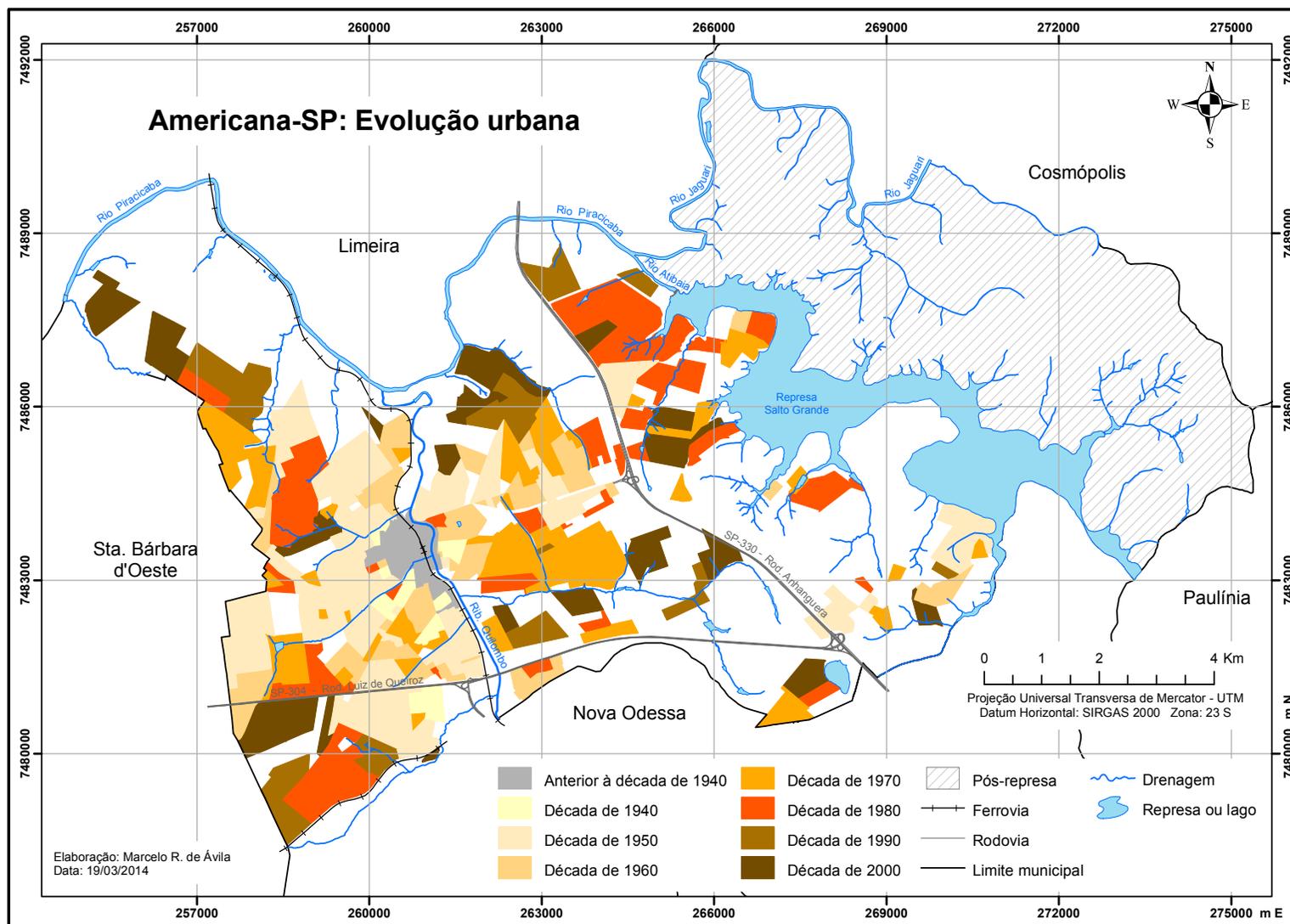


Figura 05 - Evolução urbana de Americana entre as décadas de 1940 e 2000. Fonte: Americana (2009).

Nos anos de 1950, Americana manteve seu crescimento urbano, vinculado principalmente a políticas de incentivos à industrialização, realizadas pelo governo federal. A ocupação urbana inicia sua expansão em territórios a leste do ribeirão Quilombo, consequência da abertura de novas fábricas nesta região, impulsionadas pela construção das rodovias Anhanguera (SP-330) e Luiz de Queiroz (SP-304). Nesta época, já se visualizavam núcleos urbanos isolados próximos à represa Salto Grande. Na porção oeste, a mancha urbana continuou se expandindo no entorno das fábricas já existentes. Analisando este período, fica clara a importância do avanço industrial para o direcionamento da urbanização no município (TRENTIN, 2008).

No final desta década, como primeiro passo para a preservação da cobertura vegetal, foi promulgada a Lei n.º 366, de 22 de dezembro de 1959, que cria o Conselho Florestal Municipal, órgão responsável por zelar, avaliar e propor medidas de preservação, além de promover a educação florestal e ambiental em todo o município (AMERICANA, 1959).

A década de 1960 é caracterizada pelo acentuado aumento populacional em Americana, impulsionado pela intensificação do êxodo rural, resultante da efetiva mecanização da agricultura que ocorria no país. Nesta mesma época, a cidade de São Paulo começava a passar por um processo de desconcentração industrial, na qual muitas industriais migraram para cidades do interior, vindo principalmente para a região de Campinas, algumas se instalando em Americana. Essa expansão industrial fez com que o município ganhasse considerável aumento espacial de sua cidade, repercutindo também na sua estrutura física, pois, “enquanto os estabelecimentos maiores precisavam de um local e de uma série de recursos, as tecelagens menores, especialmente as fações, espalharam-se em todas as direções a partir da área central” (LINARDI, 1984 apud TRENTIN, 2008, p. 45).

A ocupação do território a leste do ribeirão Quilombo, na referida década, de acordo com Lima (2002), é intensificada pela efetivação de novos núcleos urbanos. Nas proximidades da represa Salto Grande, os núcleos aí existentes se expandem. É nesta dinâmica urbana, o de crescimento populacional e industrial, que passa a vigorar a Lei n.º 786, de 26 de dezembro de 1966, que realizava um novo zoneamento no município, sendo, a partir de então, consideradas cinco zonas de

uso: Residencial Especial, Residencial Restrita, Comercial, Industrial e Industrial Restrita.

Em 04 de novembro de 1968, é aprovada a Lei n.º 897, que altera a Lei n.º 366, no qual o Conselho Florestal Municipal passa a ser denominado de Conselho Municipal de Proteção às Árvores, Parque Jardins e Praias Artificiais. Nesta, além da reestruturação quanto a seus membros, amplia a atuação deste Conselho quanto a questões ambientais no município (AMERICANA, 1968).

Conforme exposto por Lima (2002), nos fins dos anos de 1960 e início de 1970, uma nova fase de expansão urbana, propiciada pelo acelerado crescimento industrial ocorrido anteriormente, acontece em Americana. O município começa a receber um intenso fluxo migratório originado, principalmente, de São Paulo, para atender as grandes empresas que iam se instalando no município, tais como a Goodyear (pneus), Polyenka (fios), Santista (tecidos), Toyobo (tecidos e confecções), entre outras, localizadas no eixo da rodovia Anhanguera. Desta forma, neste período, a industrialização e a urbanização se ampliaram com a entrada de capital multinacional.

Ainda para a autora, o desenvolvimento industrial alavanca o crescimento demográfico no município, quase que dobrando a população entre 1960 (37.856 habitantes) e 1970 (66.771 habitantes). Ao mesmo tempo, iniciam-se os problemas de ordem social, com o aumento do déficit habitacional e a suburbanização que ocorria na margem leste da rodovia Anhanguera. Desta forma, a emergência de novas políticas de ordenamento urbano era imediata.

Em 15 de setembro de 1970, é promulgada a Lei n.º 1.098, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Americana. Segundo Lima (2002), esse Plano surge centrado em técnicas de planejamento, já utilizadas pelo Estado, naquele momento, para o controle de uso do território, indo de encontro com o período autoritarista da ditadura militar que dominava o país. O governo federal firmava bases com os municípios para a criação destes planos diretores, enviando dinheiro para realização de obras de infraestrutura urbana. Vale salientar, segundo a autora, que este Plano Diretor foi instituído muito mais para a arrecadação de verbas do governo federal do que para a organização do ambiente urbano. Neste sentido, melhorias ocorreram na cidade, mas com detrimento de alguns aspectos urbanos,

como, por exemplo, o desaparecimento da maioria das construções antigas que representavam a história do município.

No referido Plano Diretor destaca-se a criação dos distritos industriais ao longo das rodovias Anhanguera e Luiz de Queiroz e nas proximidades do rio Piracicaba, afastando as grandes indústrias das áreas residenciais. No que se refere ao zoneamento urbano, foram delimitadas as seguintes zonas de uso: Central, Residencial de Baixa Densidade, Residencial de Alta Densidade, Mista 1 e Mista 2, Industrial, Recreação 1 e Recreação 2 e Especiais 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Entre as zonas especiais foi delimitada, sem o devido detalhamento, uma para proteção da área que compreende as margens da represa Salto Grande. Desta forma, além da menção desta zona especial, somente o Capítulo VII do referido Plano Diretor, que trata da poluição das águas, compõe as disposições referentes ao meio ambiente, não havendo, em específico, o tratamento sobre a cobertura vegetal no município (AMERICANA, 1970).

A legislação ambiental municipal era incipiente naquele momento. Tal fato era justificado. As discussões sobre esse tema ao redor do mundo havia ganhado força recentemente, durante os anos de 1960 e 1970, culminando na realização da Assembleia Geral das Nações Unidas em 1972, ocorrida em Estocolmo, na Suécia, sendo uma primeira tentativa de reunir os diferentes países para discutirem sobre os limites do meio ambiente frente ao modelo de crescimento econômico e industrial que imperava naquele momento (FARIAS; LIMA, 1991).

Na década de 1980, segundo Trentin (2008), mesmo com a grave recessão econômica vivida pelo país, o município de Americana continuava a apresentar um crescimento urbano considerável, mantendo-se o incremento populacional (mesmo em intensidade menor do que nas duas décadas anteriores), fato atrelado à continuação da desconcentração industrial da metrópole paulistana e da migração para o município. Ao mesmo tempo, a tradicional indústria têxtil americanense já mostrava sinais de enfraquecimento, consequência dos efeitos negativos impostos pela recessão econômica brasileira.

Nesta mesma década foi promulgada a Lei n.º 2.264, de 15 de dezembro de 1988, que dispunha do uso e ocupação do solo urbano. Esta estipulava novas áreas de expansão urbana e mantinha, assim como na legislação de 1970, as zonas

industriais concentradas próximas do rio Piracicaba e das rodovias Anhanguera e Luiz de Queiroz. O município, a partir de então, ficou dividido nas seguintes zonas de uso: Residencial 1, 2 e 3, Central, Corredor de Serviços 1 e 2, Industrial 1 e 2, Recreação e Especial 1, 2, 3 e 4. Foi mantida uma zona especial de preservação ambiental, que como na legislação de 1970, foi pouco especificada nesta Lei (AMERICANA, 1988).

Nesta década, quanto à legislação ambiental, pode-se considerar a de maior importância a Lei n.º 1.845, de 18 de maio de 1982, que cria o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA, em substituição ao Conselho Municipal de Proteção às Árvores, Parque Jardins e Praias Artificiais, criado em 1968. Este novo Conselho, frente à forte industrialização corrente no município, se torna um órgão consultivo e de assessoramento da Prefeitura Municipal em questões que envolvem o equilíbrio ecológico e o combate da poluição ambiental. Entre outras diretrizes, o referido Conselho passou a intervir no funcionamento de empresas, estabelecendo condições para controle da poluição ambiental (AMERICANA, 1982).

Americana inicia os anos de 1990 com o agravamento da crise em sua tradicional indústria têxtil. A implantação de políticas de reequilíbrio financeiro no país, realizadas pelo governo federal, entre as quais se destaca a abertura do mercado nacional, acabou por fechar muitas destas fábricas no município, que, há muito sucateadas, não suportaram a concorrência dos tecidos estrangeiros, sobretudo os asiáticos (LIMA, 2002).

Na segunda metade desta mesma década, a autora explica que a economia brasileira mostra sinais de recuperação, fato que não ocorreu amplamente com a indústria têxtil americanense. No município mantiveram-se em atividade somente aquelas unidades que, de alguma forma, conseguiram suportar a crise. Americana mantém sua característica de cidade industrial, mas agora pautada na diversificação, resultado da migração de indústrias para o município nas décadas anteriores.

Neste período, o crescimento populacional e urbano se mantém, mas com uma intensidade inferior às décadas anteriores, sendo visíveis os sinais de desaceleração. Em 15 de janeiro de 1999, entra em vigor no novo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Americana, sob a Lei n.º 3.269, e, na mesma data, a

Lei n.º 3.270 e a Lei n.º 3.271, que dispõem, respectivamente, sobre o parcelamento e o uso e ocupação do solo urbano. Estas foram criadas sob um planejamento municipal mais elaborado, com a divisão inicial do município em três Macrozonas (Área de Proteção e Preservação Ambiental - APPA, Área de Urbanização Controlada – AUC e Área de Urbanização Consolidada - AUCON). O zoneamento urbano foi realizado considerando as seguintes zonas de uso: Residencial 1, 2 e 3, Central, Comercial e Serviços, Recreação, Especial de Interesse Social, Urbanizável, Industrial 1 e 2 e Área de Proteção Ambiental. O município foi dividido ainda em dez Áreas de Planejamento, que correspondem, segundo o referido Plano Diretor, a um conjunto de bairros com significativo grau de homogeneidade, com o objetivo de realizar o ordenamento e definir estratégias considerando as especificidades locais (AMERICANA, 1999b).

Entre as onze diretrizes que norteiam este Plano Diretor, está o meio ambiente, agora tratado com maior relevância, estando presente em seus objetivos:

XII - manter e recuperar as melhores condições do meio ambiente, dando ênfase à preservação dos recursos naturais e paisagísticos, à proteção dos mananciais hídricos, superficiais e subterrâneos, à criação e manutenção de áreas verdes e ao combate à poluição (AMERICANA, 1999a, p. 02).

Nas macrozonas, delimitadas a partir deste Plano Diretor, as áreas definidas como APPA (Macrozona 1), sendo determinadas um total de onze áreas distribuídas pelo município, têm, entre outras, características de proteção à cobertura vegetal, como matas remanescentes e matas ciliares:

Área de Proteção e Preservação Ambiental – APPA: compreendem as áreas de reconhecido valor ambiental para o Município, importantes para a preservação do patrimônio natural, urbanístico e cultural, incluindo-se matas remanescentes, áreas de proteção a mananciais, faixas de proteção aos rios, córregos, lagoas e da Represa de Salto Grande, além de áreas de vegetação primitiva em condições de preservação ou que ainda permitam a sua recuperação. Estas APPAS têm sua importância na preservação do meio ambiente e estão distribuídas por toda área do Município, formando diversos parques urbanos (AMERICANA, 1999a, p. 04).

Anteriormente a este Plano Diretor, no que diz respeito ao meio ambiente, foi estabelecido a Política Municipal de Meio Ambiente de Americana, em 30 de setembro de 1991, sob a Lei n.º 2.536, que tratava, com detalhes, da cobertura vegetal no município, inclusive as árvores de acompanhamento viário. Nesta Lei, eram especificados os cuidados com a arborização urbana, tais como poda ou corte (podendo ser realizado somente com a autorização do COMDEMA) e tipos de porte

arbóreo que poderiam ser plantados em ambientes públicos (de acordo com a largura das vias). Delimitava ainda as áreas de reserva florestal e estabelecia as infrações e seus respectivos valores (multas) caso fossem desobedecidas às normas estabelecidas pela referida Lei. Criava-se, ainda, o Fundo de Preservação e Recuperação do Meio Ambiente, que destinava parte da receita municipal para programas de preservação ambiental no município (AMERICANA, 1991).

Passando para a década de 2000, o processo de desaceleração do crescimento populacional e urbano continua, havendo um incremento muito menor em relação às décadas anteriores. Americana, neste período, tem sua malha urbana já muito densa, sendo visível o processo de verticalização nas regiões próximas ao centro da cidade. Ao mesmo tempo, a economia municipal ganha nova dinâmica, na qual o setor de serviços e comércio apresenta um grande desenvolvimento, se tornando, a partir de então, a principal fonte geradora de PIB ao município, segundo o SEADE (2014).

Em 1º de fevereiro de 2008, entrou em vigor o novo e atual Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Americana, sob a Lei n.º 4.597. Neste, o município foi dividido em duas Macrozonas, sendo uma de Uso Predominantemente Urbano – MPU, caracterizada por áreas com ocupação urbana consolidada e áreas destinadas ao suporte para o crescimento, compreendendo todo o oeste da represa Salto Grande, e outra de Uso Predominantemente Ambiental – MPA, composta por áreas de diferentes graus de degradação ambiental, áreas de culturas extensivas, ocupação residencial de baixa densidade e sem população significativa, estas localizadas dentro da cidade e em toda a área denominada pós-represa, sendo esta última, de acordo com o Plano Diretor, caracterizada simultaneamente como área de expansão e de reserva ambiental do município - APAMA (AMERICANA, 2008).

Cada uma das Macrozonas foi dividida em zonas de uso. A MPU é composta pelas zonas Residencial 1 e 2, Misto Central, Misto 1 e 2 e Atividade Econômica 1, 2 e 3. A MPA, por sua vez, foi dividida em zonas de Preservação e Recuperação, Preservação e Moradia Horizontal, Preservação e Atividades Econômicas e Preservação e Moradia (AMERICANA, 2008).

Ainda no referido Plano Diretor, foram mantidas as dez Áreas de Planejamento, criadas na Lei n.º 3.269 (15/01/1999), havendo uma pequena alteração em seus limites (AMERICANA, 2008).

Observa-se, ao longo do texto do Plano Diretor, a preocupação com o ordenamento territorial do município e, em especial, da área urbana, sendo um esforço da administração pública municipal para a promoção da qualidade de vida da população local. Neste contexto, as questões sobre o meio ambiente não poderiam ter menor importância.

Deve-se considerar que, anteriormente a este Plano Diretor, foi promulgada, no município, a Lei n.º 3.392, de 22 de fevereiro de 2000, que dispõe sobre a nova Política Municipal de Meio Ambiente. Nesta, a defesa do Meio Ambiente no município ficou pautada em diretrizes relacionadas ao equilíbrio ecológico, racionalização do uso do solo, água e ar, proteção dos ecossistemas, educação ambiental, controle de atividades de potencial ou efetivamente poluidoras e reparação do dano ambiental. No que diz respeito à cobertura vegetal, mais especificamente, esta Lei estabelece (AMERICANA, 2000):

- preservação, conservação e recuperação dos cursos d'água com manutenção das matas ciliares;
- identificação, criação e administração de unidades de conservação;
- preservação de árvores isoladas ou maciços vegetais significativos;
- identificação e cadastramento de árvores imunes ao corte e maciços vegetais significativos.

Foram promulgadas ainda a Lei n.º 3.393, de 22 de fevereiro de 2000, que reestrutura, com base na Lei n.º 3.392, o Conselho Municipal de Meio Ambiente, e a Lei n.º 3.394, de mesma data, que cria o Fundo Municipal do Meio Ambiente. Ainda em 2003, foi decretada, através do Decreto Municipal n.º 5.995, de 05 de dezembro, que “as árvores e demais formas de vegetação existentes e que vierem a existir poderão ser reconhecidas e consideradas como bens de interesse comum aos habitantes do Município” (AMERICANA, 2003, p. 01). Fica enquadrada neste Decreto a vegetação arbórea plantada em domínios públicos, em domínios privados

(quando localizadas ao redor de corpos d'água) e localizadas em mata nativa, proibindo a supressão total ou parcial, sob o risco de aplicação de penalidades.

Voltando ao atual Plano Diretor, no que diz respeito às questões ambientais no município, pode-se destacar o Capítulo VI, que expõe as diretrizes básicas para a política do meio ambiente. Em relação à cobertura vegetal o Título III, Capítulo IV e Seção II, trata especificamente sobre o Sistema de Áreas Verdes, sendo esta considerada como um “conjunto de Unidades de Áreas Verdes, cuja existência harmonize o meio ambiente local e regional e se relacione com a totalidade dos elementos do sistema, proporcionando melhoria na qualidade de vida” (AMERICANA, 2008, p. 14). Integram o Sistema de Áreas Verdes:

- Áreas de preservação permanente;
- Unidades municipais de conservação;
- Parques municipais;
- Corredores verdes;
- Praças, avenidas e ruas arborizadas;
- Matas e bosques;
- Áreas abertas de recreação e lazer.

A partir deste Plano Diretor, novas Leis foram promulgadas, norteadas por sua diretriz central, que é a qualidade de vida. Entre estas, está a Lei n.º 4.798, de 29 de abril de 2009, que dispõe sobre o Conselho Municipal da Promoção da Qualidade de Vida, a Lei n.º 4.940, de 06 de janeiro de 2010, que dispõe sobre o fornecimento de árvores nativas, sendo listada nesta as espécies autorizadas para o plantio em vias públicas ou em reflorestamentos, a Lei n.º 5.012, que dispõe sobre o Uso do Solo e a Lei n.º 5.529, de 06 de setembro de 2013, que dispõe sobre a Política Municipal de Arborização Urbana.

Na Lei n.º 5.529, entre seus objetivos, consta a promoção da arborização como instrumento de desenvolvimento urbano e de qualidade de vida. Para tal, a referida Lei tem como diretrizes a participação popular, promovendo sua educação ambiental, o plantio de espécies adequadas para o ambiente urbano e para o

reflorestamento, a produção de mudas e a manutenção das árvores adultas (poda, supressão e substituição) (AMERICANA, 2013).

Frente ao aparato legislativo criado a partir da década de 2000, a administração pública municipal desenvolveu e publicou documentos e cartilhas de interesse da população sobre o meio ambiente municipal, dentre as quais se encontram: a Carta Ambiental de Americana, o Inventário da Fauna e da Flora, a Cartilha de Apoio para a Instituição de RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) e a Cartilha de Arborização Urbana, esta última trazendo orientações à população quanto ao plantio de árvores, no que diz respeito às espécies, locais, técnicas de plantio, cuidados e manutenção e os deveres do cidadão quanto à preservação da arborização urbana (Figura 06).

Dicas:

As árvores de porte grande trazem maior sombra, conforto térmico e ajudam a reduzir mais os gases que contribuem para o aquecimento global do que árvores pequenas.

Procure plantar árvores nativas! Além de se desenvolverem melhor, elas preservam a característica da mata local e também são mais procuradas por pássaros da região.

Arborização Urbana não é brincadeira. Além de embelezarem a nossa cidade, trazem inúmeros benefícios para nossa saúde e para o meio ambiente.

A Prefeitura de Americana disponibiliza aos munícipes, mudas de árvores através do

Disque Árvore
Lei 4.496/07

3405.6655

Ligue e pratique cidadania!

Secretaria de Meio Ambiente

PREFEITURA DE AMERICANA
Um governo de trabalho

Cartilha de Arborização Urbana

Melhor qualidade de vida para o município!

Rua Niels Nielsen, Vila Madon, Americana-SP

CUIDE BEM DE SUA ÁRVORE

Lugar e Estrutura

Escolha do lugar - As árvores devem ser plantadas a mais de 5 metros de postes de luz, esquinas e de outras árvores. Para as de grande porte considere 10 metros;

Área Permeável - Procure manter uma área permeável de no mínimo 140x140 cm. Para árvores de portes maiores, no mínimo 175x175cm;

Distância - O plantio deve ser feito com 50 centímetros do meio fio da calçada. É importante deixar espaço para cadeirantes e caminhos de bebê.

Cova - O buraco para plantio deverá ser circular e ter 60 cm de diâmetro e 60 cm de profundidade, o colo da planta deverá ser enterrado para evitar que as raízes cresçam lateralmente e quebrem a calçada.

Ata: Marcelo T. Lourenço

Plantio

Terra - Coloque cerca de 20 Kg de terra vegetal organo-argilosa de boa qualidade.

Mudas - Utilize mudas com mais de 1,0-1,5m de altura, pois estas já estão mais fortes e prontas para plantio;

Tutor - Coloque uma vareta de madeira de 2 m ao lado da muda e amare-a com um pedaço de barbante não muito frouxo, nem apertado.

Cuidados e Manutenção

Rega - Procure regar "dia sim dia não" sua muda até os dois anos, principalmente em meses sem chuvas. Depois continue regando regularmente.

Reposição de Terra - De tempos em tempos, acrescente composto orgânico à superfície da área permeável, isto tornará a planta mais saudável.

O que não devemos fazer:

- Não coloque cimento ou concreto no tronco ou no colo da árvore, isto mata a árvore.
- Não pinte o tronco, isto dificulta a respiração do tronco e desenvolve doenças.
- Não pregue placas ou fixe luzes de Natal com pregos. Os buracos causados pela fixação servem de entrada para doenças e pragas.

Atenção!

De acordo como a Lei Municipal 3903/2003, você pode ser multado em mais de R\$300,00 por árvore se:

- I - suprimir total ou parcialmente uma árvore;
- II - lesar, maltratar, mutilar ou praticar qualquer ato que possa causar morte da árvore;
- III - podar, impedir ou dificultar o crescimento ou regeneração da árvore;
- IV - lesar, maltratar ou praticar qualquer ato que embora não cause a morte, seja considerado como uma agressão a árvore;
- V - fixar faixas, cartazes, placas, anúncios ou outro objeto estranho, pintar ou pichar, fixar amarras ou utilizar como escora, as árvores.

Sempre consulte a prefeitura antes de realizar qualquer poda ou ação sobre uma árvore e denuncie irregularidades.

Espécies Sugeridas

Exóticas

Acerola - *Malpighia emarginata*
Amora - *Morus nigra*
Bisnaguiera - *Spathodea nilotica*
Chapéu de Napoleão - *Thevetia peruviana*
Santa Bárbara - *Melia azadirach*
Tipuana - *Tipuana tipu*

Nativas de Baixo Porte

Araçá Amarelo - *Psidium cattleianum*
Araçá Roxo - *Psidium rufum*
Cambui - *Myrcia rostrata*
Embirra Branca - *Daphnopsis brasiliensis*
Manacá da Serra - *Tibouchina mutabilis*
Pata de Vaca do Campo - *Bauhinia longifolia*
Pitanga - *Eugenia glazioviana*

Nativas de Médio Porte

Aroeira Pimenteira - *Schinus molle*
Cereja do Rio Grande - *Eugenia involucrata*
Ingá - *Inga vera*
Pata de Vaca Branca - *Bauhinia forficata*
Palmeira do Campo - *Eriotheca grandiflora*
Quaresmeira - *Tibouchina granulosa*
Fruito-de-Pombo - *Tapira obtusa*
Tarumã do Cerrado - *Vitex polygama*

Nativas de Grande Porte

Chuva de Ouro - *Cassia ferruginea*
Farinha Seca - *Albizia niopoides*
Guaranã - *Essibesia taocarpa*
Mulungu - *Erythrina falcata*
Ipê Roxo Bola - *Handroanthus impetiginosus*
Jacarandá Paulista - *Machoeira villosa*
Pau-rei - *Sterculia striata*
Sibipiruna - *Caesalpinia pluviosa*

Figura 06 – Cartilha de arborização urbana desenvolvida pela Secretaria do Meio Ambiente de Americana – Lado externo e interno. Fonte: Americana (2014). Organização: Ávila (2015).

Observa-se que na década de 2000 houve um avanço significativo quanto aos aparatos legislativos relacionados ao ordenamento urbano e ao meio ambiente no município de Americana. Parte destes esforços realizados pela administração pública tem relação com o Programa “Município VerdeAzul”, lançado em 2007 e desenvolvido pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Este programa tem o objetivo de auxiliar as prefeituras paulistas na elaboração e execução de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável do Estado de São Paulo. Assim, anualmente, desde a sua implantação, é disponibilizado o *ranking* dos municípios que aderiram ao Programa, sendo realizada a avaliação técnica de critérios pré-estabelecidos para a medição da eficácia das ações executadas. As prefeituras que atingem uma pontuação superior a 80 pontos recebem recursos do Fundo Estadual de Prevenção e Controle de Poluição do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2015). Americana aderiu a este Programa desde seu lançamento.

Ao longo dos períodos históricos aqui apresentados, Leis Federais e Estaduais foram promulgadas, fornecendo ao município todo o suporte legal relacionado ao meio ambiente. Não cabe aqui discuti-las, pois o desenvolvimento desta pesquisa está na esfera da cidade. Desta forma, serão apresentadas, na Tabela 01, apenas as Leis de maior relevância para a manutenção e preservação da cobertura vegetal.

Tabela 01 – Leis Federais, Estaduais e Municipais de relevância à cobertura vegetal.

FEDERAL		
Número	Publicação	Ementa
Lei n.º 4.771	15/09/1965	Institui o novo Código Florestal
Lei n.º 6.902	27/04/1981	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental
Lei n.º 6.938	31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação
Lei n.º 7.735	22/02/1989	Dispõe sobre a extinção de órgão e entidade autárquica, e cria o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Lei n.º 7.754	14/04/1989	Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios
Lei n.º 7.797	10/07/1989	Cria o Fundo Nacional de Meio Ambiente e dá outras providências
Decreto n.º 98.914	31/01/1990	Dispõe sobre a instituição no território nacional de Reservas Particulares do Patrimônio Natural, por destinação do proprietário
Lei n.º 9.605	12/02/1998	Dispõe sobre as sanções penais administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente

Lei n.º 9.795	27/04/1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências
Lei n.º 9.985	18/07/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
Lei n.º 10.257	10/07/2000	Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências (Estatuto da Cidade)
Lei n.º 12.651	25/05/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa... e dá outras providências
ESTADUAL		
Número	Publicação	Ementa
Lei n.º 9.509	20/03/1997	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente
Lei n.º 9.989	22/05/1998	Dispõe sobre a recomposição da cobertura vegetal no Estado de São Paulo
Lei n.º 10.780	09/03/2001	Dispõe sobre a reposição florestal no Estado de São Paulo
Decreto n.º 46.113	21/09/2001	Aprova o Projeto Produção de Mudanças Nativas – Espécies arbóreas, de interesse para a economia estadual
Lei n.º 11.878	19/01/2005	Institui o “Selo Verde Oficial do Estado de São Paulo”
Decreto n.º 49.723	24/06/2005	Institui o Programa de Recuperação de Zonas Ciliares do Estado de São Paulo
Decreto n.º 50.889	16/06/2006	Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural e compensação da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo
Decreto n.º 51.150	03/10/2006	Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, no âmbito do Estado de São Paulo, institui o Programa Estadual de Apoio às Reservas Particulares do Patrimônio Natural
Decreto n.º 51.453	29/12/2006	Cria o Sistema Estadual de Florestas
Decreto n.º 52.762	28/02/2008	Regulamenta a Lei 10.780, de 09 de março de 2001, que dispõe sobre a reposição florestal no Estado de São Paulo
Lei n.º 12.927	23/04/2008	Dispõe sobre a recomposição da reserva legal, no âmbito do Estado de São Paulo
Lei n.º 13.007	15/05/2008	Institui o Programa de Proteção e Conservação das Nascentes de Água
Decreto n.º 53.939	06/01/2009	Dispõe sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado de São Paulo
MUNICIPAL		
Número	Publicação	Ementa
Lei n.º 366	22/12/1959	Cria o Conselho Florestal Municipal de Americana
Lei n.º 897	04/11/1968	Dá nova redação e denominação à Lei n.º 366, de 22 de dezembro de 1959, que criou o Conselho Florestal Municipal
Lei n.º 1.098	15/09/1970	Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Americana, e dá outras providências
Lei n.º 1.845	18/05/1982	Cria no Município de Americana o “Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente” e dá outras providências
Lei n.º 2.212	18/05/1988	Dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Americana
Lei n.º 2.264	15/12/1988	Dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Americana
Lei n.º 2.536	30/09/1991	Estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente, cria o Fundo de Preservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá outras providências
Lei n.º 3.269	15/01/1999	Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Americana
Lei n.º 3.270	15/01/1999	Dispõe sobre o parcelamento e o aproveitamento do solo no território do Município e dá outras providências

Lei n.º 3.271	15/01/1999	Dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Americana e dá outras providências
Lei n.º 3.392	22/02/2000	Dispõe sobre a Política Municipal do Meio Ambiente
Lei n.º 3.393	22/02/2000	Reestrutura o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA
Lei n.º 3.394	22/02/2000	Cria o Fundo Municipal do Meio Ambiente
Lei n.º 3.903	09/10/2003	Altera os dispositivos da Lei n.º 2.536, de 30 de setembro de 1991, que estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente, cria o Fundo de Preservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá outras providências
Decreto n.º 5.995	05/12/2003	Regulamenta a Lei n.º 2.536, de 30 de setembro de 1991, alterada pela Lei n.º 3.903, de 09 de outubro de 2003.
Lei n.º 4.096	22/10/2004	Altera dispositivos da Lei n.º 3.394, de 22 de fevereiro de 2000 (Cria o Fundo Municipal do Meio Ambiente)
Lei n.º 4.376	21/07/2006	Dispõe sobre o “Projeto uma Criança, uma Árvore” e dá outras providências
Lei n.º 4.453	14/02/2007	Autoriza o Poder Executivo a receber em doação 100.000 (cem mil) mudas de árvores de espécies nativas na forma que especifica
Lei n.º 4.496	18/06/2007	Dispõe sobre o “Programa Disque Árvore” e dá outras providências
Lei n.º 4.597	01/02/2008	Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Americana / PDDI
Lei n.º 4.798	29/04/2009	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Promoção da Qualidade de Vida no âmbito do Município de Americana e dá outras providências
Lei n.º 4.940	06/01/2010	Dispõe sobre o fornecimento e plantio de árvores nativas no município e dá outras providências
Lei n.º 5.012	10/06/2010	Dispõe sobre o Uso do Solo no Município de Americana e dá outras providências
Lei n.º 5.529	06/09/2013	Dispõe sobre a Política Municipal de Arborização Urbana; Institui diretrizes para a arborização urbana, e dá outras providências
Lei n.º 5.696	23/09/2014	Dispõe sobre a criação de agentes de proteção do meio ambiente para ajudar na fiscalização da legislação ambiental do Município de Americana

Organização: Ávila (2014).

3.1.2 Características físico-territoriais

O município de Americana abrange uma área territorial de 133,63 Km², sendo 92 Km² ocupado pelo perímetro urbano, 9,3 Km² pela represa Salto Grande e 32,3 Km² pela área conhecida como “pós-represa” (IGC, 2013). Esta última corresponde, simultaneamente, a área de expansão urbana e de reserva ambiental do município, com base no Plano Diretor de Americana (Lei n.º 4.597, 1º de fevereiro de 2008).

Politicamente, Americana, juntamente com outros dezoito municípios, integra a Região Metropolitana de Campinas (RMC). A população americanense, segundo o último Censo Demográfico do IBGE, realizado no ano de 2010 era de 210.638 habitantes, dos quais 99,5% correspondiam à população urbana, apresentando uma densidade demográfica de 1579,59 hab./km² (IBGE, 2010). Para o ano de 2014, a

população de Americana foi estimada em aproximadamente 227.000 habitantes (IBGE, 2014a), ou seja, 1.698,72 hab./km². A Tabela 02 mostra a evolução da população urbana e rural, assim como a densidade demográfica, nos diferentes censos demográficos a partir de 1940.

Tabela 02 – Crescimento populacional de Americana (1940 – 2010).

Ano	População Urbana	População Rural	População Total	Densidade demográfica
1940	6.893	6.609	13.502	101,04
1950	14.757	6.658	21.415	160,26
1960	32.000	5.856	37.856	262,90
1970	62.387	4.384	66.771	460,53
1980	121.794	261	122.055	847,21
1991	153.591	187	153.778	1.068,33
2000	181.867	433	182.300	1.268,01
2010	209.654	984	210.638	1.579,59

Fonte: IBGE (2014a). Organização: Ávila (2014).

Inserido na zona do Médio Tietê, são encontrados no município colinas amplas, médias e pequenas, com algumas áreas de morrotes alongados e espigões, além de rampas pedimentares. A altitude varia entre 545 e 650 metros (IPT, 1981). As planícies fluviais, segundo Seignemartin et al. (1979), são caracterizadas por topografia quase homogênea, sendo mais bem desenvolvidas ao longo dos canais de drenagem mais significativos. Os processos geomórficos mais evidentes são do tipo erosionais, destacando-se os sulcos rasos e ravinas, vinculados a escoamentos concentrados, bem como à erosão nas margens das drenagens principais e da represa Salto Grande.

O município de Americana está situado na borda da Bacia Sedimentar do Paraná. De acordo Seignemartin et al. (1979), os tipos litológicos encontrados pertencem principalmente ao Subgrupo Itararé (permo-carbonífero), aos depósitos cenozóicos e subordinadamente diabásios mesozóicos. Entre as sete unidades litológicas do Subgrupo Itararé, quatro ocorrem no município: os lamitos e diamictitos (Unidade III), arenitos (Unidade IV), diamictitos e arenitos (Unidade V) e arenitos com marcos ondulados (Unidade VI).

O clima regional em que o município está inserido, segundo Monteiro (1995), pode ser denominado como "Climas Tropicais Alternadamente Secos e Úmidos". Sofre influência de massas de ar tais como: equatorial e tropical continentais, quentes, úmidas e instáveis, responsáveis por causar as precipitações de verão; a

tropical Atlântica que, junto com a Polar, são responsáveis pelas temperaturas baixas no período de outono e inverno. Apresenta temperatura média anual entre 20 e 22°C, com mínimas entre 5 e 6°C e máximas de 30 a 32°C.

Os índices pluviométricos variam de 100 a 250 mm na estação chuvosa (outubro a março) e de 20 a 70 mm na estação seca (abril a setembro) (CEPAGRI, 2013).

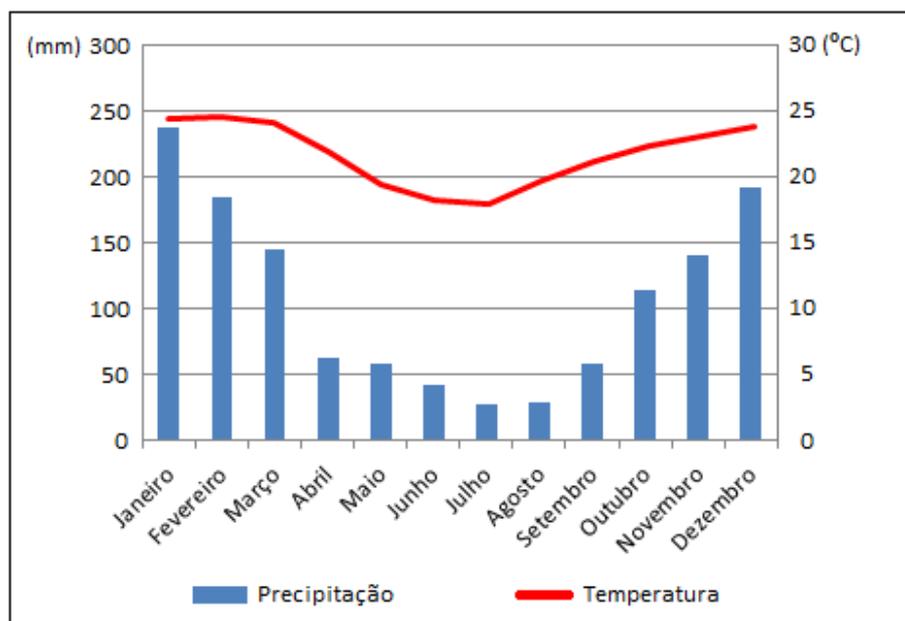


Figura 07 – Variação média anual de precipitação (mm) e temperatura (°C) em Americana.

Fonte: CEPAGRI (2013). Elaboração e organização: Ávila (2013).

Quanto à hidrografia, o município de Americana insere-se na bacia hidrográfica do rio Piracicaba, sendo drenada pelos rios Piracicaba, Atibaia, Jaguari e ribeirão Quilombo. O rio Piracicaba é o principal manancial do município e o ribeirão Quilombo é o principal afluente, atravessando a área urbana no sentido Norte/Sul. Na foz do rio Atibaia forma-se o reservatório da usina hidrelétrica Salto Grande, a qual atende os municípios de Paulínia, Nova Odessa e Americana. A região também é servida por água subterrânea, oriunda de aquíferos do Sistema Tubarão (Subgrupo Itararé) (SEIGNEMARTIN et al., 1979).

A cobertura vegetal original de Americana era predominantemente florestal, com espécies características da Mata Atlântica. Para Rodrigues, R. R. (1999) e Miachir (2009), os tipos de vegetação que ocorrem na região, hoje muito degradadas, são:

- *Floresta Estacional Semidecidual*, conhecida também como Mata Atlântica do Interior ou Floresta Estadual Semicaducifólia, caracterizada pela presença, em grande parte, de árvores que perdem suas folhas na estação seca, como resposta a escassez de água nos meses do inverno;
- *Floresta Estacional Semidecidual Ribeirinha*, ocorrem ao longo dos cursos d'água (matas ciliares), em locais em que o solo é úmido ou sujeito a inundações periódicas. Grande parte das espécies arbóreas não perde as folhas na estação seca, já que sua cobertura vegetal espessa retém a umidade, mesmo em períodos secos;
- *Floresta Paludosa*² e *Campos Úmidos* são aquelas estabelecidas em solos hidromórficos ou aluviais, sujeitas à presença de água superficial permanente, ocorrendo em várzeas, planícies de inundação, nascentes, nas margens de rios e lagos. Em áreas em que a água no solo está distribuída de maneira difusa, estando nesta condição por um período prolongado, há o desenvolvimento de formações campestres, os campos úmidos; enquanto que nas áreas em que a água do solo corre em canais superficiais com certa orientação, com permanência menor, desenvolvem-se as florestas paludosas.
- *Cerradão*, caracterizada por uma vegetação xeromórfica³, de dossel fracamente fechado e de reduzida fitomassa. Apresenta uma fisionomia florestal, pela sua condição edáfica e de retenção de água no solo. Há elementos característicos comuns à Floresta Estacional Semidecidual.
- *Cerrado “senso stricto”* apresenta a particularidade de ser ecótono⁴ entre duas formas extremas de cerrado “*senso lato*”: a florestal (cerradão) e a campestre (campo limpo). Sua vegetação é tipicamente de savana, com estrato arbóreo-arbustivo e outro herbáceo-graminoso.

² Floresta Paludosa é um tipo de floresta que ocupa áreas com solo permanentemente encharcado e apresenta baixa diversidade de espécies vegetais (MIRANDA et al., 2005).

³ Vegetação xeromórfica tem como principal característica a resistência por períodos longos de seca, sendo comuns em formações florestais característicos do Cerradão (BRASIL, 2014).

⁴ Ecótono é a transição entre duas formações vegetacionais diferentes, na qual sua fisionomia e diversidade dependerão das proporções de elementos e processo gerados dos sistemas vegetacionais que a compõem (MOTA et al., 2011).

4. MEIO AMBIENTE URBANO, COBERTURA VEGETAL E ESTUDOS TEMPORAIS

O estudo da cidade nos remete obrigatoriamente ao conhecimento do espaço. Este último é, segundo Santos (1994, p. 19), "o meio, o lugar material da possibilidade dos eventos, [...] o meio onde a vida é tornada possível". O espaço é inevitavelmente social, mesmo nos lugares mais inóspitos, uma vez que o homem, com os avanços tecnológicos, alcançou e transformou, mesmo que de forma indireta, todo o planeta.

O espaço é, portanto, conforme explica Souza (1997), o palco das relações sociais, construído e modelado pelos diferentes níveis de intervenção e alteração do homem, desde as mínimas modificações geradas por uma sociedade constituída basicamente de caçadores e coletores até os intensos impactos resultantes das grandes aglomerações urbanas e dos extensos campos de cultivo. É um espaço concreto, geográfico, criado sob os valores de uma determinada sociedade.

Neste contexto, o meio ambiente natural, como categoria de espaço, é consequentemente social, construído, fruto da interação contínua entre a sociedade e um determinado espaço físico, que se modifica permanentemente. Coelho (2004, p. 23) considera que "o ambiente é passivo e ativo. É, ao mesmo tempo, suporte geofísico, condicionado e condicionante de movimento, transformador da vida social. Ao ser modificado, torna-se condição para novas mudanças, modificando, assim, a sociedade".

A modificação do meio ambiente, do ecossistema natural, a partir da civilização urbana, segundo Morin (1998), criou um novo ecossistema, um ecossistema urbano, que se estabeleceu sob a característica particular de relações e interações socioambientais dentro do aglomerado urbano, formando um ambiente específico, ou seja, um meio ambiente urbano.

O meio ambiente urbano, segundo Marques (2010), é uma composição indissociável e interligada de aspectos de "outros" meio ambientes (físico-natural, cultural e do trabalho). Para o autor,

o solo, a água e o ar o influenciam diretamente; a fauna e a flora o integram; o aspecto cultural se evidencia no aspecto físico por meio de construções histórico-culturais e sentimentos afetivos, e nele estão localizados os mais

variados locais de trabalho: a indústria e o comércio, em suas mais diversas formas de apresentação. Da mesma maneira, o ambiente urbano pode influenciar qualquer um desses outros aspectos, alterando-os ainda que de forma reduzida e localizada, como, por exemplo, em se tratando do clima. [...] Não há como se pensar as cidades sem o meio ambiente físico, sem uma formação cultural, sem o trabalho (MARQUES, 2010, p. 43).

A interligação dos diferentes aspectos no meio ambiente urbano merece atenção. A exploração e a degradação dos aspectos naturais, consequência da falta de planejamento urbano adequado, apresenta uma reação séria e contrária ao ser humano. A falta de uma convivência coerente com a natureza provoca verdadeiras catástrofes no meio urbano, tais como enchentes, deslizamentos, aumento da temperatura etc. Zanin (2002), a partir de Sukopp e Werner (1991), esquematiza as implicações dos diferentes usos do solo urbano para o clima, a flora e fauna (Tabela 03).

Tabela 03 – Efeitos da urbanização sobre a biosfera nas cidades.

	Clima	Solos e água	Flora	Fauna	Espécies novas	Refúgio
Bosques	Microclima favorável	Acidificação, infiltração de água	Favorecimento de espécies nativas	Aves, mamíferos de topo da cadeia alimentar pouco alterada	Expansão de espécies introduzidas	Bosques
Vias fluviais	Extremos climáticos e contaminação	Eutrofização, alta temperatura e contaminação	Colonização por espécies tropicais, igualando ecossistemas	Aves de criação e berçário de aves	Imigração de plantas de canal	Baias tranquilas e canais não utilizados
Bairros industriais	Temperatura alta e contaminação	Emissão de contaminantes procedentes da produção, compactação do solo	Perigo para a vegetação, diminuição da flora autóctone e outras espécies antigas	Raros exemplares	Aparecimento de flora de acompanhamento	Zonas de resíduos cercadas de instalações técnicas
Ferrovias	Temperatura elevada e contaminação acústica	Contaminação por herbicidas	Aumento de plantas resistentes a herbicidas	Espécies ruderais	Imigração de plantas de vias férreas	Zonas de acompanhamento das vias férreas
Terrenos baldios	Microclima favorável e depósito de poluentes	Terrenos ricos em cálcio e metais pesados	Dispersão de espécies	Possibilidade de colonização pelas espécies sucessionais	Possibilidade de colonização de espécies meridionais	Zonas ruderais
Construções concentradas	Temperatura elevada e contaminação	Emissão de contaminantes	Diminuição de espécies sensível a contaminação	-	-	-
Ruas e praças	Aumento de temperatura, umidade baixa e contaminação	Compactação do solo, impermeabilização a água, presença de poluentes gasosos	Árvores danificadas e poucas ornamentais	Favorecimento de espécies pioneiras	Dispersão de plantas ornamentais, rotas importantes de entrada de novas espécies	Canteiros centrais e pequenos jardins
Bairros residenciais com jardins	Microclima favorável	Concentração de húmus, infiltração de água	Plantas florestais típicas, áreas frutíferas	Predomínio de espécies onívoras	Centro de dispersores de plantas para alimentação de aves	Jardins e pátios
Áreas verdes recreativas	Microclima favorável, depósito e coesão de poluentes aéreos	Erosão, eutrofização	Favorecimento de vegetação resistente ao pisoteio	Fauna específica de Parques	Centros dispersores de ervas e plantas ornamentais. Jardim Botânico: dispersores de plantas exóticas	Relictos florestais e de campos
Cemitérios	Variável, de acordo com a impermeabilização	Grande concentração de húmus	Favorecimento para arbórea	Fauna específica de Parques	Dispersão de espécies ornamentais	Caminhos e canteiros
Campos	Boa circulação de ar	Eutrofização de rios, drenagem parcial	-	Fauna específica de campo	Expansão de espécies higrófilas e neófitas	Campos

Fonte: Sukopp e Werner (1991 apud ZANIN, 2002).

Para compreender os impactos ambientais no meio ambiente urbano, Coelho (2004) considera que é necessário problematizar a realidade e construir um objeto de investigação. Além disso, é preciso articular uma interpretação coerente entre os processos ecológicos e sociais relacionados à degradação do ambiente urbano.

Apesar dos problemas referentes à urbanização, é importante não ficar restrito apenas em pressupostos do senso comum, que considera a aglomeração humana a causa única dos impactos ambientais no meio ambiente urbano. Neste pressuposto está embutida a ideia de que quanto maior a aglomeração, maior o

impacto na natureza. Ora, é claro que a aglomeração no meio urbano por si só traz problemas para o meio ambiente natural, porém há outros fatores, não menos importantes, a serem considerados. Neste contexto, merece destaque a especulação imobiliária. Os preços elevados dos imóveis nas regiões centrais ou em outras de interesse paisagístico ou bem localizadas (próximas do comércio, de áreas verdes) força a população pobre a viver em áreas próximas de margens dos rios, de encostas, das áreas de preservação permanente, sem saneamento básico, asfalto, iluminação pública, entre outros. Um aglomerado de pessoas, vivendo nestas condições, sem um mínimo de planejamento, contribuí substancialmente para o desequilíbrio ambiental destas áreas. De forma reflexiva, essa mesma população, quando combinadas a estas áreas mais suscetíveis às transformações próprias de processos ecológicos sofrem as consequências de forma direta, como enchentes, deslizamentos etc. (NUCCI, 2001).

Considera-se então que "os impactos ambientais promovidos pelas aglomerações urbanas são, ao mesmo tempo, produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais" (COELHO, 2004, p. 21).

Impacto ambiental é, portanto,

o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo [...]) no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimulada pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. Os impactos ambientais são escritos no tempo e incidem diferencialmente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço (COELHO, 2004, p. 24).

Ainda para a autora, no estudo dos impactos ambientais no meio urbano é importante considerar que as cidades são influenciadas por uma dinâmica global que ultrapassa suas fronteiras. Desta forma, para a implantação de medidas de minimização de impactos ambientais deve-se considerar uma escala de ação que abarca, de forma integrada, não somente a cidade, mas o seu entorno imediato e, até mesmo, os espaços mais distantes.

A pressão exercida sobre os aspectos físico-naturais no meio ambiente urbano, que resultam em enchentes, deslizamentos, ar de péssima qualidade,

ausência de áreas verdes para o lazer, somados ao trânsito intenso, complexo e desorganizado, a pressão pelo ter (consumismo), a falta de assistência por parte do poder público, o barulho dos carros, das aeronaves e das indústrias, acabam por tornar a cidade um *habitat* que proporciona uma qualidade de vida questionável, fazendo com que as pessoas vivam sob pressão, estresse, cansaço, medo, sob o risco de doenças de diversos tipos e causas.

No que diz respeito à qualidade de vida, Smith (1977) considera que seu conceito está relacionado com as necessidades do ser humano. Segundo o autor estas necessidades são categorizadas como físicas, mentais e sociológicas, estando regidas por conjuntos de valores relacionados ao "bem estar social" e a "diferença". O primeiro tem relação ao bem estar individual em função da saúde, segurança, riqueza, capacidade etc. O segundo, a "diferença", se refere ao indivíduo e sua relação com seus semelhantes no que diz respeito às relações humanas (integridade, respeito, afeto etc.).

Para Barbosa (1982) a qualidade de vida está intimamente ligada a fatores de nível nacional, tais como políticas de desenvolvimento e situação socioeconômica; e de nível local, ligada as condições do meio ambiente urbano, estas relacionadas aos elementos naturais (água, ar, clima, topografia, vegetação), de planejamento (zoneamento, população, gestão de resíduos) de serviços (transporte, comunicação, água potável, produção e uso de energia elétrica), além da qualidade de alimentação, saúde, segurança, emprego e qualidade ambiental.

Marques (2010, p. 39) considera que qualidade de vida "se refere ao conjunto de condições satisfatórias para a vida do homem e resulta da conjugação de diversos fatores, tendo o meio ambiente como um dos seus componentes básicos".

Observa-se que a qualidade ambiental, seja de forma implícita ou explícita, está presente nos diferentes conceitos de qualidade de vida. Tuan (1978) enfatiza que qualidade de vida está ligada com o seu "meio nutridor", das condições físicas, químicas e biológicas que a mantém, além do que as necessidades humanas requerem um sustentáculo do ambiente humano e social equilibrado para sobreviver.

Por qualidade ambiental se entende que são

las condiciones óptimas que rigen el comportamiento del espacio habitable en términos de confort asociados a lo ecológico, biológico, económico-productivo, socio-cultural, tipológico, tecnológico y estético en sus dimensiones espaciales. De esta manera, la calidad ambiental urbana es por extensión, producto de la interacción de estas variables para la conformación de un hábitat saludable, confortable y capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sustentabilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano. (LUENGO, 1998, p. 01).

Entende-se, assim, que a qualidade do ambiente é uma parte fundamental da qualidade de vida humana, uma vez que, segundo Rocha (1991), o comportamento humano é regido não só por parâmetros éticos e sociais, mas também por fatores ambientais. No entanto, para Lefebvre (2001), na sociedade burguesa estes fatores foram quase que totalmente deixados em segundo plano, tendo as preocupações econômicas como ponto central em investigações sociais e no planejamento.

Rocha (1991), por considerar que o ambiente urbano se constitui como o *habitat* e "nicho" do ser humano, se surpreende com a negligência sobre os fatores ambientais no planejamento urbano, uma vez que, para o autor, estes fatores deveriam ser o ponto central de qualquer tomada de decisão.

Dentro desta discussão, Nucci (2001) considera que uma ação efetiva que envolve os fatores ambientais nas políticas urbanas seria o planejamento da paisagem, pioneiro na Alemanha já na década de 1970. Este é entendido como sendo "um instrumento de proteção e desenvolvimento da natureza com o objetivo de salvaguardar a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem como partes fundamentais para a vida humana" (NUCCI, 2001, p. 33). Para o autor as metas são:

- salvaguardar a diversidade animal e vegetal por meio do desenvolvimento de uma rede interligada de áreas protegidas, através da renaturalização de cursos d'água, reflorestamento, etc.;
- salvaguardar as paisagens, seus elementos e os espaços livres em áreas urbanas como meio de garantir o contato contemplativo e recreativo em contraste com as atividades recreativas comerciais;
- salvaguardar o solo, a água e o clima através da regulamentação de seus usos; controle da permeabilidade dos solos, dos aquíferos, do escoamento superficial e da poluição utilizando a vegetação como forma de controle.

O planejamento da paisagem deve condicionar os tipos e a intensidade dos usos do solo, utilizando-se como base para ordenamento urbano a vegetação e os efeitos positivos que a mesma pode fornecer. O planejamento da paisagem tem relação direta com o planejamento do espaço em suas diferentes escalas, tendo como objetivo central a proteção da natureza e o manejo da paisagem, trazendo para o planejamento uma forte orientação ecológica e visão interdisciplinar (NUCCI, 2001).

Neste contexto, o autor afirma que, quando se fala em planejar com a natureza está se falando, entre outros fatores, em planejar com a vegetação. Com ela muitos problemas no meio ambiente urbano podem ser amenizados ou resolvidos. Desta forma, a cobertura vegetal é um componente fundamental na avaliação da qualidade ambiental e, conseqüentemente, da qualidade de vida de uma determinada população.

De maneira geral, a cobertura vegetal, com destaque a vegetação arbórea, foi substituída, quase que gradualmente, pela monocultura e, posteriormente, pelas cidades. Nestas últimas, pode-se considerar, em um primeiro momento,

a diminuição da cobertura vegetal, como condição para a densidade construtiva que caracteriza a cidade, e [em um segundo momento] a reinvenção da vegetação, sob a forma de paisagismo, como adorno de uma cidade em busca de um passado natural (SPÓSITO, 2003, p. 295).

Pode-se considerar que até meados do século XIX, a arborização nas cidades, conforme abordado em capítulos anteriores, estava limitada basicamente aos jardins botânicos e passeios públicos, estando às praças e as ruas, salvo algumas exceções, desprovidas desta cobertura vegetal. A partir deste período, estudos aprofundados sobre a fotossíntese fizeram da árvore um símbolo de salubridade, havendo o reconhecimento de seus benefícios no ambiente urbano. Desta forma, políticas de plantio de árvores foram implantadas, com o objetivo de

criar 'pulmões' para as cidades, com o imperativo de implantar praças ajardinadas e parques no tramo dos aglomerados urbanos. [...] A cultura salubrista foi a responsável pela manutenção de grandes áreas livres no coração das cidades num momento em que a expansão urbana demandava e valorizava as terras nas regiões centrais dos núcleos urbanos (SEGAWA, 1996, p. 218).

Os antigos jardins botânicos e passeios, que anteriormente situavam-se longe dos núcleos urbanos, foram alcançados e incorporados pela urbanização, tornando-

se preciosas áreas livres na congestionada e adensada malha urbana, características estas presentes na paisagem das cidades do século XX. Neste contexto, a árvore se tornou um símbolo de civilidade, cultura e patriotismo, iniciando-se em diversos países a comemoração do dia da árvore. No Brasil essa comemoração iniciou-se em 1902 (SEGAWA, 1996).

A cobertura vegetal no meio ambiente urbano vem contribuir para

mejorar las condiciones de la ciudad, ya que favorecen la aportación de oxígeno, fijan el CO₂, reducen la contaminación atmosférica, suaviza las temperaturas extremas, amortiguan el ruido y evitan la erosión del suelo [...] favorecen unos entornos que poseen una tasa alta de biodiversidad, son más ricos y equilibrados, y hacen posible la colonización por parte de insectos, aves, e incluso de pequeños mamíferos, si se trata de zonas verdes extensas, que cumplen de manera natural funciones tan importantes como el control de plagas o la polinización. También hay que destacar la influencia positiva de la vegetación sobre el equilibrio psicosomático de la ciudadanía. (FALCÓN, 2007, p. 25).

Falcón (2007) enfatiza que a cobertura vegetal, é em si mesma, um pequeno ecossistema, integrado por solo, água, vegetação e fauna e somente com o equilíbrio destes elementos estas áreas poderão satisfazer as expectativas sociais, estéticas, ambientais, psicológicas e fisiológicas.

A manutenção do verde urbano é justificada pelos seus benefícios associados à qualidade ambiental, interferindo diretamente na qualidade de vida, resultado das funções básicas exercidas (ambiental, social e estética) que mitigam e amenizam a gama de propriedades negativas da urbanização. Esses benefícios são inúmeros, sendo estes seguidamente relacionados, conforme Falcón (2007):

- Redução da contaminação atmosférica:
 - o CO₂, gás produzido pela combustão de combustíveis fósseis em veículos automotores, tem sido um dos principais contaminantes atmosféricos nas cidades, sendo gerados, segundo estimativas, cerca de 3 a 8 toneladas por pessoa. A vegetação consegue absorver grande parte do CO₂ produzido, através do processo de fotossíntese, devolvendo para o meio o O₂;
 - a vegetação consegue fixar, em suas folhas, o material particulado suspenso no ar e gases contaminantes, como o chumbo, flúor e o ácido sulfúrico.

- Regulação da umidade e da temperatura:
 - a vegetação ameniza os efeitos incômodos do microclima urbano (aumento do calor, principalmente no verão) gerado pelo efeito da área construída (pavimentos, edifícios etc.). A temperatura pode ser amenizada em até 4°C;
 - a umidade, em áreas arborizadas, pode aumentar em até 10%, devido a transpiração das árvores, que absorve o calor do entorno ao evaporar a água.
- Redução e controle de erosão:
 - a vegetação protege o solo contra o impacto das gotas das chuvas (agente erosivo) e ação dos ventos (agente transportador de partículas). Além disso, as raízes contribuem para fixar o solo, graças ao seu sistema reticular.
- Filtro acústico e redução do vento:
 - a contaminação acústica é um dos importantes problemas nas cidades. Estes são gerados principalmente pelo tráfego de veículos automotores e pelas atividades industriais que, quando somado pela densidade de edifícios, o efeito é multiplicado. As árvores e arbustos funcionam como uma barreira acústica, reduzindo o ruído entre 1,5 a 30 dB para cada 100 metros, de acordo com o tipo de vegetação;
 - as árvores funcionam como barreira para os ventos; em locais sem este obstáculo, a força dos ventos chega a ser doze vezes maior.
- Efeitos antibióticos:
 - nas grandes aglomerações de pessoas, principalmente nos centros comerciais, estão presentes, junto do material particulado existente no ar, microrganismos patogênicos. A vegetação, tendo o poder de fixar este material particulado, também fixa os microrganismos, diminuindo consideravelmente os riscos de contaminação.

Além dos benefícios já expostos, Nucci (2001) considera ainda que a vegetação protege as nascentes e mananciais, serve de abrigo para a fauna, permite a organização de espaços no desenvolvimento das atividades humanas, é elemento de valorização visual e ornamental, colabora com a saúde psíquica do homem, contribui para os espaços naturais de recreação, serve de contraste de cores e texturas no ambiente construído (quebra a monotonia das cidades) e, por fim, estabelece uma escala intermediária entre a humana e a construída.

Branco (2003) discute ainda sobre a absorção de radiação pelas folhas. Sua cor verde retira do ambiente uma enorme quantidade de radiações quentes produzidas pelo Sol, por meio da clorofila, que desempenha a função de filtro, recolhendo as luzes de cor avermelhada, que são quentes, e deixando as de cor esverdeada, que são frias, favorecendo na amenização da temperatura no meio urbano.

Oliveira (1996), por sua vez, faz uma análise das funções da arborização urbana, com foco em suas implicações ecológicas e sociais (Tabela 04).

Tabela 04 – Funções da arborização urbana e suas implicações ecológicas e sociais

Funções	Implicações ecológicas	Implicações sociais
<ul style="list-style-type: none"> - interceptação, absorção e reflexão de radiação luminosa - fotossíntese, produção primária líquida; - fluxo de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção do equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos. - manutenção das altas taxas de evapotranspiração; - manutenção do microclima; - manutenção da fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> - conforto térmico; - conforto lúmnico; - conforto sonoro; - manutenção da biomassa com possibilidade de integração da comunidade local.
<ul style="list-style-type: none"> - Biofiltração 	<ul style="list-style-type: none"> - eliminação de materiais tóxicos particulados e gasosos e sua incorporação nos ciclos biogeoquímicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - melhoria na qualidade do ar e da água de escoamento superficial.
<ul style="list-style-type: none"> - contenção do processo erosivo 	<ul style="list-style-type: none"> - economia de nutrientes e solos; - favorecimento de processo sucessional. 	<ul style="list-style-type: none"> - prevenção de deslizamentos, voçorocas, ravinamentos e perda de solos; - preservação dos recursos hídricos para abastecimento e recreação.
<ul style="list-style-type: none"> - infiltração de água pluvial 	<ul style="list-style-type: none"> - redução do escoamento superficial; - recarga do aquífero; - diminuição na amplitude das hidrógrafas. 	<ul style="list-style-type: none"> - prevenção de inundações.
<ul style="list-style-type: none"> - movimentos de massas de ar 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção do clima. 	<ul style="list-style-type: none"> - conforto térmico e difusão de gases tóxicos e material particulado do ar.
<ul style="list-style-type: none"> - fluxo de organismos entre fragmentos rurais e meio urbano 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção da diversidade genética. 	<ul style="list-style-type: none"> - aumento da riqueza da flora e da fauna; - realce da biofilia.
<ul style="list-style-type: none"> - atenuação sonora 	<ul style="list-style-type: none"> - aspectos etológicos da fauna 	<ul style="list-style-type: none"> - conforto acústico.

Fonte: Oliveira (1996, p. 15).

Frente aos benefícios observados quanto à cobertura vegetal, é importante avaliar qual sua distribuição e concentração ideal no território urbano. Segundo Cavalheiro (1991), as ações para minimizar os impactos negativos da urbanização não devem estar somente atreladas a medidas tecnológicas, mas, principalmente, ao ordenamento do meio físico. Para tal, segundo Cavalheiro e Del Picchia (1992), deve-se reconhecer que as cidades são constituídas, do ponto de vista físico, dos seguintes espaços: o de integração urbana (rede rodoferroviária); espaço com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas etc.) e espaço livre de construção (praças, parques, águas superficiais etc.). A dimensão e distribuição deste último no território urbano são importantes uma vez que a vegetação estará localizada, principalmente, nestes espaços.

Na Alemanha, por exemplo, país que apresenta uma legislação de ordenamento urbano que favorece a presença da cobertura vegetal desde a década

de 1970, orienta que o solo urbano seja dividido em 40% de espaços construídos, 40% de espaços livres e 20% para o sistema viário. Se utilizarmos estes índices como referência, por exemplo, para a cidade de São Paulo, observa-se, segundo Nucci (2001), uma enorme discrepância, considerando o fato que 70% do território são de espaços construídos, 27% pertencem ao sistema viário e somente 3% são de espaços livres.

Quanto à cobertura vegetal, segundo Lombardo (1985), a partir de Oke (1973), estima-se que um índice de 30% em relação ao território urbano seja recomendável para proporcionar os benefícios gerados pela mesma a uma determinada população. Vale ressaltar que este índice pode variar entre os pesquisadores deste tema, em consideração ao local que está sendo estudado. No entanto, há um consenso que índices abaixo de 5% determinam características semelhantes à de um deserto.

A compreensão do atual estágio de distribuição dos diferentes espaços no meio urbano, assim como a concentração e distribuição da cobertura vegetal depende, sobretudo, de se compreender a história, o modelo de desenvolvimento urbano e os padrões internos de diferenciação social.

Segundo Santos (1985), apesar de serem governadas pelo presente, as formas revelam contornos e finalidades que só podem ser explicadas se contextualizadas no tempo. É isso que permite atribuir um significado a cada forma espacial. Deve-se considerar, além das formas, a formação espacial, que concebe a existência de tempos hierarquicamente definidos e em que a presença de temporalidades tidas como hegemônicas tendem a definir, em grande parte, os conteúdos das formas espaciais, como exemplo as urbanas.

A análise da paisagem urbana, neste contexto, se torna fundamental para a compreensão da cidade. O estudo temporal permite múltiplas leituras envolvendo valores, crenças, diferenças sociais, impactos ambientais, etc. Para Coelho (2004, p. 274) deve-se considerar que "a realidade de um espaço urbano é representativa de um estágio histórico dos movimentos de mudanças sociais e ecológicas (particulares e gerais) combinadas, que modificam permanentemente o espaço em questão". Ainda segundo a autora,

o método que possibilite interrogar os tempos da sociedade e os tempo das mudanças naturais é de grande utilidade. A imbricação de espaços e de tempos diferentes leva ao exercício da reinterpretação relacional das realidades complexas da produção do espaço, processo no qual as técnicas assumem papéis importantes e constantemente renovados (COELHO, 2004, p. 31).

Para Trindade Júnior (2004), a partir de Salgueiro (2001), em estudos históricos, a cidade, por apresentar uma natureza em movimento, deve ser vista como um artefato em constante processo de construção e desconstrução, se alterando conforme os diferentes ritmos e temporalidades. Destaca-se ainda que, no contexto de uma temporalidade longa, a importância das experiências locais como mecanismos de apropriação de modelos tomam direções peculiares, embora se inscrevam em uma contextualização histórica comum.

Coelho (2004) salienta que nas análises temporais não se deve considerar as transformações um fenômeno contínuo. A evolução é um produto de múltiplas mudanças. "As mudanças sociais e ecológicas são marcadas por rupturas num contínuo, provocando uma desestruturação e uma reestruturação que deverá ser afetada por nova mudança" (COELHO, 2004, p. 24). É por meio de pesquisa de acompanhamento sistemático, com foco na compreensão das estruturas e de processos não planejados e de longa duração, é que podem ser explicados os impactos e as consequentes alterações sobre o meio ambiente urbano.

A periodização da história da cidade possibilita examinar as continuidades e descontinuidades/rupturas durante o processo de mudanças, assim como os períodos de relativa estabilidade. Em consequência, os diversos períodos históricos necessitam ser espacializados. Coelho (2004) considera que espacializar não significa somente se posicionar no espaço ou mapear determinados fenômenos, mas, sobretudo, distinguir os diferentes processos de transformação espacial. O mapeamento dos diferentes períodos históricos tende a retratar uma espacialização, ou seja, um processo de formação e distribuição espacial, temporal e socialmente diferenciado.

Neste contexto, as geotecnologias se mostram como ferramentas poderosas, uma vez que possibilitam uma análise integrada do território através da interpretação, cruzamento e análise das diversas variáveis existentes nas diversas escalas de trabalho e de tempo histórico.

5. GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DA COBERTURA VEGETAL

As geotecnologias se evidenciam como um dos principais avanços técnicos ligados às geociências e ciências correlatas para a análise da estrutura do espaço geográfico. De acordo com Tabacow e Silva (2011), estas englobam o uso de técnicas de investigação e avaliação que permitem retirar informações de uma base de dados georreferenciados, originados de diferentes fontes, níveis e acuidade de informação, e cujo processamento se demonstra como uma ferramenta de suporte à tomada de decisão que fornece mais possibilidades de delineamento a um determinado estudo. Os métodos intrínsecos a estas ferramentas e as inúmeras alternativas contidas na sua aplicação resultam na construção de um diagnóstico de eventos e fenômenos que afetam um determinado território, permitindo a formulação de sugestões e soluções que apoiam a uma decisão final. Dentro das geotecnologias estão o sensoriamento remoto, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o *Global Navigation Satellite System* (GNSS), a cartografia digital, entre outros.

O Sensoriamento remoto é a tecnologia que, de acordo com Novo (2010) e Florenzano (2011), permite obter dados por meio de sistemas sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas ou suborbitais (balões e aeronaves) e orbitais (satélites artificiais), que captam e registram as interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias e objetos presentes na superfície terrestre em suas mais diversas manifestações, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos existentes.

Nas plataformas aéreas, de acordo com Novo (2010), o sistema é composto por sensores fotográficos, classificados como câmeras métricas, munidos de sistemas ópticos que apresentam baixa distorção geométrica, localizados em posição fixa em relação ao plano do filme. Os filmes, por sua vez, funcionam como detectores fotoquímicos da radiação refletida e emitida pela superfície terrestre, sendo estes, em geral, pancromáticos, sensíveis na região do espectro que se estende do visível ao infravermelho próximo. Há ainda filmes que são sensíveis somente nesta última faixa do espectro. Esses filmes posteriormente são levados em laboratórios para serem processados, onde são geradas imagens de alta resolução espacial, com elevada precisão cartográfica e densidade de informações.

Apesar de atualmente os produtos orbitais estarem consolidados e amplamente difundidos, a riqueza de detalhes das imagens aerofotogramétricas faz com que estas sejam ainda muito utilizadas em estudos, tais como mapeamento de tipos de solo, planejamento de áreas urbanas entre outros, possibilitando a geração de produtos cartográficos em escala de grande detalhe. Atualmente as câmeras fotográficas foram substituídas pelas câmeras digitais.

Com o avanço da informática, outros equipamentos de coleta de dados acoplados em aeronaves têm sido utilizados com frequência, sendo o caso, por exemplo, do sistema de videografia. Neste tipo de sistema é empregada uma câmera de vídeo como sistema sensor, que permite o levantamento de um grande número de informações de alta resolução, em intervalo de tempo e custos menores. Além disso, atualmente existem câmeras multiespectrais, possibilitando a aquisição de imagens nas faixas do verde, vermelho e infravermelho, permitindo, por exemplo, estudos referentes ao vigor de biomassa de culturas agrícolas (PANCHER, 2006).

Para as plataformas orbitais, os sistemas sensores são acoplados a bordo de satélites artificiais. Seu sistema de imageamento é do tipo eletro-óptico, ou seja, possuem, segundo Novo (2010), detectores capazes de transformar a radiação eletromagnética captada em sinal elétrico, possibilitando registrar inúmeras imagens sucessivamente. Esses sinais elétricos são transmitidos para estações de recepção localizadas na Terra, equipadas com enormes antenas parabólicas. Os sinais recebidos por estas estações são processados “e cada nível de radiância é alocado a um conjunto de coordenadas espaciais, de modo a gerar uma imagem do terreno” (NOVO, 2010, p. 92). Esses sinais elétricos recebidos podem também serem transformados em dados na forma de gráficos ou tabelas. Além da grande vantagem da escala temporal, ou seja, o imageamento é constante e o período de revisita de uma mesma área é curto, esses sistemas sensores são multiespectrais, e outros ainda hiperespectrais, possibilitando a geração de imagens que correspondem a curtas faixas do espectro eletromagnético. Tendo em vista que a abordagem sobre sistemas sensores orbital e suborbital estão amplamente detalhadas na literatura e que não é o objetivo desta pesquisa esgotar este tema específico, sugere-se a consulta de bibliografias como Novo (2010) e Moreira (2011) para maiores detalhes.

A partir dos produtos de sensoriamento remoto podem-se extrair diversas informações relacionadas a um determinado território. As imagens são transportadas para *softwares* específicos, onde são tratadas e interpretadas, na qual esta interpretação pode ser realizada tanto pelo método de fotointerpretação quanto pelo método automático (classificação digital).

O tratamento ou pré-processamento consiste, segundo Moreira (2011), na preparação destas imagens antes de serem utilizadas pelo pesquisador. São procedimentos relacionados às correções geométricas e radiométricas.

Limitando-se a exposição teórica sobre as imagens aerofotogramétricas (utilizadas nesta pesquisa), as distorções geométricas encontradas nestas estão relacionadas com as características intrínsecas de sua aquisição. Segundo Ricci e Petri (1965) e Paredes (1987), diferentemente de um mapa ou uma carta, na qual a projeção é ortogonal, ou seja, todos os objetos são representados como se fossem vistos de forma totalmente vertical (perpendicular), em uma imagem aerofotogramétrica a projeção é cônica central, ou seja, quanto mais distantes os objetos estiverem localizados do ponto principal (centro) da imagem, maiores serão as distorções. Essas distorções são nitidamente visíveis em cenas com presença de edificações elevadas. Fatores como a inclinação da aeronave e mudanças de altitude durante o voo de imageamento também contribuem para essas distorções.

O relevo também influenciará nas distorções geométricas das imagens. Segundo Anderson (1982), colinas e fundos de vale se apresentam deslocadas (mesmo não sendo diretamente visíveis nas imagens) por estarem em níveis diferentes do datum horizontal. Marchetti e Garcia (1986) complementam considerando que o grau desse deslocamento se dá de forma crescente partindo do ponto principal (centro) da imagem para suas bordas. Desta forma, pode-se considerar que a escala não é uniforme em todo o plano da imagem, havendo o aumento deste gradiente em regiões de relevo muito acidentado. Portanto,

quando uma área é *relativamente* plana (com diferenças de relevo inferiores a 3% da altura do voo), podemos, normalmente, usar a escala do nível médio do relevo, sem prejudicar a precisão do levantamento. Mas, se precisamos de medidas exatas ou se a área mostra um relevo acidentado, é aconselhável calcular as escalas dos vários níveis do terreno (ANDERSON, 1982, p. 93).

A correção geométrica pode ser realizada pela ortorretificação, que é composta por um conjunto de procedimentos, realizados em *softwares* específicos, para a transformação da projeção originalmente cônica das imagens aerofotogramétricas em uma projeção ortogonal, atenuando erros referentes às distorções ou deslocamentos. A ortorretificação é dependente de um conjunto de dados referentes ao momento exato da tomada da imagem, relacionados à orientação exterior (posição da câmera a um referencial externo) e orientação interior (referência da fotografia com a própria câmera). Além destes conjuntos de dados, um modelo digital do terreno é utilizado para corrigir as distorções relacionadas com o relevo (MENESES; FIGUEIREDO; LEITE, 2008).

Devido à dependência destes dados, a ortorretificação se torna um método preciso de correção geométrica de imagens, sendo este indicado principalmente em estudos que necessitam de medições precisas de grandezas (distâncias, alturas etc.), com a geração de cartas planimétricas ou topográficas. Este método ainda é indicado para estudos em terrenos com relevo muito acidentado, que geram imagens com uma grande variação de escala e com deslocamento elevado das feições (GARCIA, 1982; MARCHETTI; GARCIA, 1986; PAREDES, 1987).

Outro método de correção geométrica de imagens, segundo Vergara, Cintra e D'Alge (2001), a partir de Mather (1999), é o Modelo Polinomial. Neste a transformação geométrica é realizada a partir de um polinômio de ordem n , geralmente de primeira ordem, sendo esta uma transformação afim. O procedimento consiste no estabelecimento de uma correspondência, através de *softwares* especializados, entre o sistema de coordenadas da imagem (linha, coluna) e um sistema de coordenadas escolhido como referência, por exemplo, coordenadas geográficas (latitude, longitude). Essa correspondência é realizada através do registro ou georreferenciamento, com a adoção de pontos de controle homólogos, fixados em feições conhecidas e geometricamente definidas, entre a imagem e outras bases confiáveis da mesma área de estudo. Essas bases, de onde são obtidas as coordenadas dos pontos de controle, podem ser: documentos cartográficos precisos e em escala superior a escala de trabalho, tais como cartas topográficas e cartas planimétricas; produtos de sensoriamento remoto, devidamente tratados, georreferenciados e também em escala superior a escala de trabalho, tais como imagens orbitais e imagens aerofotogramétricas; ou banco de

dados de coordenadas coletadas em nível de terreno através de leitura realizada por aparelho de GPS.

A correção geométrica através da operação de registro das imagens, segundo os autores, é um método mais empírico do que a ortorretificação. No entanto, embora de menor precisão, tem a vantagem de não requerer dados referentes ao momento da tomada das imagens, estes nem sempre disponíveis, necessitando apenas de uma distribuição coerente de um número suficiente de pontos de controle pelo plano da imagem. Para estudos em terrenos ligeiramente planos ou suavemente ondulados e para a confecção de mapas temáticos, com o objetivo de demonstrar determinados fenômenos, o modelo polinomial apresenta excelentes resultados.

As correções de âmbito radiométrico tem relação com a qualidade visual das imagens, com realização de transformações matemáticas em relação aos níveis de cinza de cada *pixel*. Segundo Ponzoni e Shimabukuro (2007), o procedimento para correção radiométrica é empregado quando o interesse é realizar uma análise de abordagem quantitativa que envolve as diferentes respostas espectrais dos objetos presentes na imagem. Em estudos de caráter qualitativo, como a elaboração de mapas temáticos, seja por fotointerpretação ou por classificação digital, a imperfeição radiométrica não constitui objeto de preocupação. Esta imperfeição ocorre por que

quando um sensor é fabricado, cada detector que será responsável pelo registro das intensidades radiantes em cada faixa espectral (Radiância) tem sua própria sensibilidade a determinadas amplitudes de Radiância. Por exemplo, nós podemos imaginar dois detectores atuando em um sensor, sendo um responsável por medições em uma banda do visível e outro em uma banda do infravermelho próximo. [...] Cada um terá seus próprios critérios em [discretizar as intensidades do fluxo radiante sobre eles incidente], o que resultará em níveis de cinza que não poderão ser comparados entre as diferentes imagens das duas bandas em questão. Assim, se um determinado objeto assumir, nas bandas do visível e do infravermelho, o nível de cinza 64, por exemplo, apesar desse objeto aparentemente brilhar igual nas duas faixas espectrais, ele poderá apresentar níveis de Radiância diferentes. Nesse caso, as imagens estariam informando que tal objeto não apresenta diferença de brilho nas duas regiões espectrais, quando na realidade existe (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007, p. 44).

Após tratadas, as imagens estão prontas para serem interpretadas. Um dos métodos utilizados é o de fotointerpretação. Este, segundo Moreira (2011), consiste no processo de raciocínio lógico, dedutivo e indutivo por parte do fotointérprete para

compreender e explicar o comportamento de cada objeto contido nas cenas analisadas. Durante a fotointerpretação das imagens, o pesquisador se utiliza de elementos fotointerpretativos e de chaves de interpretação.

Os elementos fotointerpretativos, segundo Florenzano (2011), são elementos básicos de análise a partir dos quais se extraem informações referentes a objetos, áreas ou fenômenos. Entre estes elementos estão:

- *tonalidade*, utilizada para interpretar imagens representadas em tons ou níveis de cinza, onde a variação da energia refletida ou emitida por um alvo é traduzida na imagem por diferenças nesses níveis;
- *cor*, utilizada para interpretar imagens coloridas, onde a variação da energia refletida ou emitida por um alvo é representada na imagem por diferentes cores;
- *textura*, refere-se ao aspecto de um determinado objeto da imagem, podendo ser liso, uniforme, aveludado ou rugoso. Para a cobertura vegetal, por exemplo, uma mata apresentará uma aparência mais rugosa do que uma área de reflorestamento de pinus, que por sua vez, se apresentará mais rugosa do que uma cultura agrícola, esta última visualizada em uma imagem com características homogêneas de textura;
- *tamanho*, ajuda a distinguir objetos na imagem, como por exemplo uma casa de uma indústria, ou até mesmo a intensidade de um fenômeno, diferenciando sulcos erosivos de uma voçoroca;
- *forma*, elemento interpretativo fundamental, que possibilita identificar um objeto facilmente, como rios e estradas (pelas suas formas lineares); construções como casas, prédios (quadrados ou retângulos) etc.;
- *padrão*, outro elemento interpretativo fundamental, que se refere ao arranjo espacial ou organizacional dos objetos na superfície terrestre. Por exemplo, áreas residenciais de alto padrão são caracterizadas por unidades habitacionais grandes, localizadas em lotes com áreas maiores e a presença de muita área verde, enquanto áreas ocupadas por favelas são caracterizadas por unidades habitacionais pequenas, sem espaçamento

entre as mesmas e ausência de uma organização espacial e de sistema viário;

- *localização geográfica*, sendo de grande utilidade na identificação, por exemplo, de uma área urbana por sua proximidade de rodovias e rios.

Partindo destes elementos fotointerpretativos, podem ser elaboradas chaves (modelos) de interpretação. Essas chaves consistem

na descrição de um conjunto de elementos de interpretação que caracterizam um determinado objeto. Elas sistematizam e orientam o processo de análise e interpretação de imagens. Utilizadas como guia, essas chaves ajudam o intérprete na identificação correta de objetos e feições representados em uma fotografia aérea ou imagem orbital de maneira consistente e organizada (FLORENZANO, 2011, p. 61).

Segundo a autora, devido à variedade de produtos de sensoriamento remoto e de objetos de interesse analítico, se aconselha ao fotointérprete desenvolver suas próprias chaves de interpretação. Vale ressaltar que estas chaves são melhores aplicadas em objetos construídos (estradas, casas etc.) por apresentarem formas regulares e padrões conhecidos, diferentemente dos objetos naturais, que apresentam formas e padrões irregulares.

A interpretação automática ou classificação digital, por sua vez, se inicia, na maioria dos procedimentos existentes, pela etapa de segmentação, que permite dividir a imagem em regiões espectrais homogêneas, podendo também, neste momento, ser realizada a seleção de amostras (áreas de treinamento) para o caso da classificação digital ser do tipo supervisionada. Em seguida ocorre a classificação propriamente dita, sendo a etapa de reconhecimento automático de objetos através de algoritmos. O produto final da classificação digital é um mapa temático, onde as classes podem ser definidas antes do processo de classificação (supervisionada) ou depois da classificação (não supervisionada). Para ambos os casos, um pós-processamento é necessário para corrigir possíveis erros de classificação, através da edição do produto final gerado (FLORENZANO, 2011).

A escolha de um dos métodos dependerá dos objetivos da pesquisa e da qualidade das imagens de sensoriamento remoto disponíveis para a sua realização. Ponzoni e Shimabukuro (2007) consideram que a fotointerpretação é eficaz quando o objetivo é acessar as características geométricas e visuais dos objetos de

interesse dentro de uma cena. No entanto, ressaltam que o olho humano consegue apenas extrair informações mediante a análise de um conjunto de *pixels*, sendo impossível analisá-los de forma isolada. Desta forma, para alguns tipos de estudos, como por exemplo, o de estimar a área ocupada por uma determinada cultura agrícola, a classificação digital pode trazer ganhos significativos. Outra situação é realização da classificação do uso da terra através de imagens orbitais de média e baixa resolução espacial, que é amplamente facilitada pelo uso do método automático de interpretação.

Independentemente do método escolhido, é evidente que cada área de estudo apresenta particularidades que devem ser levadas em consideração pelo pesquisador. Os dados contidos nas imagens representam apenas uma fração das informações que podem ser extraídas. Desta forma, é importante que qualquer estudo que se utilize de produtos de sensoriamento remoto seja precedido de levantamentos bibliográficos sobre a área de estudo e de trabalhos de campo (pré e pós-análise de imagens) (FLORENZANO, 2011; MOREIRA, 2011). Ponzoni e Shimabukuro (2007, p. 60) consideram ainda que “em sensoriamento remoto nada é discreto ou absoluto. Cada caso e/ou estudo deve ser analisado em detalhe, procurando tanto quanto possível abster-se de regras genéricas e extrapolações”.

As informações extraídas a partir da interpretação dos produtos de sensoriamento remoto podem ser vinculadas a bancos de dados e expostas, entre outras formas, por meio de produtos cartográficos através de *softwares* de SIG ou GIS (sigla original do inglês de *Geographic Information System*). Entre as diversas definições, o SIG pode ser considerado como sendo "uma classe especial de sistema de informação que controla não apenas eventos, atividades e coisas, mas também onde esses eventos, atividades e coisas acontecem ou existem" (LONLEY et al., 2013, p. 04).

Os SIG, segundo Lang e Blaschke (2009), têm como características fundamentais a documentação, visualização e análise de eventos e fenômenos existentes no espaço geográfico. A análise destes eventos se dá através da utilização de sistema computacional de alta capacidade, capaz de processar grandes conjuntos de dados. Estes dados são integrados por meio de *software*, que possibilita a relação entre os mesmos. Informações genéricas (dados brutos) podem

ser transformadas em informações úteis às diversas áreas de interesse e conhecimento. Estas informações, agora lapidadas, podem ser relacionadas espacialmente, sendo expostas através de produtos cartográficos. Nos SIG, ainda é possível desenvolver cenários que possibilitam prever impactos e avaliar intervenções na aplicação de grandes projetos, como por exemplo, a construção de rodovias próxima de áreas florestais, apresentado importante colaboração para o planejamento.

O SIG, que na sua origem, no início dos anos de 1960, era denominado como uma ferramenta baseada em computador para a manipulação de grandes volumes de dados espaciais, hoje, segundo Longley et al. (2013), se desenvolveu como uma ciência completa, sendo frequentemente chamada de GISS (*Geographical Information Science and Systems*).

Segundo Burrough (1986), o SIG, por ter como suporte indispensável à utilização de técnicas computacionais para representação do espaço, fornece inúmeros benefícios, tais como rapidez na confecção de mapas, redução de custos dos trabalhos de mapeamento, elaboração de documentos cartográficos de acordo com os objetivos da pesquisa, possibilidade de realização de diferentes representações gráficas, rapidez na atualização de dados e facilidade na análise interativa de dados de diferentes categorias (estatísticos, espaciais, etc.).

Para Moreira (2011), o SIG deve apresentar duas características básicas: a) permitir, numa mesma base de dados, a inserção e a integração de dados espaciais originados de diversas fontes; b) possibilitar a combinação de diversas informações, por meio de algoritmos de manipulação e análise, oferecendo mecanismos de consulta, recuperação, visualização e plotagem do conteúdo dessa base de dados georreferenciados. Neste sentido, o SIG constitui uma ferramenta poderosa na análise espaço-temporal de fenômenos na superfície terrestre.

Voltando nossa atenção para o estudo da cobertura vegetal, tema desta pesquisa, as geotecnologias apresentam amplas possibilidades de investigação e análise. No entanto, é importante visualizar como a cobertura vegetal é captada e apresentada nos produtos de sensoriamento remoto.

Na estrutura da vegetação, segundo Moreira (2011), a mais importante para o sensoriamento remoto é a copa, sendo esta o estrato superior da planta composta pelas folhas. Em uma unidade florestal, por exemplo, o conjunto de copas forma o dossel, que quando visualizada a partir de uma imagem de sensoriamento remoto, observa-se uma grande área contínua de folhagem.

A aparência da cobertura vegetal, de acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2007), em um determinado produto de sensoriamento remoto, é resultado de um complexo processo que envolve diversos parâmetros e fatores ambientais. O que é medido efetivamente por um sistema sensor quando o alvo é uma copa ou um dossel vegetal não pode ser explicado somente pelas suas características intrínsecas. A interferência de vários outros fatores e parâmetros deverá ser considerada.

O fluxo radiante que incide sobre um dossel é constituído de duas partes: uma parte da radiação que não sofre processo de absorção ou espalhamento pela atmosfera, sendo denominado de fluxo direto, e outra parte que é espalhada na direção descendente, chegando sobre o dossel de forma difusa, denominado como fluxo difuso. Para Ponzoni e Shimabukuro (2007), a fração de fluxo difuso é dependente das condições atmosféricas, com destaque a concentração de vapor d'água, e apresenta variação conforme o comprimento de onda, sendo

maior na região do visível (0,40 μm a 0,72 μm) do que nas regiões do infravermelho próximo (0,72 μm a 1,10 μm) e do infravermelho médio (1,10 μm a 3,20 μm). A direção do fluxo direto é caracterizada pelos ângulos zenital (q_s) e azimutal (j_s) solares, enquanto que a direção do fluxo difuso é caracterizada pela sua distribuição angular [...] As quantidades relativas dos fluxos diretos e difusos dependem das características do elemento da vegetação e do fluxo da radiação incidente (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007, p. 35).

É preciso considerar ainda que um dossel é composto, segundo Ponzoni e Shimabukuro (2007), por elementos da própria vegetação (folhas, galhos, frutos, flores etc.). Quando um fluxo de radiação incide sobre qualquer um destes elementos, poderão ocorrer dois processos: o de espalhamento e o de absorção. O destino do fluxo radiante que incide nos elementos de uma copa dependerá de características de fluxo (comprimento de onda, ângulo de incidência e polarização) e de características físico-químicas destes mesmos elementos. No entanto, de acordo com Moreira (2011), pode-se considerar que cerca de 50% da radiação incidente é

absorvida pelos pigmentos contidos na folha. Outra parte da energia é refletida e, uma terceira parte, sofre um processo de transmissão, através das camadas de folhas que compõem a copa.

Quanto às características físicas, Moreira (2011) salienta que o arranjo dos dosséis e as folhas que os compõem influenciarão na resposta espectral da cobertura vegetal captada pelo sistema sensor. O número de camadas de folhas, expressa pelo Índice de Área Foliar (IAF), o ângulo em que estas folhas são posicionadas, caracterizada pela Distribuição Angular de Folhas (DAF), a densidade do dossel, sendo densas ou espessas (essas últimas sofrem total influência da reflectância do solo durante o imageamento) e as sombras formadas entre as espécies de maiores e menores alturas influenciam diretamente na reflectância de um dossel.

A composição química das folhas, por sua vez, influenciará na reflectância de forma distinta entre as três regiões espectrais utilizadas para a análise da cobertura vegetal. Segundo Ponzoni e Shimabukuro (2007), na região do visível (0,40 - 0,72 μm), a maior parte da radiação incidente sobre a copa das árvores é absorvida pelos pigmentos existentes nas folhas. Esses pigmentos são em geral encontrados nos cloroplastos, localizados nos mesófilos das folhas, sendo compostos em média por 65% de clorofila, 29% de xantofilas e 6% de carotenos. Segundo Moreira (2011), a energia incidente é espalhada pelo mesófilo através das interações de radiação com as paredes celulares hidratadas, originando inúmeras reflexões e refrações, propiciando sua absorção pelos pigmentos, especialmente pela clorofila, sendo posteriormente convertida em calor, fluorescência e, ainda, em energia armazenada em forma de componentes orgânicos através da fotossíntese. Consequentemente, nesta faixa espectral, tanto a reflectância quanto a transmitância das folhas são baixas, não ultrapassando a média de 15%. No entanto, observa-se um pico de reflectância no comprimento de onda de 0,55 μm , na região do verde, explicando assim o motivo pelo qual o olho humano enxerga as folhas nesta cor.

Para a região do infravermelho próximo (0,72 - 1,10 μm) há a ocorrência de pequena absorção de radiação (menos de 15%) e uma alta reflectância, podendo chegar até 50%, dependendo da estrutura anatômica das folhas. De modo geral, a reflectância é resultado da interação da energia incidente e espalhada na estrutura

dos mesófilos das folhas. Fatores externos tais como disponibilidade de água, por exemplo, podem alterar a relação água/ar no mesófilo, ocorrendo conseqüentemente a alteração quantitativa da reflectância da folha. Já para a região do infravermelho médio (1,10 - 3,20 μm), as características são similares aos observados na região do visível, no entanto, a água disponível no interior das folhas influenciará diretamente na reflectância. Isso porque a água absorve consideravelmente a radiação incidente nesta região espectral, mas especificamente entre 1,3 e 2,0 μm (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007; MOREIRA, 2011). A Figura 08 esboça o comportamento de uma folha verde e sadia nas diferentes regiões espectrais aqui citadas. Vale ressaltar, conforme exposto por Moreira (2011), que a reflectância de uma copa ou dossel, devido a sua arquitetura, é diferente da observada em uma folha sozinha. No entanto, existe uma relação muito grande entre as medidas de energia refletida para ambos os casos.

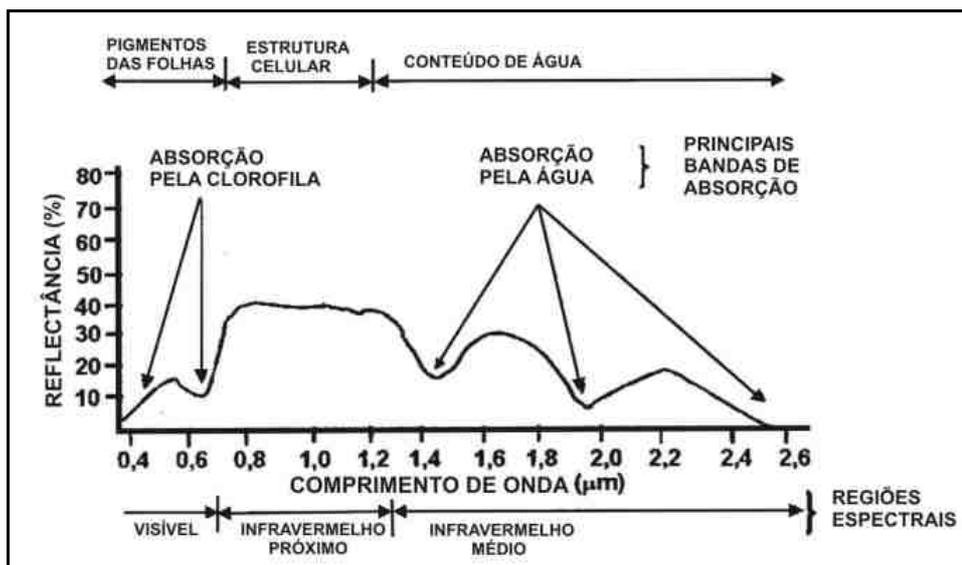


Figura 08 – Espectro de reflectância de uma folha de vegetação verde e sadia.

Fonte: extraído de Moreira (2011).

Em resumo, pode-se esperar que:

- na região do visível, a copa ou o dossel apresenta valores de reflectância baixos, já que a energia incidida é absorvida pelos pigmentos fotossintetizantes. A reflectância diminui quando há maior número de camadas de folhas. Assim, nas imagens, a cobertura vegetal se apresenta escura;

- na região do infravermelho próximo, os valores de reflectância são elevados, consequente do espalhamento da energia incidida no interior das folhas devido a sua estrutura celular. A reflectância aumenta em função do maior número de camadas de folhas. Na imagem, a cobertura vegetal se apresenta clara;
- na região do infravermelho médio, a reflectância é baixa, devido à absorção da energia incidida pela água contida no interior das folhas. Assim como na região do visível, o aumento da camada de folhas diminui a reflectância. Nas imagens, a cobertura vegetal se apresenta novamente escura.

Além dos fatores até então expostos, outras características como o déficit hídrico, a idade da planta e a deficiência de nutrientes interferem na reflectância das folhas. Segundo Moreira (2011), para os casos de déficit hídrico, as folhas apresentarão menor absorção, aumentando assim a reflectância para todas as regiões espectrais, conforme pode ser observado na Figura 09.

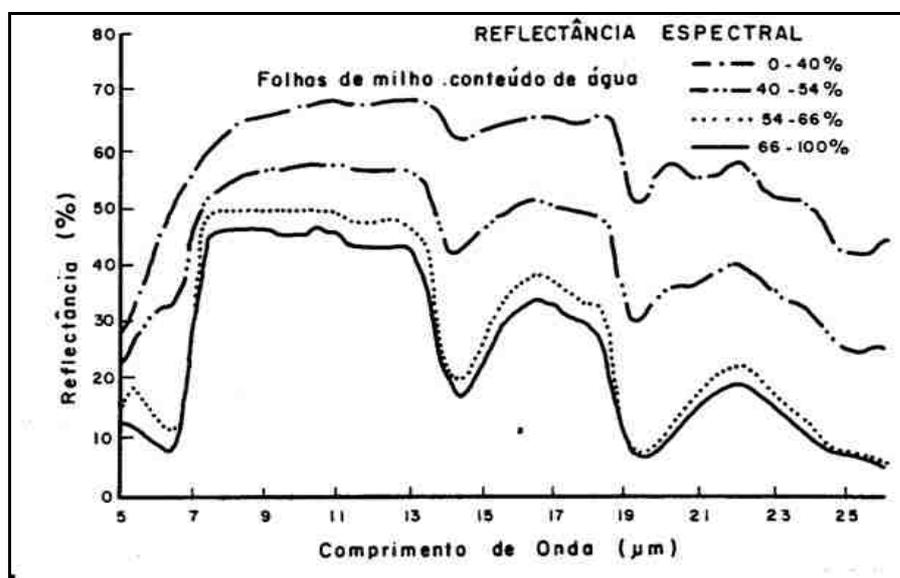


Figura 09 – Curvas de reflectância espectral de uma folha de milho com diferentes teores de água.

Fonte: extraído de Moreira (2011).

Ainda para o autor, em relação à idade da planta, quando esta atinge sua maturidade fisiológica, a taxa fotossintética declina fortemente. Nesta etapa de sua vida, a radiação absorvida na região espectral do azul e do vermelho (fundamentais para a fotossíntese) diminui, aumentando a reflectância, sendo as folhas a partir de

então denominadas senescentes. Desta forma, em uma imagem, folhas senescentes, na região do visível, aparecem menos escuras do que as folhas mais jovens. Quando a planta apresenta deficiência de nutrientes, a reflectância será particular em relação ao tipo de nutriente que está escasso, apresentando respostas específicas nas diferentes regiões espectrais. Por exemplo, se uma determinada planta está com deficiência em ferro e cálcio, sua absorção na região do infravermelho próximo será menor. No entanto, quando a deficiência em enxofre, magnésio, potássio e nitrogênio, a absorção será maior.

6. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi embasada na fundamentação teórica através de uma consistente revisão bibliográfica e na especificação das variáveis manipuladas durante o desenvolvimento das etapas metodológicas, estas últimas realizadas basicamente em ambiente SIG com a aplicação de técnicas de coleta e descrição de dados e análise de conteúdos obtidos de sensoriamento remoto, possibilitando uma análise integrada da área de estudo, fornecendo subsídios analíticos que permitiram atingir o objetivo proposto nesta pesquisa.

6.1 Material

O material selecionado e utilizado foi fundamental para execução das etapas metodológicas realizadas em ambiente SIG, sendo estes compostos basicamente de produtos cartográficos e de sensoriamento remoto, que possibilitaram, inicialmente, um primeiro contato com a área de estudo e, posteriormente, servindo de base para coleta de dados de interesse. A utilização de *software* de SIG possibilitou a integração e análise dos dados.

6.1.1 Documentos cartográficos

- Planta Cadastral Digital do município de Americana-SP (arquivo DWG), 1:10.000, de 2010, fornecida pela Prefeitura Municipal de Americana;
- Mapa Digital da Evolução Urbana de Americana-SP, 1:10.000, de 2009, fornecido pela Prefeitura Municipal de Americana.

6.1.2 Produtos de sensoriamento remoto

- 177 imagens aerofotogramétricas digitalizadas, na escala de 1:8.000, de 1977, fornecidas pela Prefeitura Municipal de Americana;
- 180 imagens aerofotogramétricas digitalizadas, na escala de 1:8.000, de 1996, fornecidas pelas Prefeitura Municipal de Americana;

- Mosaico de 15 imagens aerofotogramétricas digitais, ortorretificadas, na escala de 1:5.000, de 2008, fornecidas pela Prefeitura Municipal de Americana.

6.1.3 Softwares e equipamentos

- SIG/ArcGIS 10.0, da empresa ESRI, instalado no Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento/IGCE/UNESP – Rio Claro-SP;
- SIG/Spring 5.2.1, desenvolvido pelo DPI/INPE;
- GPS de navegação, modelo Etrex 10, da empresa Garmin;
- Máquina fotográfica.

6.2 Métodos

A execução deste estudo foi pautada em levantamento bibliográfico, técnicas de processamento digital de dados espaciais, que incluiu georreferenciamento e fotointerpretação visual de imagens aerofotogramétricas, vetorização de feições em software de SIG e construção de banco de dados, além de trabalhos de campo, como suporte para análises quali-quantitativas da distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos cenários de estudo propostos para a cidade de Americana. A Figura 10 expõe a síntese da sequência metodologia adotada.

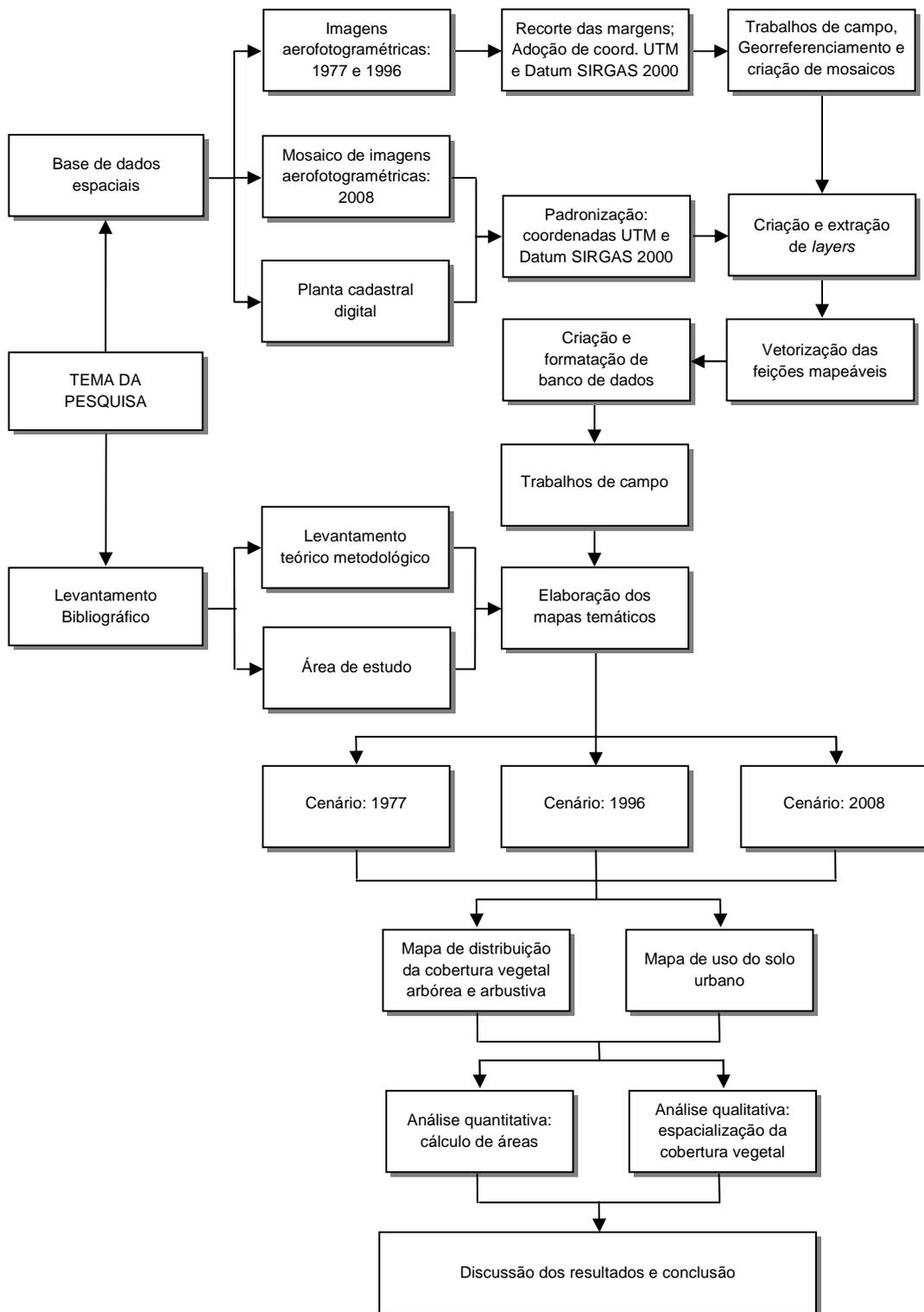


Figura 10 - Síntese da sequência metodológica adotada.

6.2.1 Revisão bibliográfica

A fase do levantamento bibliográfico teve como objetivo a fundamentação teórico-metodológica do tema em questão e o conhecimento das características da área de estudo. Foram selecionadas referências gerais e específicas que contribuíram significativamente para a compreensão da dinâmica urbana do município de Americana, focando nas questões envolvendo a cobertura vegetal e a expansão urbana nos cenários de 1977, 1996 e 2008. Foi consultada a legislação municipal relacionada à expansão da cidade e a proteção ambiental nos referidos cenários, servindo de suporte para análise da efetividade das mesmas na configuração urbana observada.

6.2.2 Seleção das imagens aerofotogramétricas

Para a análise espacial e temporal da cobertura vegetal arbórea e arbustiva, foram utilizadas imagens aerofotogramétricas relativas aos aerolevantamentos de 1977, 1996 e 2008. Estas serviram de base para a extração de dados referentes à área urbana e a cobertura vegetal. Salienta-se que não foi considerado o cenário da década de 1980 em virtude da indisponibilidade de produto sensor com escala adequada aos objetivos desta pesquisa.

6.2.3 Atualização da Planta Cadastral Digital e tratamento das imagens aerofotogramétricas

Para a Planta Cadastral Digital realizou-se a atualização das feições mapeáveis, tais como lagos, córregos etc., utilizando-se como base o mosaico de imagens aerofotogramétricas digitais de 2008, identificando-se as feições homólogas existentes. Esta atualização foi necessária uma vez que se observou que algumas feições existentes no terreno não constavam na referida Planta Cadastral.

Em relação às imagens aerofotogramétricas de 1977 e 1996, realizou-se, nesta etapa, a preparação das mesmas para serem posteriormente fotointerpretadas. Para as imagens referentes ao aerolevantamento de 2008 não foi

necessário nenhum tratamento, uma vez que estas já se encontravam georreferenciadas e dispostas em forma de mosaico.

A primeira etapa de tratamento das imagens foi o recorte das margens. Na bibliografia especializada consultada não há menção quanto à largura do recorte destas margens. No entanto, há um consenso entre os diferentes autores, tais como Ricci e Petri (1965), Anderson (1982), Garcia (1982), Marchetti e Garcia (1986) e Paredes (1987) que as margens devem ser desprezadas, uma vez que as distorções geométricas, irradiadas a partir do ponto principal (centro), são grandes nestas áreas, prejudicando a coincidência de feições durante a montagem dos mosaicos. Desta forma, considerando que as imagens geralmente apresentam entre si, segundo Ricci e Petri (1965), um recobrimento longitudinal de 60% e um recobrimento lateral de 30%, e que as imagens aqui trabalhadas apresentam, originalmente, uma dimensão de 23x23 cm (descontando as bordas negras), realizou-se o recorte das margens na largura de 5,0 cm, transformando-as em uma dimensão de 18x18 cm (Figura 11) para os aerolevantamentos de 1977 e de 1996, sendo considerada esta largura suficiente nesta pesquisa, mantendo-se uma margem segurança de recobrimento entre as imagens. Após este procedimento, criou-se um novo arquivo digital em formato *.tif para cada imagem. O procedimento de recorte das margens foi realizado no ArcGIS 10.0.



Figura 11 – Esquema de recorte das margens das imagens aerofotogramétricas.

Elaboração: Ávila (2013).

A etapa seguinte foi a correção das distorções geométricas existentes nas imagens. O método adotado para este procedimento foi o modelo polinomial (exposto no Capítulo 5). É de conhecimento que o método de ortorretificação para apresenta maior precisão. No entanto, considerou-se que para esta pesquisa o modelo polinomial de correção foi suficiente, pois os produtos cartográficos originados destas imagens foram temáticos e o relevo da área de estudo se demonstra pouco acidentado, tendo este último pouca interferência nas distorções.

A correção foi realizada no ArcGIS 10.0. Neste procedimento a imagem foi registrada (ou georreferenciada) adotando-se a transformação polinomial de primeira ordem. Transformações polinomiais de segunda e terceira ordem não foram adotadas por realizarem correções extrapoladas das imagens, distorcendo-as em vez de corrigi-las. O registro foi realizado através da identificação de pontos homólogos (pontos de controle) entre a imagem a ser corrigida e uma base de referência conhecida do terreno, devidamente georreferenciada e com o mesmo sistema de coordenadas adotado na pesquisa. Os pontos de controle foram fixados em feições conhecidas e com formas geométricas definidas, tais como esquinas de quadras, cruzamentos de estradas, foz das drenagens entre outros. Para todas as

imagens, buscou-se utilizar no mínimo 15 pontos de controle, bem distribuídos na área da cena.

A base de referência utilizada para obtenção das coordenadas dos pontos de controle foi a Planta Cadastral Digital do município de Americana, na escala de 1:10.000, e as imagens aerofotogramétricas digitais de 2008, na escala de 1:5.000, estas últimas dispostas em forma de mosaico. As referidas bases estavam configuradas originalmente no Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Horizontal South American 1969 (SAD69), sendo transformadas, no ArcGIS 10.0, para o Datum Horizontal SIRGAS 2000, mantendo-se o sistema de coordenadas, antes de serem utilizadas como base de referência.

O Datum Horizontal SIRGAS 2000 foi adotado em todos os produtos de sensoriamento remoto e cartográfico deste estudo. Este Datum é indicado como sistema de referência de precisão na elaboração de produtos cartográficos para as Américas. No Brasil sua adoção oficial foi estabelecida pela Portaria DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) n.º 76, de 10 de Fevereiro de 2015.

O Projeto SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), criado em 1993, teve o objetivo de acabar com os problemas existentes de precisão na localização de pontos na superfície terrestre, estes originados a partir de levantamentos geodésicos clássicos (triangulação, poligonação, trilateração, etc.), sendo a base para os Datums anteriores, como o Córrego Alegre, de 1949, e o SAD69, de 1969, estes também oficiais no Brasil. O Datum Horizontal SIRGAS 2000, diferentemente dos demais aqui citados, tem uma orientação geocêntrica, coincidindo com o centro de gravidade da Terra, este obtido em 2000, ano em que o SIRGAS 2000 foi implantado. Neste sentido os problemas com imprecisões foram resolvidos, sendo também uma consequência da adoção do sistema de referência ITRS (*International Terrestrial Reference System*), que tem como base o sistema GNSS para levantamento de pontos da superfície (IBGE, 2014b).

O mosaico de imagens do aerolevanteamento de 2008, antes de servir de base de referência para o georrefenciamento das imagens dos demais aerolevanteamentos, passou por um processo de verificação de sua exatidão cartográfica (verificação estendida também aos demais aerolevanteamentos, após serem georreferenciados). No Brasil, a verificação da exatidão cartográfica é

estabelecida pelo Decreto Federal n.º 89.817, de 20 de Junho de 1984, através dos cálculos do Erro Médio Quadrático (EMQ) e do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), que relaciona os pontos de verificação obtidos de outras fontes precisas (GPS em campo, Planta Cadastral etc.) com os pontos homólogos na imagem problema. As fórmulas para os referidos cálculos encontram-se a seguir.

$$EMQ_{(E,N)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((E_c - E_i)^2 + (N_c - N_i)^2)}{n}}$$

Onde:

$EMQ_{(E,N)}$ = Erro Médio Quadrático entre as coordenadas UTM;

E_c = coordenada UTM (m E) do ponto de verificação;

E_i = coordenada UTM (m E) na imagem problema, homóloga ao ponto de verificação;

N_c = coordenada UTM (m N) do ponto de verificação;

N_i = coordenada UTM (m N) na imagem problema, homóloga ao ponto de verificação;

n = número de pontos de verificação.

$$PEC_{(E,N)} = EMQ_{(E,N)} \times 1,6449$$

Onde:

$PEC_{(E,N)}$ = Padrão de Exatidão Cartográfica entre as coordenadas UTM;

$EMQ_{(E,N)}$ = Erro Médio Quadrático entre as coordenadas UTM;

1,6449 = constante que representa o nível de confiança que corresponde a 90% de pontos bem definidos numa carta que apresentam um erro menor do que o PEC.

O PEC pode ser calculado considerando a escala da carta (PEC Planimétrico) e a altimetria, através da equidistância das curvas de nível (PEC Altimétrico) (BRASIL, 1984). A Tabela 05 evidencia as classes de exatidão cartográfica. A Tabela 06 expõe os limites máximos do EMQ e do PEC, para exatidão planimétrica, para cada classe considerando as escalas usuais de trabalho em cartografia.

Tabela 05 – Classes de exatidão cartográfica

Classificação	Exatidão Planimétrica		Exatidão Altimétrica	
	PEC	EMQ	PEC	EMQ
A	0,5 mm x denominador da escala	0,3 mm x denominador da escala	1/2 Equidistância	1/3 Equidistância
B	0,8 mm x denominador da escala	0,5 mm x denominador da escala	3/5 Equidistância	2/5 Equidistância
C	1,0 mm x denominador da escala	0,6 mm x denominador da escala	3/4 Equidistância	1/2 Equidistância

Fonte: Brasil (1984). Organização: Ávila (2014).

Tabela 06 – Limites do PEC e do EMQ em relação à exatidão planimétrica.

Escala	EXATIDÃO PLANIMÉTRICA					
	Classe A (m)		Classe B (m)		Classe C (m)	
	PEC máx.	EMQ máx.	PEC máx.	EMQ máx.	PEC máx.	EMQ máx.
1:5.000	2,5	1,5	4	2,5	5	3
1:10.000	5	3	8	5	10	6
1:20.000	10	6	16	10	20	12
1:25.000	12,5	7,5	20	12,5	25	15
1:50.000	25	15	40	25	50	30
1:75.000	37,5	22,5	60	37,5	75	45
1:100.000	50	30	80	50	100	60
1:250.000	125	75	200	125	250	150
1:500.000	250	150	400	250	500	300
1:1.000.000	500	300	800	500	1000	600

Fonte: Brasil (1984). Elaboração e organização: Ávila (2014).

Após o georreferenciamento das imagens, foram construídos, no ArcGIS 10.0, os mosaicos para os referidos aerolevantamentos. A elaboração destes mosaicos se fez necessária para a visualização do contexto geral da área de estudo, uma vez que a cena completa é composta por vários fragmentos fotográficos, consequência da escala de captura das imagens e da área territorial da superfície imageada. Estes fragmentos fotográficos, quando visualizados separadamente, dificultam a conexão entre as cenas, comprometendo a análise do todo.

6.2.4 Criação de layers e vetorização de feições mapeáveis

Nesta etapa, no ArcGIS 10.0, foi utilizada como base a Planta Cadastral Digital para extração dos *layers* de interesse analítico, tais como hidrografia, rodovias, ferrovias, limite municipal e quadras. Criou-se, ainda, *layers* para a malha urbana de 1977 e 1996, para a cobertura vegetal arbórea e arbustiva e para as classes de uso do solo urbano, estas duas últimas vetorizadas no modo manual em tela do computador, por meio de fotointerpretação. A malha urbana para os referidos aerolevantamentos foi atualizada, sendo utilizada como base a da Planta Cadastral Digital, excluindo-se as quadras inexistentes e revisando o traçado das mesmas de acordo com as realidades encontradas em 1977 e 1996.

A escolha do método fotointerpretativo e de vetorização em tela das feições mapeáveis foi realizada após testes com outro método comumente utilizado neste tipo de estudo: o de classificação digital.

O teste de classificação digital foi realizado em um recorte do mosaico de imagens aerofotogramétricas de 2008 (Figura 12), utilizando-se o classificador MAXVER-ICM (*Iterated Conditional Modes*), presente no *software* SIG/Spring 5.2.1. O referido classificador, além de considerar pontos individuais da imagem, na escala de *pixel*, também considera a dependência espacial na classificação. A imagem é classificada pelo algoritmo MAXVER atribuindo classes aos *pixels*, considerando os valores de níveis digitais. Na fase seguinte, leva-se em conta a informação contextual da imagem, ou seja, a classe atribuída depende tanto do valor observado nesse *pixel*, quanto das classes atribuídas aos seus vizinhos (INPE, 2012).



Figura 12 - Recorte do mosaico de imagens aerofotogramétricas de 2008 para teste do método de classificação digital. Elaboração: Ávila (2013).

Para a classificação digital foram selecionadas e caracterizadas as feições das classes de interesse, através da análise interpretativa do recorte selecionado do referido mosaico, adquirindo-se amostras das classes temáticas.

Para o reconhecimento dos padrões dos alvos neste teste foram consideradas as seguintes classes temáticas: "Cobertura Vegetal" (vegetação arbórea e arbustiva), "Residência, Comércio e Indústria" (edificações e pavimentação) e "Outras Coberturas" (culturas agrícolas, pastagem, gramíneas e solo exposto).

Foi realizado o processo de pós-classificação. Este é um processo de extração de pixels isolados em função de um limiar e de um peso fornecidos pelo usuário. O peso será o número de vezes que será considerada a frequência do ponto central. O limiar é o valor de frequência acima do qual o ponto central é modificado. O produto final do teste é visualizado na Figura 13.

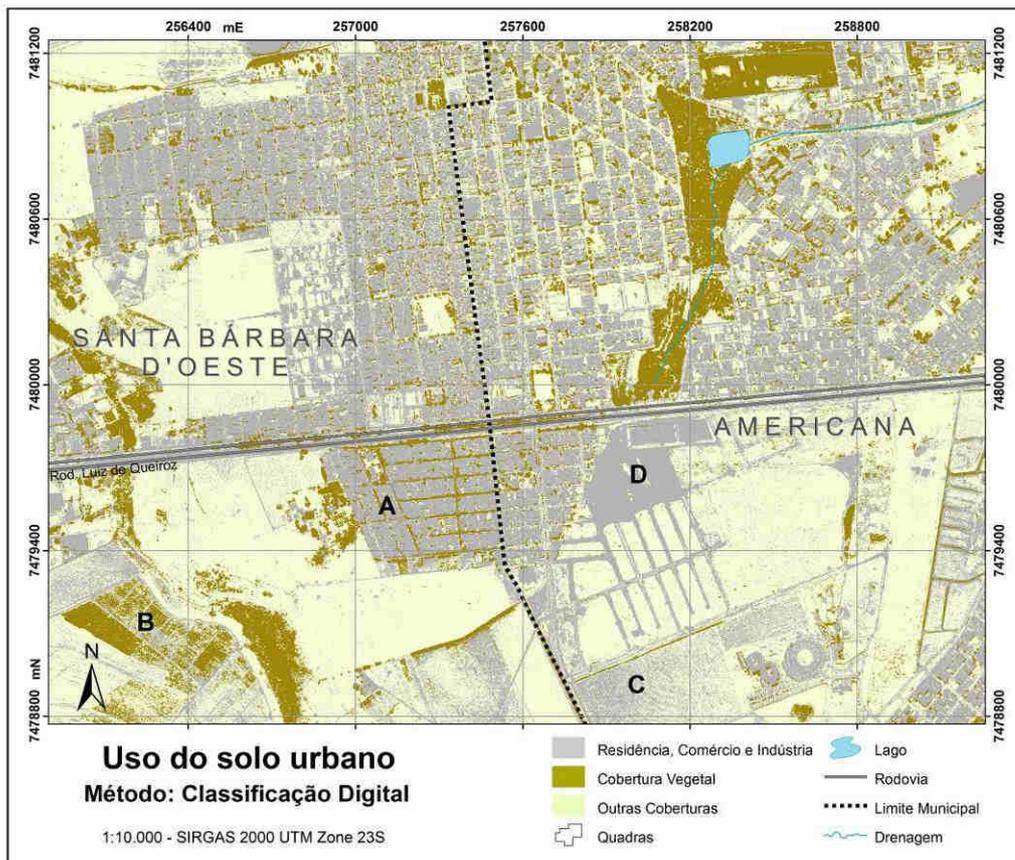


Figura 13 - Resultado final do teste de classificação digital - A, B, C e D: exemplos de áreas identificadas na classificação digital que não coincidem com a realidade do terreno.

Elaboração: Ávila (2013).

Observa-se na Figura 13 que o resultado final da classificação digital apresentou áreas de conflito, ou seja, foram classificadas feições em classes que não coincidiram com a realidade visualizada na área do recorte selecionado. Foram escolhidas algumas destas áreas para comprovação deste fato. Na Área "A" o pavimento foi identificado como cobertura vegetal; na Área "B" a plantação foi identificada também como cobertura vegetal, quando deveria estar na classe "outras coberturas"; na Área "C", também uma cultura agrícola e, na Área "D", local de solo exposto, foram identificadas como área urbana. Desta forma, uma posterior análise supervisionada da classificação digital seria necessária para correção das inconsistências encontradas.

Portanto, considerando que há um desdobramento muito grande das classes de uso do solo urbano e de cobertura vegetal arbórea e arbustiva adotadas nesta pesquisa, algumas destas com respostas espectrais semelhantes (o que gera confusão no classificador digital), e a obrigatoriedade de uma análise detalhada pós-

classificação, optou-se pela adoção do método de fotointerpretação e vetorização manual em tela, sendo este considerado mais adequado para o objetivo desta pesquisa. Além disso, o método adotado foi considerado preciso e eficiente, uma vez que as imagens aerofotogramétricas utilizadas como base de análise apresentam uma escala de grande detalhe da área estudada, permitindo o desdobramento das classes de uso do solo urbano e a identificação precisa da cobertura vegetal arbórea e arbustiva.

Para a vetorização da cobertura vegetal arbórea e arbustiva, estas localizadas em parques, praças, quintais, calçadas, canteiros centrais etc., foi realizada uma fotointerpretação dos mosaicos dos referidos cenários. Este procedimento foi executado em tela de computador, no ArcGIS 10.0, no qual foram criados polígonos, através de recursos de desenho e edição, considerando o contorno das copas das árvores e arbustos (Figura 14), em uma escala de trabalho constante de 1:1.500, sendo agrupados em arquivos do tipo *shapefile*. A referida escala foi suficiente para identificar os alvos de interesse, sem a ocorrência de perda da configuração de geometria das feições na imagem, ou seja, visualização dos *pixels*. A partir desta etapa geraram-se mapas temáticos da cobertura vegetal arbórea e arbustiva para 1977, 1996 e 2008.



Figura 14 - Vetorização manual em tela de computador da cobertura vegetal arbórea (a) e arbustiva (b). Elaboração e organização: Ávila (2013).

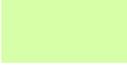
Na identificação dos usos do solo urbano, nos três cenários de estudo, foi realizada uma análise fotointerpretativa nos mosaicos correspondentes, em tela de computador, no ArcGIS 10.0, vetorizando-se os limites das diferentes classes de uso, estas delimitadas de acordo com a classificação adaptada a partir do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE, publicado em 2013, sendo: cidade e vila, quadras desocupadas, complexo industrial, chácara, culturas agrícolas (permanentes ou temporárias), pastagem e área campestre⁵. Nos mapas temáticos gerados, foi incluída a classe de cobertura vegetal, anteriormente mapeada, possibilitando analisar a localização desta nos diferentes usos do solo urbano.

A vetorização em tela de computador dos limites dos diferentes usos permitiu gerar polígonos que foram agrupados em arquivos vetoriais (*shapefile*), cada qual representando uma determinada classe. Essas classes foram identificadas, nos mosaicos, por meio de chaves de interpretação, detalhadas na Tabela 07.

⁵ Nesta pesquisa foi adotada a classe “área campestre”, identificada como áreas de predominância de vegetação rasteira (gramíneas) e sem uso definido, diferenciando-se assim das áreas de pastagem, caracterizadas, principalmente, pelo desenvolvimento da pecuária.

Tabela 07 – Classes de uso do solo urbano e suas respectivas chaves de interpretação.

Cor / Classe	Forma / Textura / Rugosidade	Definição
 Cidade, vila		<p>Predominância de quadras residenciais, unifamiliares ou multifamiliares. Estão inclusos nesta classe os estabelecimentos comerciais e de serviços.</p> <p>Chaves de interpretação: textura rugosa, formas quadradas ou retangulares, tamanho de pequeno a médio, divididas por formas lineares, padrão de arranjo espacial com características urbanas residenciais e comerciais com baixo espaçamento entre as edificações.</p>
 Quadras desocupadas		<p>Quadras com arruamentos definidos, pavimentados ou não, sem a presença de qualquer tipo de construção.</p> <p>Chaves de interpretação: textura lisa, formas quadradas ou retangulares, divididas por formas lineares, padrão de arranjo espacial caracterizado por quadras com áreas livre de construção.</p>
 Complexo industrial		<p>Área com predominância de construções de grande porte, com presença de chaminés ou não. Compreendem indústrias leves, pesadas, usinas etc.</p> <p>Chaves de interpretação: textura rugosa, formas retangulares, tamanho médio a grande, padrão de arranjo espacial com características urbanas industriais, cercadas de áreas arborizadas ou livres de construção.</p>
 Chácara		<p>Predominância de quadras com chácaras (lotes de maiores dimensões), com predominância de vegetação e/ou área livre de construção.</p> <p>Chaves de interpretação: textura rugosa, formas retangulares, tamanho médio (lotes), divididas por formas lineares, padrão de arranjo espacial com características urbanas com grande espaçamento entre as edificações.</p>

 Culturas agrícolas (permanentes ou temporárias)		Presença de áreas cultivadas ou em descanso. Áreas de médias e grandes extensões, localizadas, em geral, nos limites do município. Compreende lavouras temporárias ou permanentes. Chaves de interpretação: textura lisa ou aveludada, pequena variação de tonalidades ou cor, formas regulares (talhões) bem delimitadas, padrão de arranjo espacial característico de culturas agrícolas.
 Pastagem		Áreas de desenvolvimento da pecuária, destinadas ao pastoreio, basicamente de gado, cobertas de vegetação do tipo gramínea. Áreas de médias e grandes extensões, localizadas, em geral, nos limites do município. Chaves de interpretação: textura lisa, tonalidades ou cores homogêneas, padrão de arranjo espacial característicos de atividades pecuárias.
 Área campestre		Áreas com predominância de vegetação rasteira (gramíneas), com presença de vegetação arbórea e arbustiva, localizadas entre as demais classes de uso. Áreas com extensões variadas, sem uso definido, sendo possivelmente incorporadas pela especulação imobiliária por residências ou indústrias. Chaves de interpretação: textura lisa ou levemente rugosa, variação das tonalidades ou cores.
 Cobertura vegetal	 NOTA: figura exemplo de cobertura vegetal. Essa classe de uso engloba todas as categorias de cobertura vegetal arbórea e arbustiva expostas na Tabela 09.	Áreas ou pontos isolados de vegetação arbórea e/ou arbustiva, nativas ou reflorestadas, públicas ou privadas, presentes em praças, parques, calçadas, canteiros centrais, áreas industriais, áreas de plantio (exceto vegetação da própria cultura agrícola) áreas de pastagem e áreas campestres. Chaves de interpretação: textura rugosa ou levemente rugosa (reflorestamento de pinus ou eucaliptos), formas pontuais ou aproximadamente circulares, tamanho variado.

Elaboração e organização: Ávila (2013).

6.2.5 Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo, fundamentais para qualquer pesquisa que envolva o espaço geográfico, foram importantes para o contato com a área de estudo, e, conseqüentemente, com o objeto de estudo. Possibilitou o esclarecimento de dúvidas e a comprovação de atributos mapeados durante a fotointerpretação dos mosaicos de imagens aerofotogramétricas, além de aquisição de dados fundamentais para o andamento da pesquisa. A distribuição dos trabalhos de campo realizados, assim como seus objetivos, pode ser observada na Tabela 08.

Tabela 08 – Trabalhos de campo, objetivos e períodos de realização.

Objetivo	Número de visitas	Período
- Reconhecimento da área de estudo; - Aquisição, junto a Prefeitura Municipal: - Planta Cadastral Digital; - Mosaico referente ao aerolevanteamento de 2008; - Mapa digital de evolução urbana.	-	Realizado anteriormente a esta Pesquisa, em outro estudo envolvendo a mesma área, durante o ano de 2011 e 2012. Resultados deste estudo publicado em Ávila (2015).
- Aquisição das imagens referente aos aerolevanteamentos de 1977 e 1996, junto a Prefeitura Municipal.	01	Agosto/2012
- Coleta de pontos de verificação por aparelho de GPS para cálculo de exatidão cartográfica.	13	Fevereiro, Março e Abril/2014
- Verificação do mapeamento realizado para a cobertura vegetal arbórea e arbustiva e registro fotográfico (visita de algumas áreas).	03	Junho/2014; Janeiro/2015 e Maio/2015
- Verificação do mapeamento realizado para o uso do solo urbano e registro fotográfico (visita de algumas áreas).	02	Julho/2014 e Maio/2015

Elaboração e organização: Ávila (2015).

6.2.6 Elaboração de mapas temáticos

Os mapas temáticos foram elaborados no ArcGIS 10.0, em coordenadas UTM e Datum Horizontal SIRGAS 2000, sendo estes:

- Mapas da distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva no urbano para os cenários de 1977, 1996 e 2008, adotando-se a escala de 1:20.000, sendo o resultado das análises fotointerpretativas dos mosaicos de imagens aerofotogramétricas, vetorização em tela das feições mapeáveis e dos trabalhos de campo;

- Mapas do uso do solo urbano para os cenários de 1977, 1996 e 2008, adotando-se a escala de 1:20.000, através da análise interpretativa dos mosaicos de imagens aerofotogramétricas, vetorização em tela das áreas correspondentes as diferentes classes temáticas e trabalhos de campo.

6.2.7 Análise espacial

A análise espacial teve dois eixos. O primeiro consistiu na análise qualitativa, que visou verificar a distribuição espacial da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos referidos cenários de estudo. Desta forma, foi possível avaliar, com o auxílio do mapa de uso do solo urbano, através de uma análise espaço-temporal, a ampliação ou o decréscimo da cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os períodos estudados, relacionado com a pressão exercida pelos diferentes usos do solo urbano e a influência da legislação municipal no que diz respeito à expansão urbana e preservação ambiental.

Realizou-se ainda uma classificação desta cobertura vegetal, considerando-a conforme sua localização pelo território estudado, o que possibilitou verificar as que estão em processo de preservação e as que servem de suporte de lazer e integração social da população, conforme Tabela 09.

Tabela 09 – Classificação da cobertura vegetal arbórea e arbustiva conforme sua localização

Cobertura vegetal localizada em	Particularidades
Parque municipal	Públicos, localizados na malha urbana, com estrutura de lazer ao visitante.
Praça ou área de recreação esportiva	Públicos, localizados na malha urbana, sendo praças ou áreas com quadras ou campos para prática de esporte.
Cemitério	Público ou privado.
Mata em imóvel particular	Mata privada, cercadas, com ou sem acesso ao público, localizadas na malha urbana, com sede ou residência (clubes, chácaras, indústrias etc.).
Mata nativa ou reflorestada	Unidades florestais localizadas na malha urbana ou fora dela, sem estrutura para visitação, sede ou residência, com acesso controlado ou não.
Mata ciliar	Localizadas as margens de córregos, ribeirões, rios e represa.
Outros	Vegeta�o arbórea e arbustiva, isoladas ou em baixa densidade, localizadas em calçadas, canteiros centrais, quintais (residências, chácaras, áreas institucionais), indústrias, áreas agrícolas, pastagem, áreas campestres etc.

Elaboração e organiza o:  vila (2014).

O segundo eixo da análise espacial consistiu em uma abordagem quantitativa, através do cálculo da porcentagem de cobertura vegetal arbórea e arbustiva na cidade de Americana, sendo considerado o todo e por classifica o (conforme Tabela 09), resultante da divisão da soma das áreas ocupadas pela vegeta o, em m², pela área total da cidade, também em m², conforme fórmula abaixo:

$$%CV = \left(\frac{\sum_{i=1}^n A_{CV}}{AT} \right) \times 100$$

Onde:

$%CV$ = Percentual de Cobertura Vegetal arbórea e arbustiva (%);

$\sum A_{CV}$ = somatório do total de áreas ocupadas pela cobertura vegetal arbórea e arbustiva (m²);

AT =  rea do perímetro urbano (m²).

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme exposto no Capítulo 6, dedicado à metodologia, o trabalho com as imagens aerofotogramétricas exigiu etapas preparatórias antes do procedimento de fotointerpretação propriamente dito, que possibilitou a geração dos produtos cartográficos fundamentais para o cumprimento dos objetivos delineados para esta pesquisa.

As imagens referentes aos aerolevantamentos de 1977 e 1996, foram adquiridas já em formato digital (originais em formato impresso), em arquivo **.jpg*, sem relação com qualquer sistema de coordenadas. Desta forma, após o procedimento de recorte das margens, sendo estas as áreas de maiores distorções nas imagens, criaram-se novos arquivos, agora em **.tif*, sendo este o formato usual para trabalhos com imagens de sensoriamento remoto. A partir deste processo, adotou-se para estas imagens o sistema de coordenadas em UTM, Datum SIRGAS 2000 (Portaria DNPM n.º 76, de 10 de fevereiro de 2015).

Anteriormente aos procedimentos de correção geométrica destas imagens, foram realizados trabalhos de campo para coleta de pontos de verificação com GPS de navegação (Figura 15) para o cálculo da exatidão cartográfica, sendo este último realizado, em um primeiro momento, no mosaico de imagens referente ao aerolevantamento de 2008, que, em conjunto com a Planta Cadastral Digital de Americana, serviu de base de referência para identificação dos pontos de controle homólogos para a correção geométrica e registro das imagens de 1977 e 1996. Os pontos coletados pelo GPS apresentaram uma incerteza de ± 3 m.

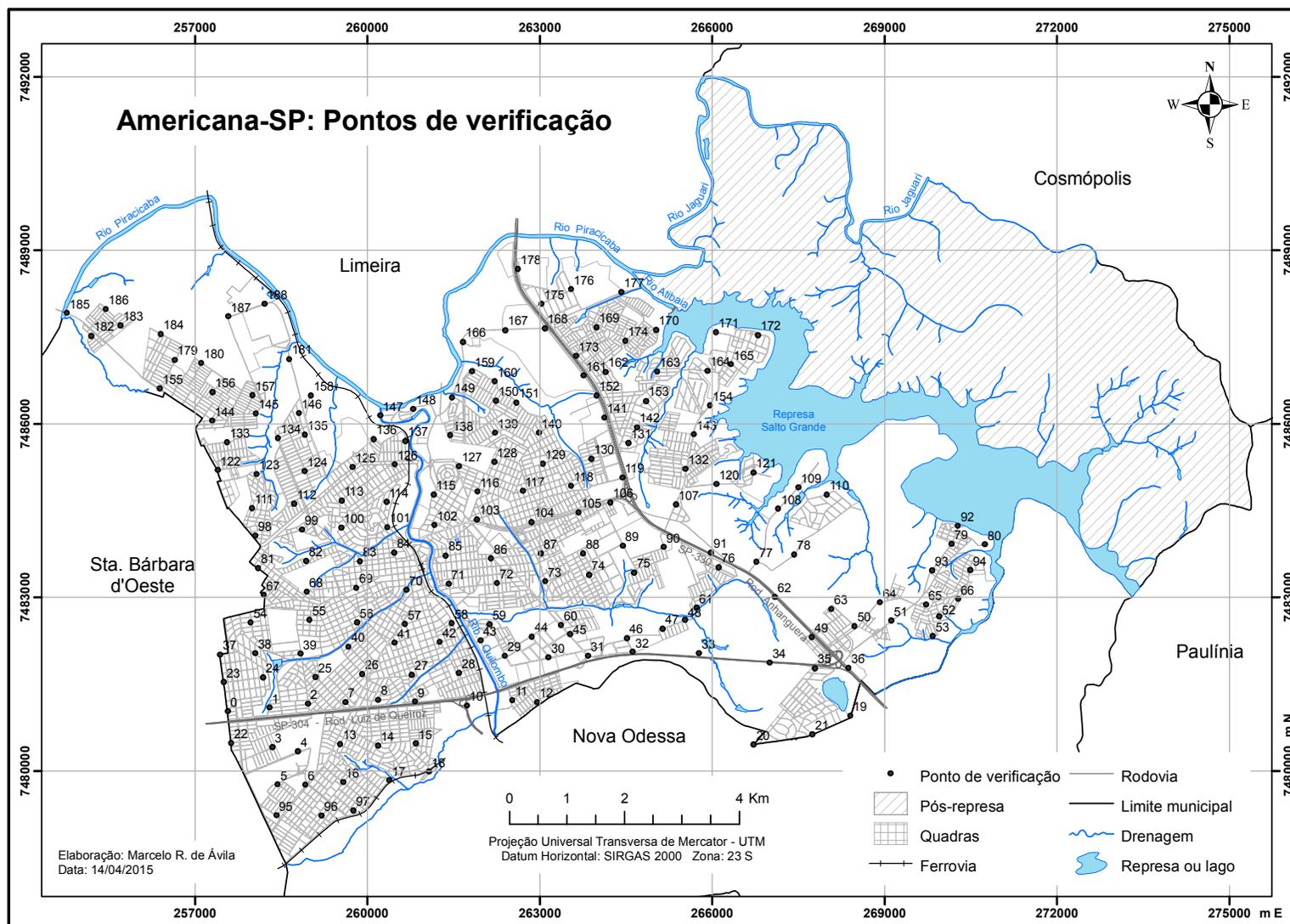


Figura 15 – Pontos de verificação coletados em campo através de GPS.

Assim, para a elaboração do cenário de 1977, foram georreferenciadas 114 imagens aerofotogramétricas; já para compor o cenário de 1996, foram georreferenciadas 92 imagens. Após o término do registro e criação de ambos mosaicos, foram calculados o Erro Médio Quadrático (EMQ) e o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) dos mesmos. Esses cálculos, referentes aos três aerolevantamentos utilizados nesta pesquisa, podem ser observados nos Apêndices A, B e C. A Tabela 10 apresenta o EMQ, o PEC Planimétrico e a classificação final de exatidão, segundo o Decreto Federal n.º 89.817, de 20 de junho de 1984.

Tabela 10 – PEC Planimétrico calculado para os aerolevantamentos de 1977, 1996 e 2008.

Mosaico	EMQ	PEC	Escala original	Escala adotada	Classe
2008	2,9	4,8	1:5.000	1:20.000	A
1996	5,4	8,9	1:8.000	1:20.000	A
1977	7,4	12,2	1:8.000	1:20.000	B

Elaboração e organização: Ávila (2015).

Observa-se que a classificação da exatidão cartográfica para o mosaico de imagens do aerolevante de 1977 apresentou Classe “B” para produtos cartográficos na escala de 1:20.000, sendo esta a escala de maior detalhe adotada nesta pesquisa. Esta classificação foi resultante da dificuldade existente durante o georreferenciamento de se identificar, em algumas imagens que compõe o mosaico, pontos de controle homólogos suficientes e bem distribuídos que atendessem de forma satisfatória os requisitos de registro. Esse fato se deve a baixa densidade construtiva visualizada em 1977, ou seja, onde antes eram áreas de culturas agrícolas, hoje são áreas construídas. Além disso, as técnicas de plantio da época dividiam os talhões em quarteirões de forma retangulares. Atualmente, o plantio acompanha as curvas de nível do terreno, impossibilitando também qualquer identificação de pontos homólogos para estas características. Assim, ajustaram-se, na melhor forma possível, as imagens com estas características dentro do mosaico, mantendo-se a transformação polinomial de primeira ordem.

Com os mosaicos referentes aos três aerolevantamentos devidamente concluídos, iniciou-se a fotointerpretação para identificação da cobertura vegetal arbórea e arbustiva e das diferentes classes do uso do solo urbano, possibilitando a geração de mapas temáticos para os cenários de 1977, 1996 e 2008. No ambiente do ArcGIS 10.0, este procedimento foi efetuado em tela do computador e as feições

vetorizadas através do mapeamento manual, utilizando-se recursos de desenho e edição do SIG.

A partir da fotointerpretação da cobertura vegetal, conforme exposto na metodologia desta pesquisa, foram delimitadas as copas das árvores e arbustos (localizadas em parques, praças, quintais, calçadas, canteiros centrais etc.), levando-se em consideração o contorno destas, criando-se assim polígonos agrupados em arquivos de formato vetorial (*shapefile*, no ArcGIS 10.0).

Para a identificação dos diferentes usos do solo urbano, também foi realizada a análise fotointerpretativa, vetorizando-se os limites das diferentes classes, considerando suas feições, estas identificadas por meio de chaves de interpretação (vide Tabela 07). A vetorização dos limites das classes do território estudado possibilitou a geração de polígonos, agrupados em arquivos vetoriais (*shapefile*), cada qual representando uma determinada classe.

Durante o processo de fotointerpretação, trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de confrontar a análise fotointerpretativa com a realidade de terreno, tanto para a análise da cobertura vegetal arbórea e arbustiva, quanto para a análise do uso do solo urbano, considerando as diferentes classes. As Figuras 16 e 17 mostram as áreas visitadas em campo através de registros fotográficos.

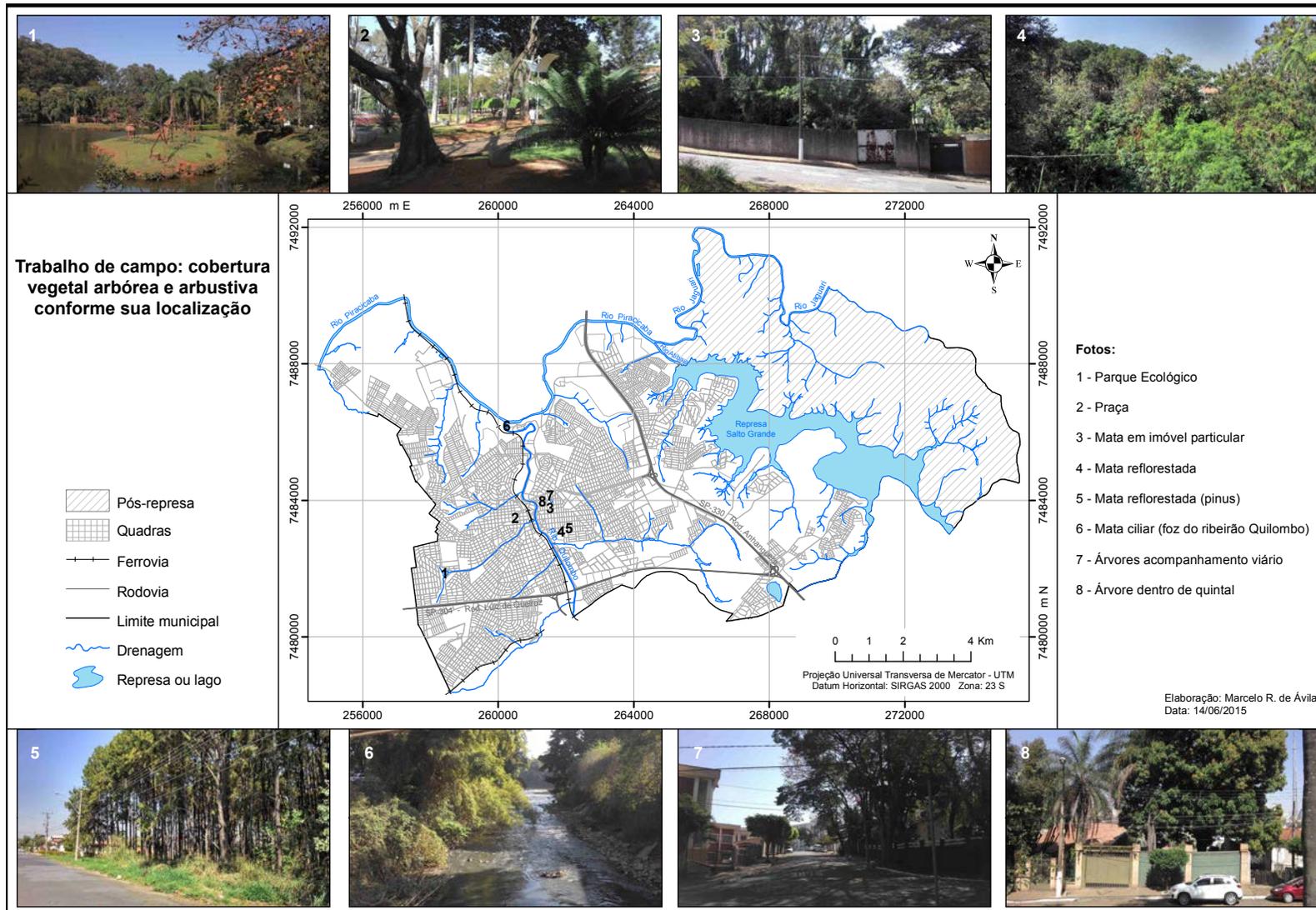


Figura 16 – Registro fotográfico em terreno das feições fotointerpretadas referentes à cobertura vegetal arbórea e arbustiva. Fotos: Ávila (2014).

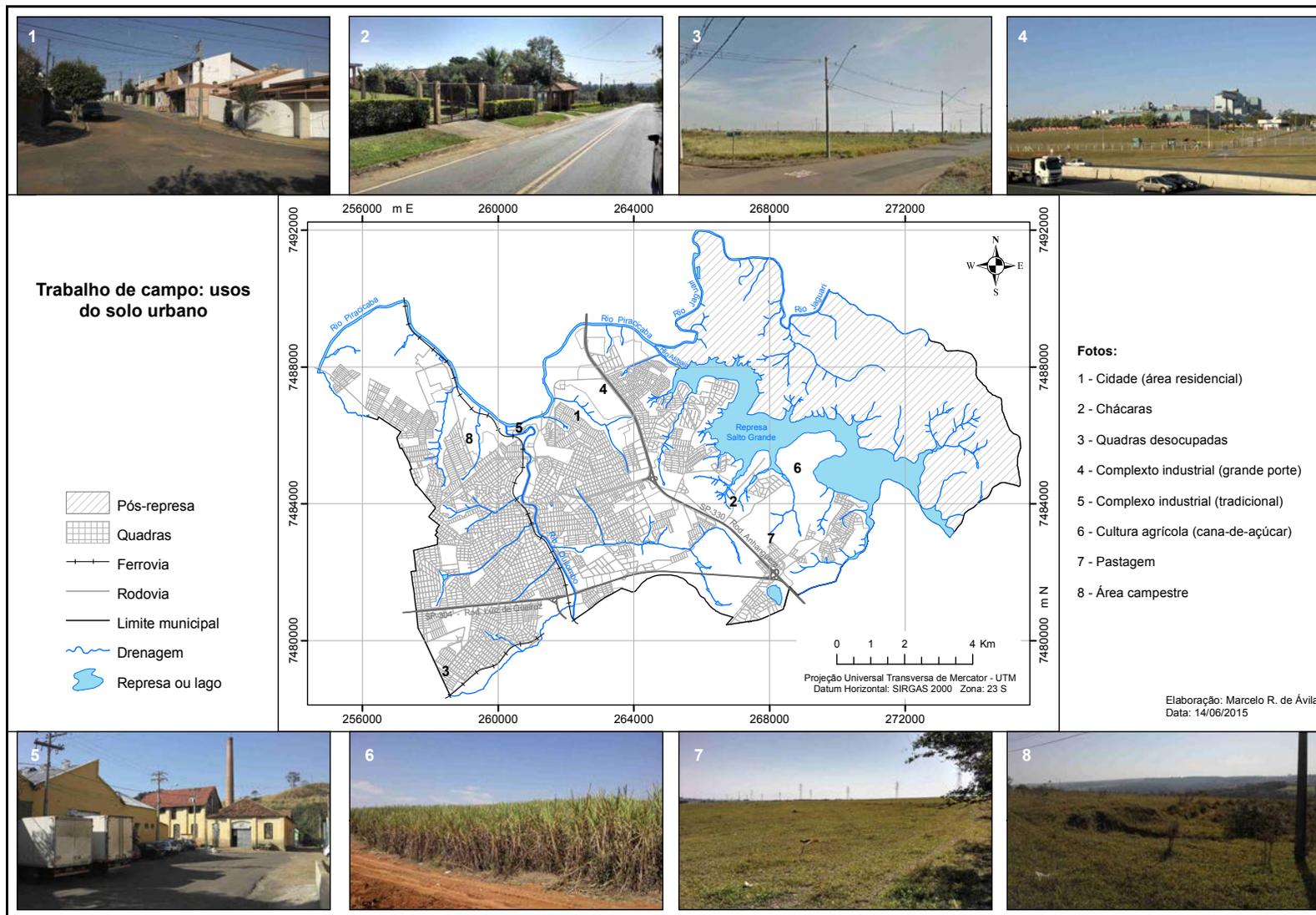


Figura 17 – Registro fotográfico em terreno das feições fotointerpretadas referentes ao uso do solo urbano. Fotos: Ávila (2014).

Após finalização dos procedimentos de fotointerpretação, foram gerados pares de mapas temáticos para cada cenário de estudo, correspondentes a cobertura vegetal arbórea e arbustiva e ao uso do solo urbano, possibilitando análises de cada período histórico.

7.1 Cenário: 1977

Como visto em fatos históricos, retratados por Lima (2002) e Trentin (2008), Americana entra na década de 1970 numa sequência de grandes transformações urbanas impulsionadas pelo crescimento industrial. A indústria têxtil, que já tinha um destaque no município na década de 1930, conheceu uma verdadeira expansão durante a década de 1940, atraindo muitos imigrantes para mão-de-obra nas novas fábricas, culminando em um aumento considerável da população urbana, visível no censo demográfico do início da década seguinte. Os anos de 1950 mantiveram a dinâmica da década anterior, com a consolidação da ocupação a oeste do ribeirão Quilombo e o surgimento de núcleos urbanos isolados a leste e às margens da represa Salto Grande. No entanto, pode-se considerar que foi a partir da década de 1960 que o município inicia efetivamente as grandes transformações em sua configuração urbana, intensificando a ocupação em terras entre o ribeirão Quilombo e a rodovia Anhanguera. Neste período, o êxodo rural, resultante da crescente mecanização do campo e de políticas de incentivo as indústrias pelo governo federal, ganha grandes proporções no país. O município recebe números ainda maiores de imigrantes na década de 1970, quase que dobrando a população em relação à década anterior, período em que muitas indústrias migraram, processo visualizado já na década de 1960, da capital São Paulo para o interior paulista, sendo Americana o destino de parte destas.

Neste contexto, a cidade de Americana em 1977, conforme pode ser observado na Figura 18, apresenta um número considerável de novos loteamentos (identificados como “quadras desocupadas” no mapa da Figura em questão), visualizado ao longo de todo o território estudado.

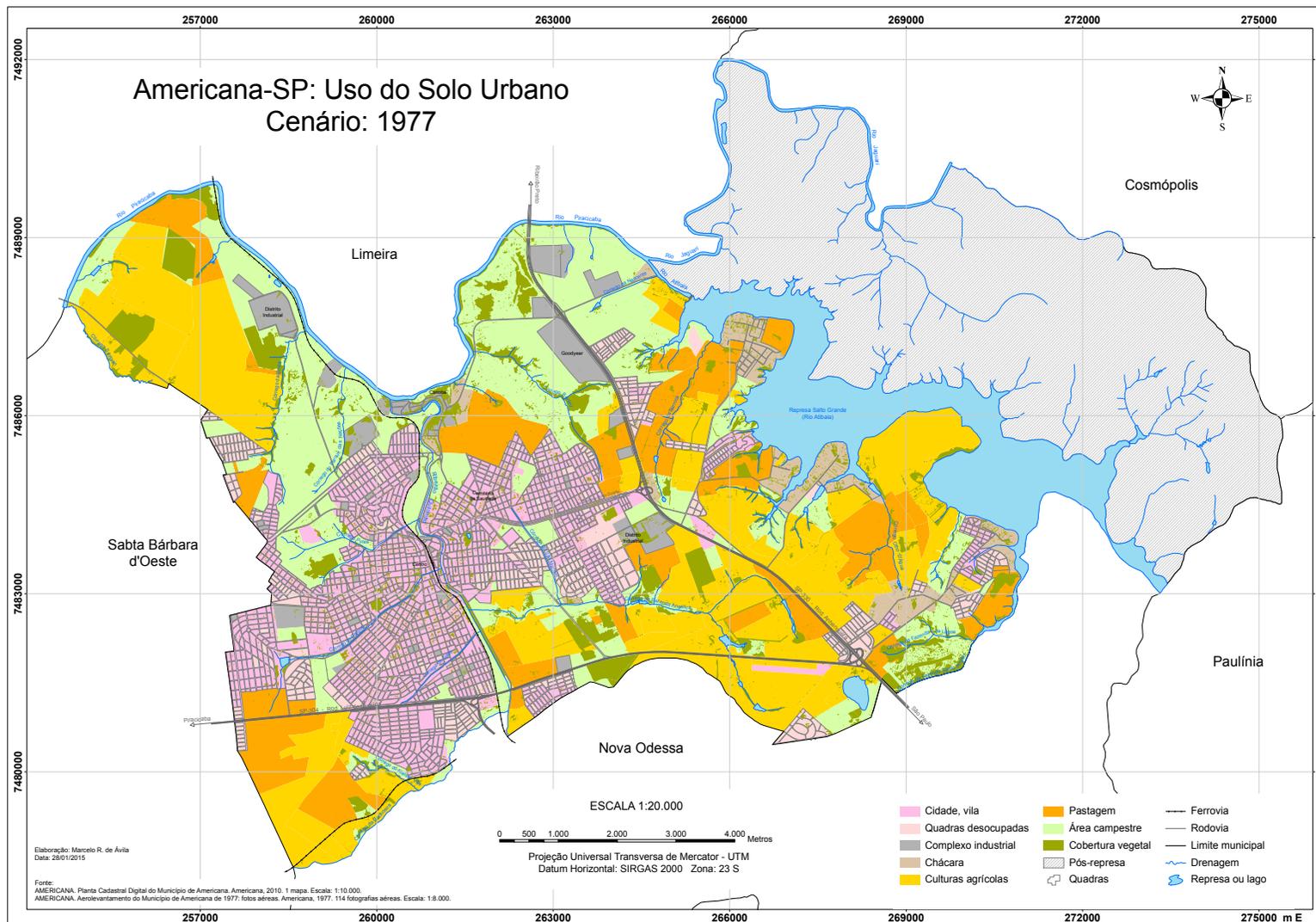


Figura 18 – Uso do solo urbano em 1977.

O volume de imigrantes que chegava à cidade para trabalhar nas indústrias aumentava consideravelmente a demanda por imóveis. Analisando a Figura 18, a instalação de indústrias de grande porte, a partir da década de 1960, visualizadas ao longo da porção centro e norte da rodovia Anhanguera, manteve o eixo de crescimento urbano no sentido leste do município, ao logo da Avenida Antônio Pinto Duarte (principal acesso a cidade). Novos loteamentos, tanto residências quanto industriais, podem ser visualizados de forma intensificada nas áreas entre o ribeirão Quilombo e a rodovia, e, de forma um pouco menos expressiva, identificados por loteamentos isolados, entre a rodovia e a represa Salto Grande. À oeste do mesmo ribeirão é possível observar também estes novos loteamentos, fato que intensifica ainda mais a ocupação desta porção do território.

Futuros eixos de crescimento urbano são visualizados ao norte do território, tanto a leste como a oeste do ribeirão Quilombo. Estas áreas, caracterizadas por vegetação rasteira, sem utilização aparente de qualquer atividade econômica, identificadas no mapa da Figura 18 como “área campestre”, eram terras de exploração primária (agricultura ou pecuária). No cenário em questão, é possível inferir que, com o aumento da demanda de lotes urbanos, estas terras estavam nas mãos de especuladores imobiliários, se transformando, como poderá ser observado nos cenários seguintes, em bairros residenciais ou industriais.

O crescimento urbano neste período seguiu pressionando as áreas produtivas, representadas pelas pastagens e áreas agrícolas, percebendo-se a tendência de diminuição destas. No entanto, pelo fato deste crescimento ter sido intensificado ainda de forma recente, os usos relacionados à cidade (cidade e vila, quadras desocupadas, complexo industrial e chácaras) ocupavam 32,3% do território estudado, sendo ainda menores do que a soma dos usos relacionados às áreas campestres, agrícolas e pastagens, que juntas ocupavam 54,0%, conforme visualizado na Figura 19.

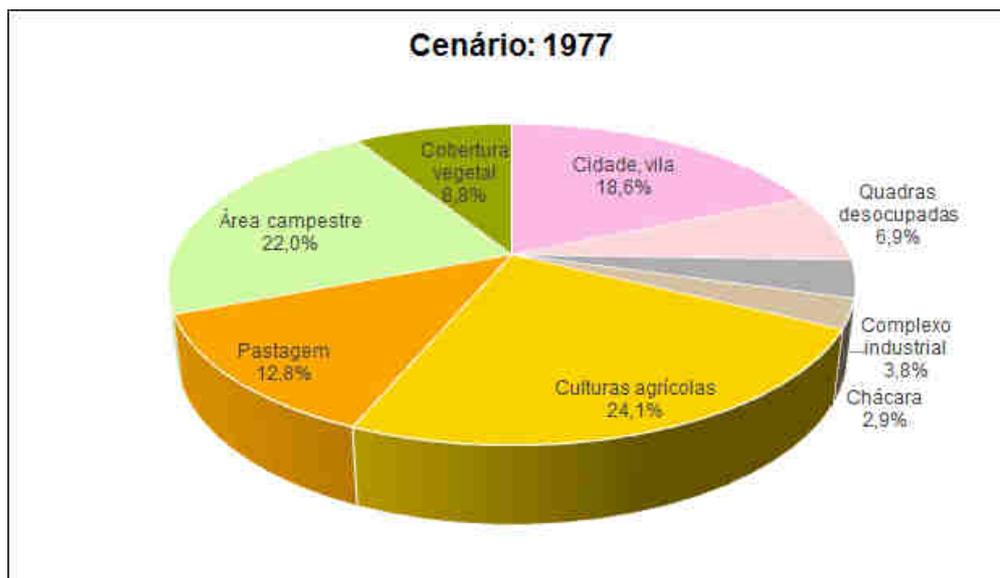


Figura 19 – Distribuição das diferentes classes de uso do solo urbano em 1977.

Elaboração e organização: Ávila (2015).

Entre as décadas de 1960 e 1970, conforme exposto por Lima (2002), o desenvolvimento industrial foi o vetor do crescimento urbano e populacional em Americana, quase que dobrando a população de uma década para a outra. Neste contexto, problemas de ordem social já eram visíveis, com a falta de um aparato administrativo e legislativo que atendessem de forma eficiente as novas demandas do município. Com a instituição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (Lei n.º 1.098, 15/09/1970), o zoneamento urbano do município foi dividido em catorzes zonas de uso, com destaque a criação dos distritos industriais ao longo das rodovias Anhanguera e Luiz de Queiroz e nas proximidades do rio Piracicaba.

No que se refere à cobertura vegetal, quanto a sua preservação ou recuperação, o Plano Diretor somente realizava menção, sem maiores detalhes, da proteção das margens da represa Salto Grande, definindo esta área como uma das zonas especiais de uso no zoneamento urbano (AMERICANA, 1970).

Como já exposto, neste período as leis ambientais eram incipientes em vários países, ganhando importância a partir da Conferência de Estocolmo, realizada pelas Nações Unidas em 1972. No Brasil, a Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, norteou, nas décadas seguintes, as políticas de preservação de matas e florestas no país.

Neste contexto, a Figura 20 traz a distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva no cenário de 1977. Nesta, observa-se a baixa concentração de mata ciliar ao longo das drenagens presentes no território americanense. No rio Piracicaba e na represa Salto Grande, estas são praticamente inexistentes em suas margens. As demais matas, seja de reflorestamento ou nativas, estão localizadas nas periferias, áreas que ainda não foram anexadas pela cidade, dedicadas as atividades agrícolas, pecuária ou ainda sem atividade econômica aparente (áreas campestres).

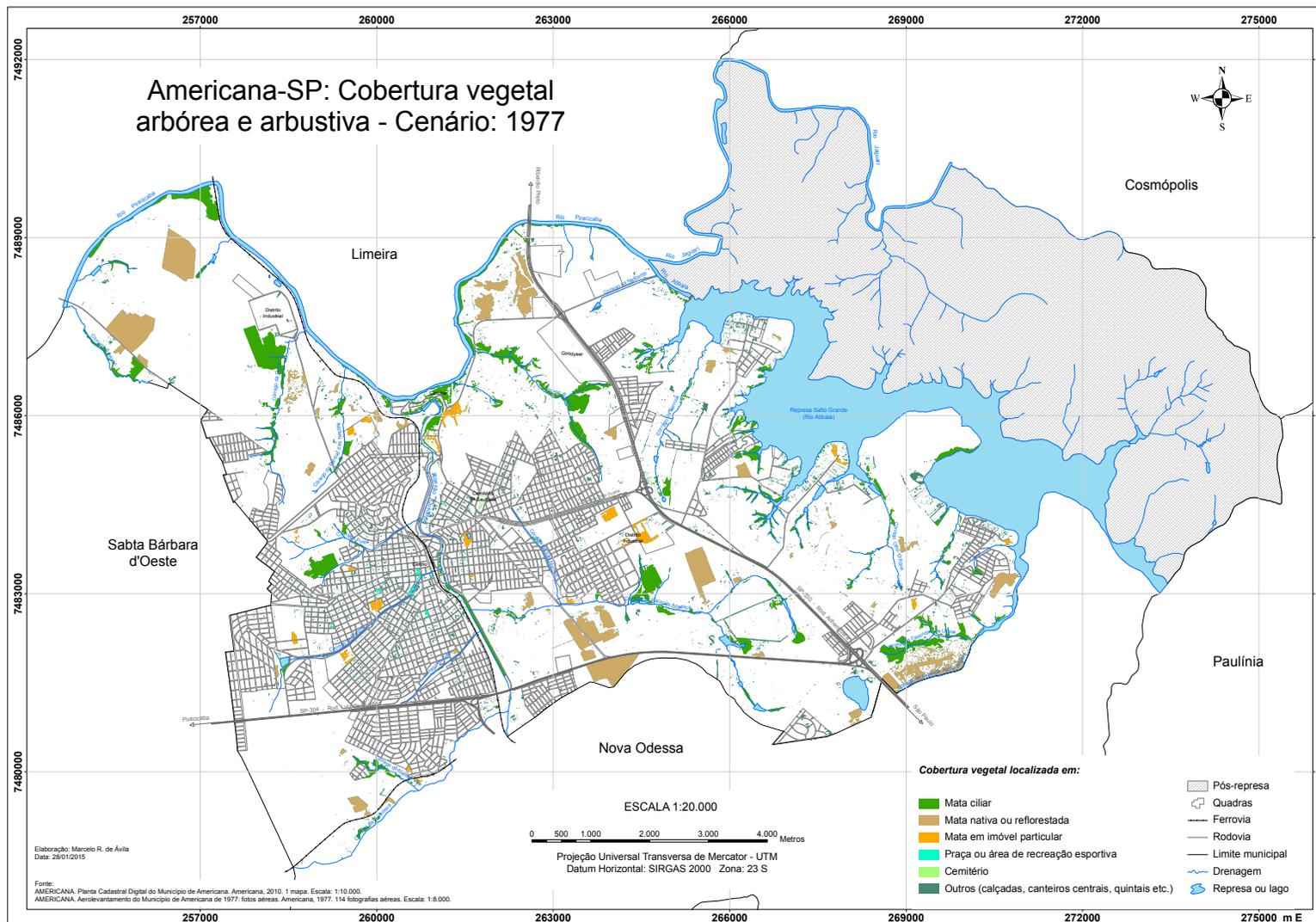


Figura 20 – Cobertura vegetal arbórea e arbustiva em 1977.

No cenário de 1977, a cobertura vegetal arbórea e arbustiva ocupava 8,1 km², equivalendo a 8,8% do território estudado. Se analisarmos a Figura 21, que mostra a distribuição dessa cobertura vegetal pelos diferentes usos do solo urbano, observamos que somente 14,8% do total encontram-se nos usos densamente construídos, compostos pela cidade, quadras desocupadas e pelos complexos industriais. Se retirarmos as que se encontram nos complexos industriais, considerando somente a malha urbana central (composta por residências, prédios comerciais e de serviços e pelas quadras desocupadas), este valor decresce para 11,1%. Em contrapartida, cerca de 80% desta cobertura vegetal está distribuída em áreas campestres, culturas agrícolas, pastagens, sendo estas remanescentes do avanço das fronteiras agrícolas, além de estarem em áreas que ainda não sofreram transformação pela cidade.

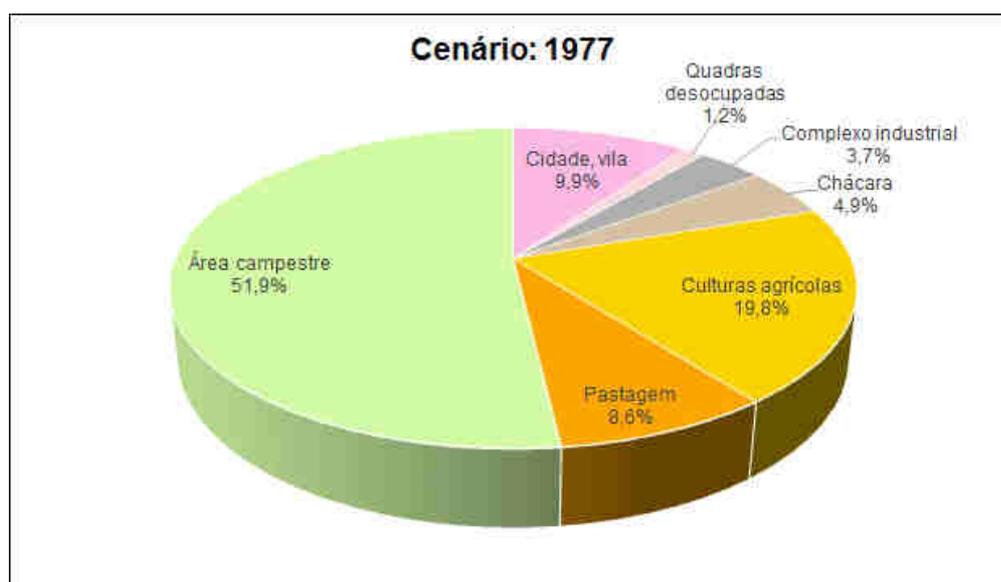


Figura 21 – Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano em 1977. Elaboração e organização: Ávila (2015).

Observa-se ainda, no mapa da Figura 20, que a malha urbana apresenta baixa densidade de vegetação de acompanhamento viário, se destacando às presentes em quintais, tanto em áreas residenciais quanto em chácaras, estas últimas localizadas próximas da represa Salto Grande. As matas ciliares, mesmo em baixa concentração, correspondem por 40,3% de toda a cobertura vegetal arbórea e arbustiva na área de estudo, seguido pelas matas nativas ou de reflorestamento, com 34,6% do total. Nas praças e áreas esportivas, por sua vez, verificou-se baixa concentração de árvores e arbustos. Estas áreas, no referido cenário, foram, em

grande parte, construídas recentemente, passando ainda pelo processo de arborização. A Figura 22 expressa a distribuição desta cobertura vegetal em relação a sua localização.

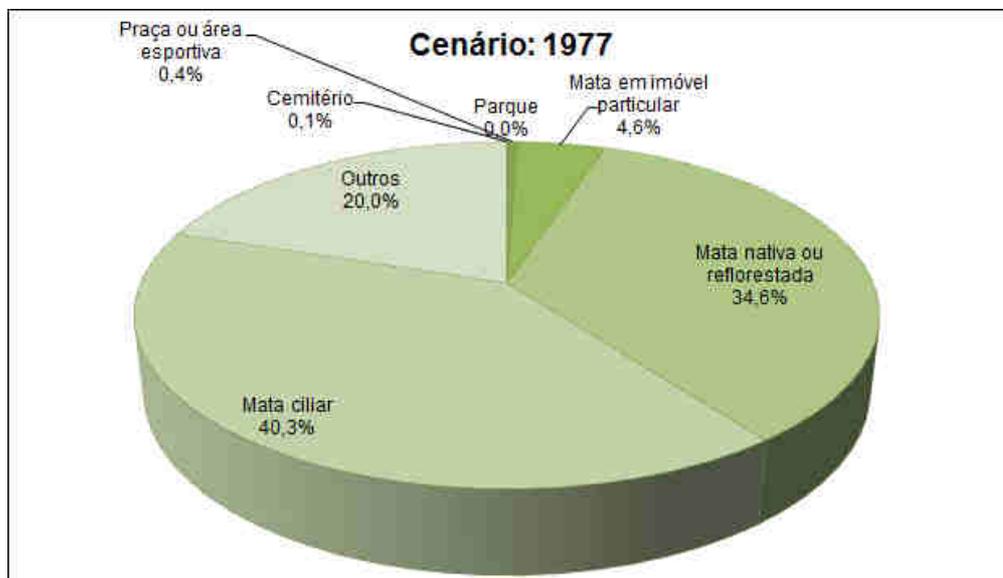


Figura 22 – Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva em relação à localização em 1977.

Elaboração e organização: Ávila (2015).

A falta de planejamento urbano adequado nas décadas anteriores a de 1970, o crescimento acelerado da cidade e a ausência de aparatos legislativos condizentes com a realidade vivida pelo município foram os principais colaboradores para a realidade da concentração e distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva visualizada na cidade neste período. No entanto, já era possível observar os efeitos positivos do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n.º 4.771) que, com o trabalho do Conselho Municipal de Proteção às Árvores, Parques Jardins e Praias Artificiais, as matas ciliares começavam a ser replantadas, sendo observadas, por exemplo, em algumas áreas das margens do ribeirão Quilombo.

7.2 Cenário: 1996

Os anos de 1990, conforme exposto por Lima (2002) e Trentin (2008), se iniciaram com o agravamento da crise na tradicional indústria têxtil de Americana, intensificado principalmente pela implantação de políticas de reequilíbrio financeiro, entre estas a abertura do mercado nacional, após um longo período de recessão econômica que assolou o país durante a década anterior. Mesmo com essa grave

recessão, o município, durante a década de 1980, manteve seu crescimento populacional, que, mesmo em uma intensidade menor às duas décadas anteriores, favoreceu o adensamento de sua malha urbana, fato atrelado à continuação do fluxo migratório de indústrias da capital paulista para o interior.

Ainda na década de 1980, com o adensamento urbano e a vinda de um número maior de indústrias, foi promulgada a Lei n.º 2.264 (15/12/1988), que dispunha do uso e ocupação do solo urbano, sendo à base de políticas de ordenamento urbano para o final desta década e durante a década de 1990. Como exposto anteriormente, esta manteve as mesmas zonas industriais determinadas no Plano Diretor de 1970 (Lei n.º 1.098, 15/09/1970), dividindo o município, a partir de agora, em treze zonas de uso (AMERICANA, 1988).

Neste contexto, a cidade de Americana em 1996, conforme pode ser observado na Figura 23, apresentava uma malha urbana adensada, tomando terras que anteriormente eram de desenvolvimento de culturas agrícolas e de pecuária.

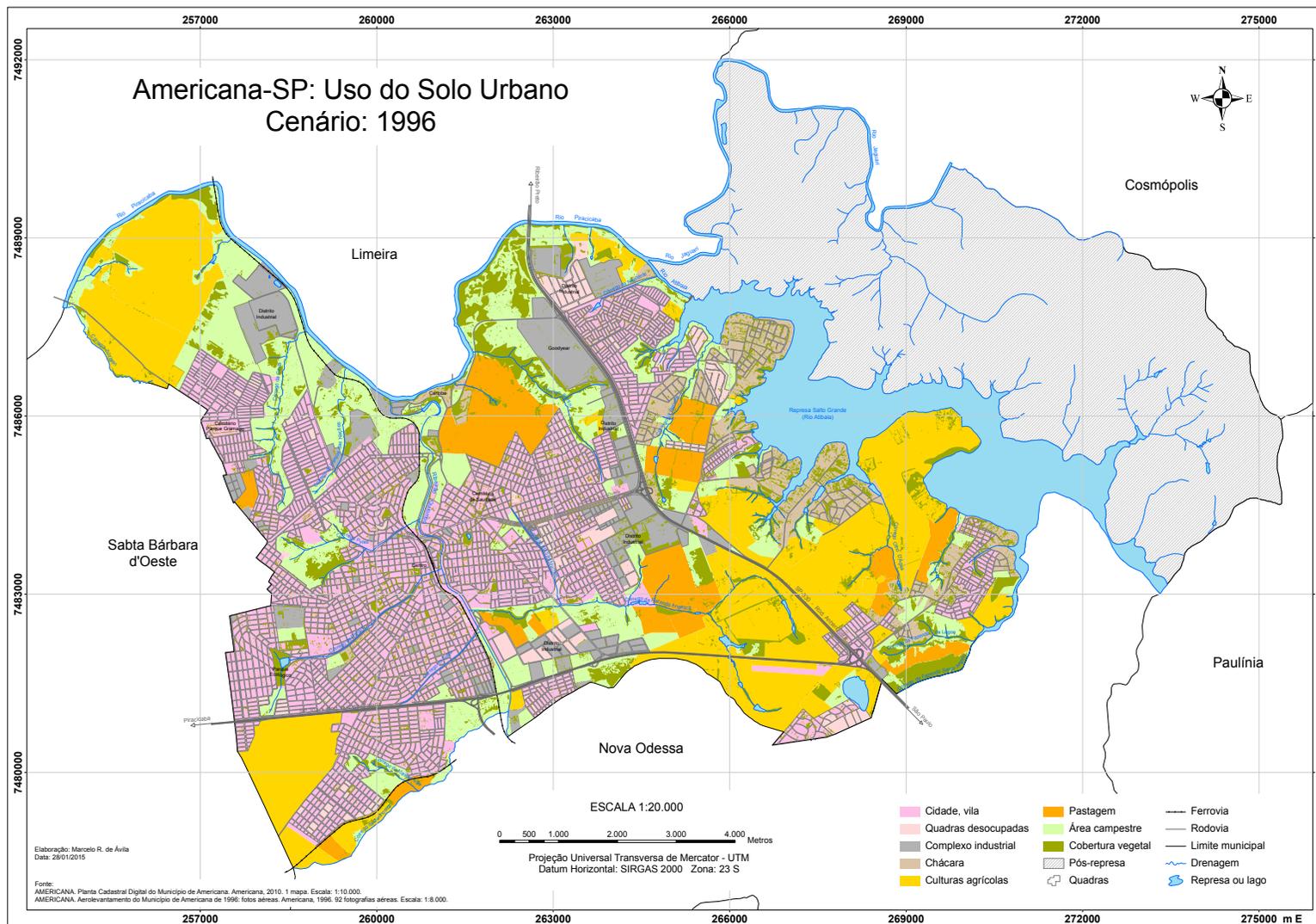


Figura 23 – Uso do solo urbano em 1996.

O adensamento urbano, quando analisamos a Figura 23, é amplamente perceptível. Observa-se que esse se deu principalmente nas porções noroeste, nordeste e sudoeste do território estudado. Intensificou-se a presença de chácaras nas proximidades da represa Salto Grande. O distrito industrial, instituído na legislação de 1970, localizado próximo da rodovia Anhanguera, na região nordeste, colaborou para o surgimento de diversos bairros em seu entorno.

As indústrias que migraram para Americana entre as décadas de 1960 e 1980 se instalaram basicamente a oeste da rodovia Anhanguera, estando presentes em mais da metade de sua extensão, e entre a rodovia Luiz de Queiroz e o córrego da Fazenda Angélica. Em 1996, observa-se a instalação de um novo distrito industrial, a leste da rodovia Anhanguera, entre o córrego da Nascente e o rio Piracicaba.

O que eram futuros eixos de crescimento urbano em 1977 (Figura 18), caracterizados por áreas campestres, se transformaram em bairros residenciais ou industriais. Á noroeste e a sudoeste, a malha urbana cresceu sobre áreas agrícolas ou de pastagens, seguindo a tendência da pressão sobre as áreas de produção primária no território estudado, já visualizado no cenário anterior. Desta forma, as áreas construídas (cidade e vila, quadras desocupadas, complexo industrial e chácaras), que representavam 32,3% em 1977, passaram a ocupar 46,3% do território em 1996, ultrapassando a soma das áreas campestres, agrícolas e de pastagem, que juntas somavam, neste cenário, 42,9%, conforme visualizado na Figura 24.

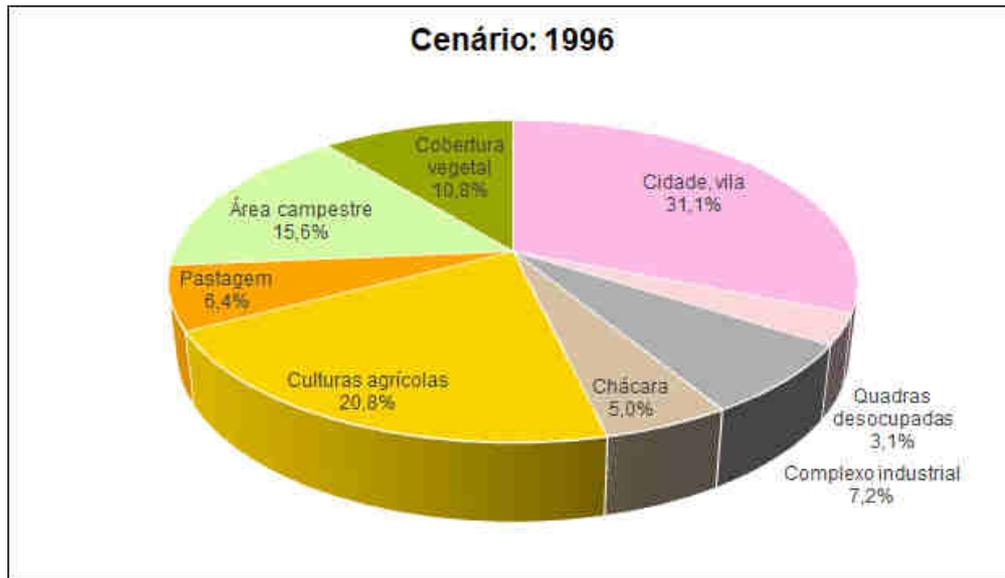


Figura 24 – Distribuição das diferentes classes de uso do solo urbano em 1996.

Elaboração e organização: Ávila (2015).

Analisando a Figura 24, percebe-se a baixa oferta de lotes residenciais ou industriais, visualizado pela redução, em relação ao cenário anterior, das quadras desocupadas, sendo sinais da desaceleração do crescimento urbano que se iniciava na década de 1990. Os vazios, por sua vez, estes caracterizados pelas áreas campestres, tiveram grande diminuição, fato relacionado principalmente com a expansão urbana ocorrida na década de 1980.

Apesar do adensamento urbano, a concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva no território estudado sofreu um acréscimo, passando dos 8,8% (8,1 km²) em 1977 para 10,8% (9,9 km²) em 1996, havendo um incremento de aproximadamente 23% de um cenário para outro.

O aumento desta cobertura vegetal, entre os referidos cenários, teve relação direta com políticas baseadas no aparato legislativo desenvolvido nas décadas de 1980 e 1990. Somadas a Lei Federal n.º 4.771, de 1965 (Código Florestal Brasileiro), pode-se destacar, no âmbito federal, a Lei n.º 6.902 (Criação de Áreas de Proteção Ambiental), a Lei n.º 6.938 (Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente), ambas de 1981, a Lei n.º 7.735 (Cria o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente – IBAMA), a Lei n.º 7.754 (Proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios), a Lei n.º 7.797 (Cria o Fundo Nacional de Meio Ambiente), estas de 1989, e o Decreto n.º 98.914, de 1990 (Dispõe sobre as Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN). Podem-se considerar ainda as

Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, que estabelecem normas, entre outras, de avaliação de impacto ambiental, de licenciamento de empreendimentos e de criação de áreas de proteção permanente. No âmbito estadual, Resoluções da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Portarias do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais auxiliaram na manutenção e preservação da cobertura vegetal no Estado de São Paulo.

No âmbito municipal, o zoneamento urbano instituído pela Lei n.º 2.264, em 1988, criou zonas especiais de preservação ambiental, sendo estas pouco especificadas, não estando de forma clara na referida Lei. No entanto, algumas Leis foram promulgadas em relação ao meio ambiente municipal, tais como a Lei n.º 1.845, de 1982, que cria o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, e, com um maior destaque, a Lei n.º 2.536, de 1991, que estabelece a Política Municipal de Meio Ambiente, especificando o tratamento a arborização urbana e a reservas florestais.

Neste contexto, é possível observar na Figura 25 um relativo aumento, ainda que de forma incompleta, da mata ciliar ao longo das drenagens, principalmente nas localizadas fora da área de adensamento urbano. No rio Piracicaba e na represa Salto Grande verifica-se que estas matas são mínimas em 1996, havendo apenas um pequeno acréscimo em relação ao cenário anterior. Matas existentes anteriormente em 1977 aparecem suprimidas neste cenário. Á noroeste, três áreas destas desapareceram, surgindo uma nova, composta por eucaliptos, com características de plantio recente, devido à baixa altura das referidas árvores. Entre a rodovia Luiz de Queiroz e o córrego da Fazenda Angélica, a área vegetada aí existente anteriormente dá lugar ao distrito industrial. Observa-se um aumento considerável da vegetação presentes no acompanhamento viário e nas praças.

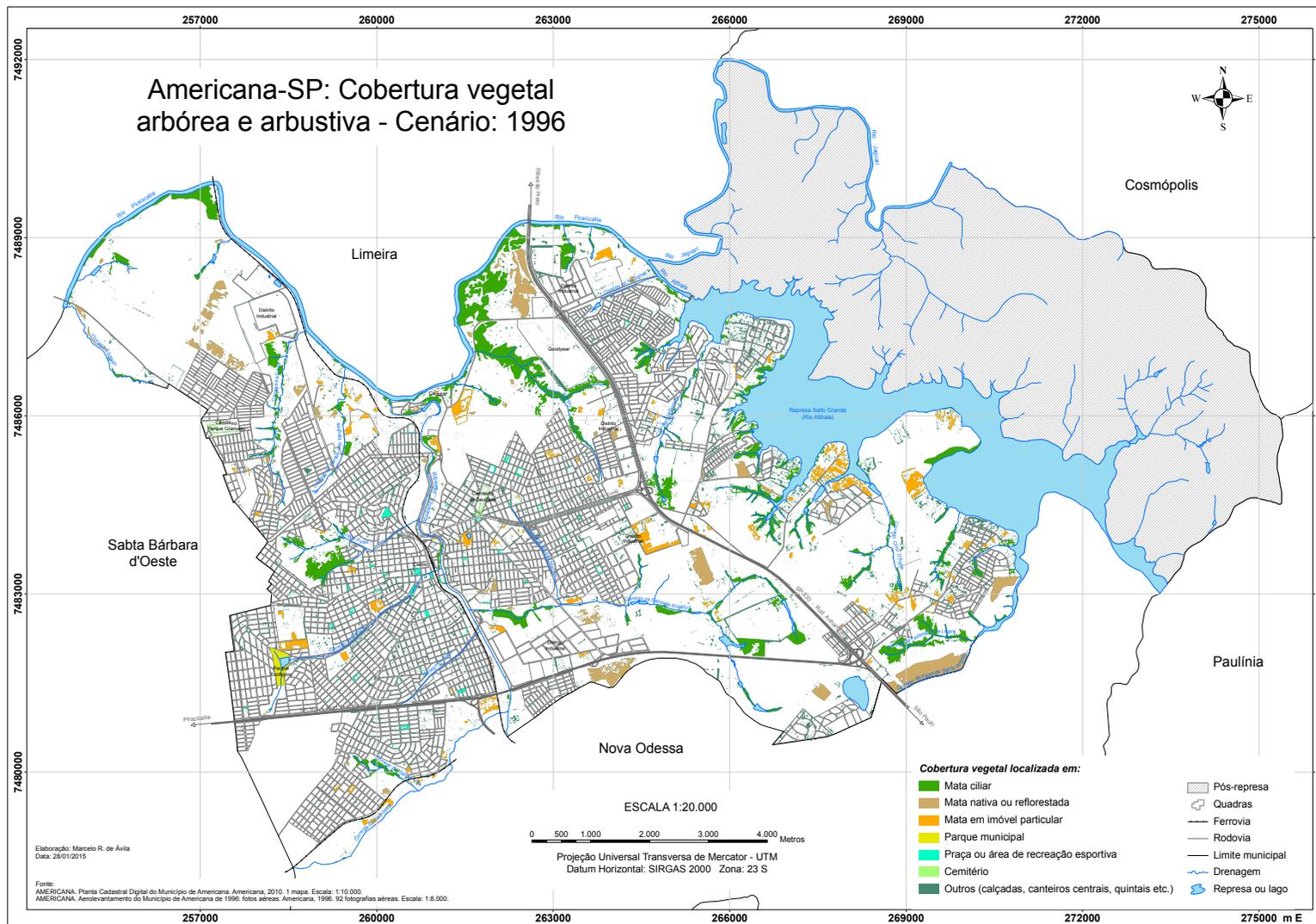


Figura 25 – Cobertura vegetal arbórea e arbustiva em 1996.

Quanto à distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva pelos diferentes usos do solo urbano, observa-se, na Figura 26, um aumento das que estão presentes nas áreas densamente construídas (cidade, quadras desocupadas e complexos industriais), saindo dos 14,8%, em 1977, para 25,3% em 1996, graças ao acréscimo da vegetação de acompanhamento viário, das praças e do início do replantio de matas ciliares de córregos que cruzam a cidade. Se retirarmos as que se encontram nos complexos industriais, considerando somente a malha urbana central (composta por residências, prédios comerciais e de serviços e pelas quadras desocupadas), este valor decresce para 19,2%. No entanto, a cobertura vegetal presente em áreas campestres, agrícolas e de pastagem ainda se apresenta elevada, com uma concentração de cerca de 60%, com uma queda em relação ao cenário anterior, que era de aproximadamente 80%. Essa diminuição se dá principalmente pela supressão das matas existentes nos referidos usos, sejam pelo corte para atividades agrícolas ou pecuárias, ou para a ocupação pela cidade.

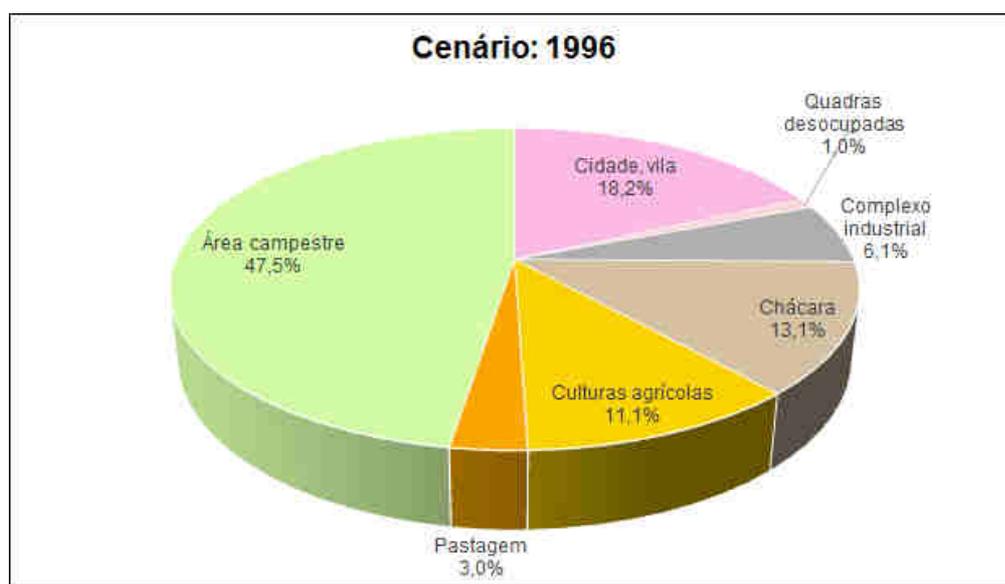


Figura 26 – Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano em 1996. Elaboração e organização: Ávila (2015).

Se avaliarmos a distribuição e concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva de acordo com sua localização, verificamos na Figura 27 que as matas ciliares ainda concentram a maior parte desta, seguido, mesmo com uma diminuição em relação a cenário anterior, das matas nativas ou reflorestadas. Observa-se, neste cenário, um considerável aumento de matas em imóveis particulares, com destaque às presentes dentro das dependências de indústrias de grande porte. É

possível verificar ainda a presença desta vegetação em parques, o que não foi visualizado anteriormente, fato relacionado a inauguração do Parque Ecológico Municipal em 1984.

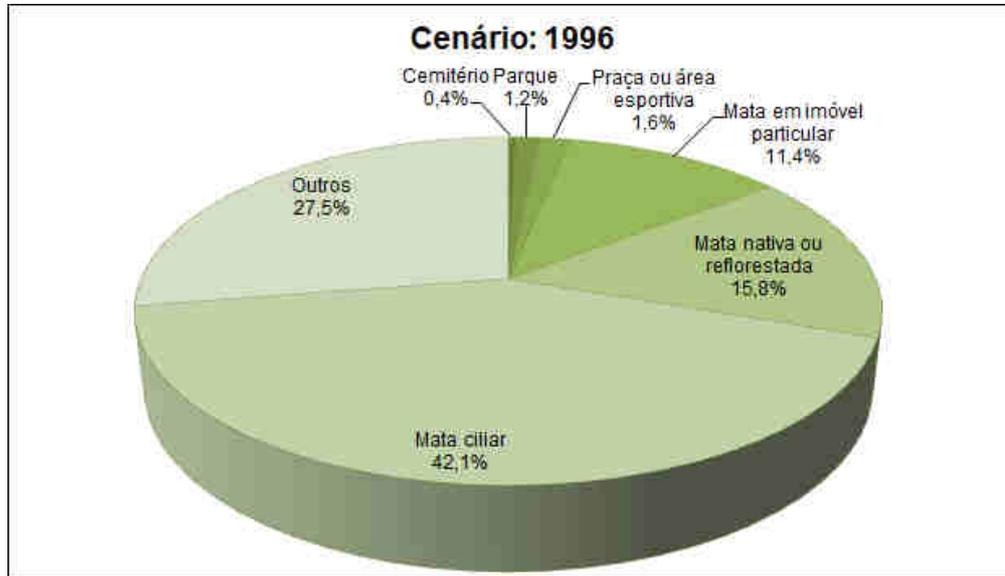


Figura 27 – Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva em relação à localização em 1996.
Elaboração e organização: Ávila (2015).

Como já exposto, a expansão urbana ainda se manteve acelerada na década de 1980, mostrando sinais de desaceleração no início dos anos de 1990. Quanto à cobertura vegetal arbórea e arbustiva, as legislações ambientais foram fundamentais para as iniciativas de reflorestamento visualizados em 1996, principalmente as das matas ciliares, que passaram a ocupar maiores áreas.

7.3 Cenário: 2008

A partir da segunda metade da década de 1990, conforme exposto por Lima (2002), a economia brasileira mostra sinais de recuperação, sendo crescente nos anos seguintes. No entanto, a tradicional indústria têxtil de Americana não mais se recuperou, se mantendo abertas poucas unidades fabris. Portanto, os anos 2000 se iniciaram sob a característica de diversificação do parque industrial do município, resultado da migração de indústrias vindas de São Paulo no decorrer das décadas anteriores.

Na década de 2000, o crescimento urbano e populacional se mantém, mas em menor intensidade, confirmando a tendência de desaceleração já visualizada nas décadas de 1980 e 1990. Conforme verificado na Figura 28, a ocupação urbana ocorreu em áreas situadas ao norte e ao sul do território entre o ribeirão Quilombo e a rodovia Anhanguera. Observa-se também a expansão da ocupação a noroeste do município e de algumas áreas próximas de represa Salto Grande. Estas áreas ocupadas pela malha urbana, neste período, eram anteriormente, áreas de desenvolvimento de agricultura ou pecuária, diminuindo ainda mais a participação destas na composição do território estudado.

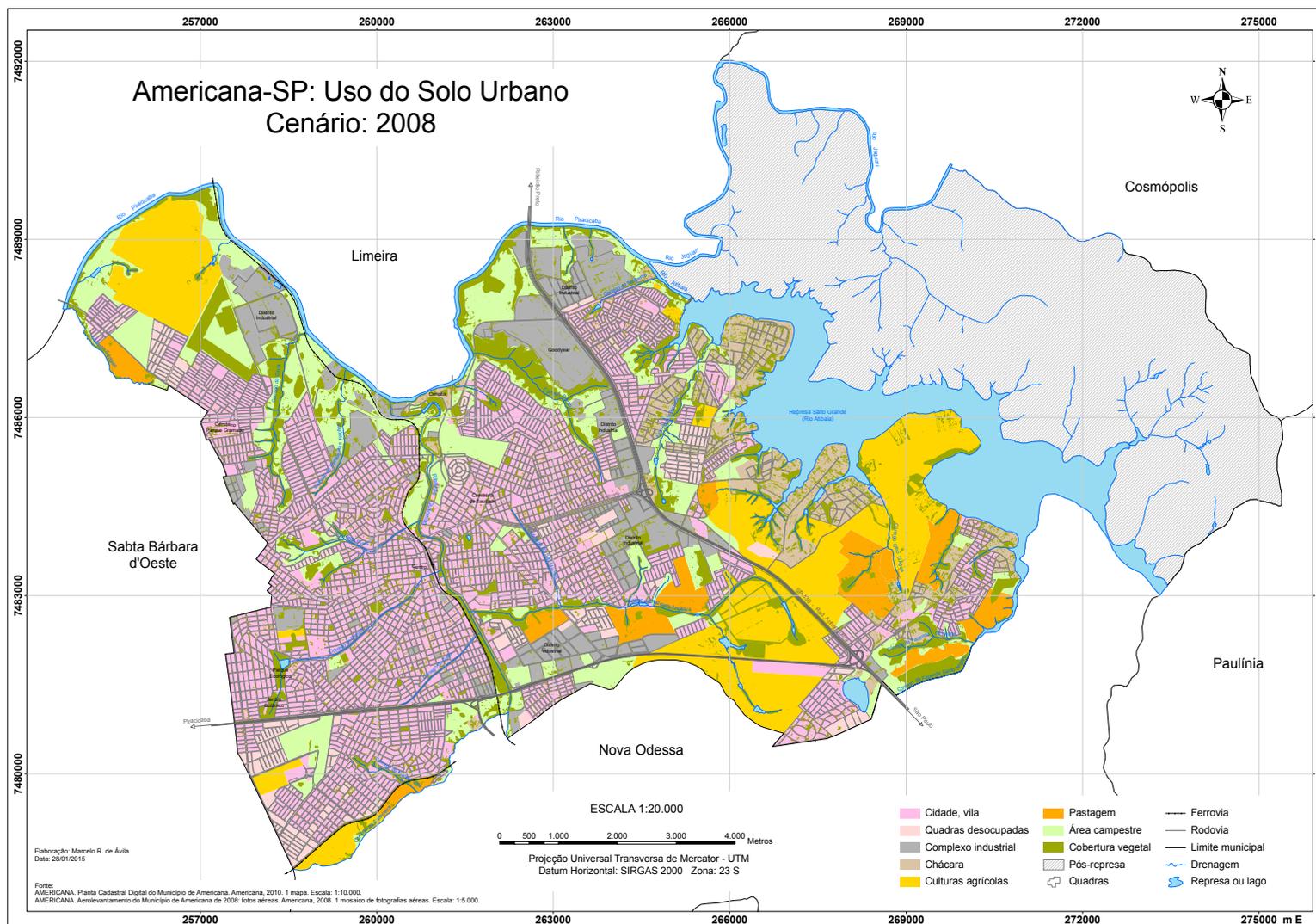


Figura 28 – Uso do solo urbano em 2008.

A Lei municipal n.º 3.269, de 15 de janeiro de 1999, que dispõe sobre o novo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Americana, em conjunto com a Lei n.º 3.270, que dispõe sobre o parcelamento do solo e a Lei n.º 3.271, que dispõe sobre o uso e ocupação do solo, ambas também de 15 de janeiro de 1999, nortearam a expansão urbana ocorrida entre os anos 2000 e 2008.

Desta forma, as áreas construídas (cidade e vila, quadras desocupadas, complexo industrial e chácaras), que ocupavam 32,3% em 1977 e 46,3% em 1996, passaram a ocupar 55,8%, diminuindo ainda mais as áreas campestres, agrícolas e de pastagem, que juntas correspondiam a 29,9% do território estudado em 2008, conforme pode ser verificado na Figura 29.

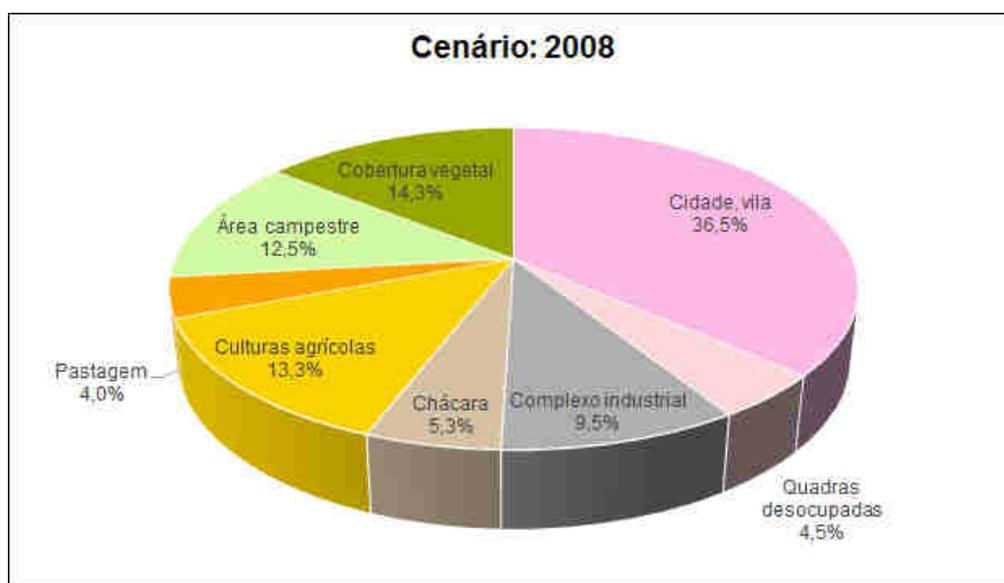


Figura 29 – Distribuição das diferentes classes de uso do solo urbano em 2008.

Elaboração e organização: Ávila (2014).

Nesta década, o município de Americana já se encontrava efetivamente conurbada com o município de Santa Barbará d'Oeste. Ao mesmo tempo, observa-se o aumento na verticalização da cidade, visualizada principalmente nas regiões próximas da área central. Podem-se verificar ainda vazios urbanos em áreas de urbanização consolidada, estas utilizadas pela especulação imobiliária para elevação do preço dos imóveis, muitas destas se transformando posteriormente em condomínios fechados, sendo comuns a partir da década em questão.

Em relação à cobertura vegetal arbórea e arbustiva, houve um aumento em sua concentração em relação aos cenários anteriores. Partindo de 8,8% (8,1 km²) em 1977, passando para 10,8% (9,9 km²) em 1996, em 2008 chegou a 14,3% (13,1 km²), um aumento de aproximadamente de 32% em relação a 1996 e um acumulado, entre 1977 e 2008, de aproximadamente 60%.

A partir de meados da década de 1990, o aparato legislativo estadual e municipal, em relação ao meio ambiente e ao ordenamento urbano, conheceu um grande avanço, favorecendo na manutenção e preservação da cobertura vegetal a partir deste período. No que diz respeito à legislação federal, pode-se destacar a Lei n.º 9.985 (Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza) e a Lei n.º 10.257 (Estabelece o Estatuto da Cidade), ambas de 2000. Na legislação estadual, consideram-se relevantes a Lei n.º 9.509, de 1997 (Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente), a Lei n.º 9.989, de 1998 (Dispõe sobre a recomposição da cobertura vegetal no Estado de São Paulo), a Lei n.º 10.780, de 2001 (Dispõe sobre a recomposição florestal no Estado de São Paulo), o Decreto n.º 49.723, de 2005 (Institui o Programa de Recuperação de Zonas Ciliares do Estado de São Paulo) e o Decreto n.º 51.453, de 2006 (Cria o Sistema Estadual de Floretas).

No município de Americana, podem-se destacar o Plano Diretor de 1999, instituído pela Lei n.º 3.269, que foi implantado considerando, entre outras, o planejamento urbano responsável em relação ao meio ambiente. Desta forma, no macrozoneamento do município, foi considerada uma Área de Proteção e Preservação Ambiental (APPA) que, basicamente, delimita áreas de matas nativas, reflorestas ou ciliares como de interesse público para a preservação (AMERICANA, 1999). Como consequência deste Plano Diretor, foram revisadas as Leis referentes à Política Municipal de Meio Ambiente e ao Fundo Municipal do Meio Ambiente, promulgadas, respectivamente, sob a Lei n.º 3.392 e Lei n.º 3.394, ambas de 2000.

Neste contexto, verificam-se na Figura 30 que as matas ciliares, em relação aos cenários anteriores, ocupam áreas ainda maiores, principalmente nas drenagens que estão fora da área de adensamento urbano, sendo tal fato verificado também às margens do rio Piracicaba e da represa Salto Grande. Porém, para estas duas últimas, as matas ciliares ainda estão deficitárias, sendo visíveis extensões, ao longo de suas margens, com ausência destas. A vegetação de acompanhamento

viário se mantém presente, estando apenas em baixa concentração nos bairros novos.

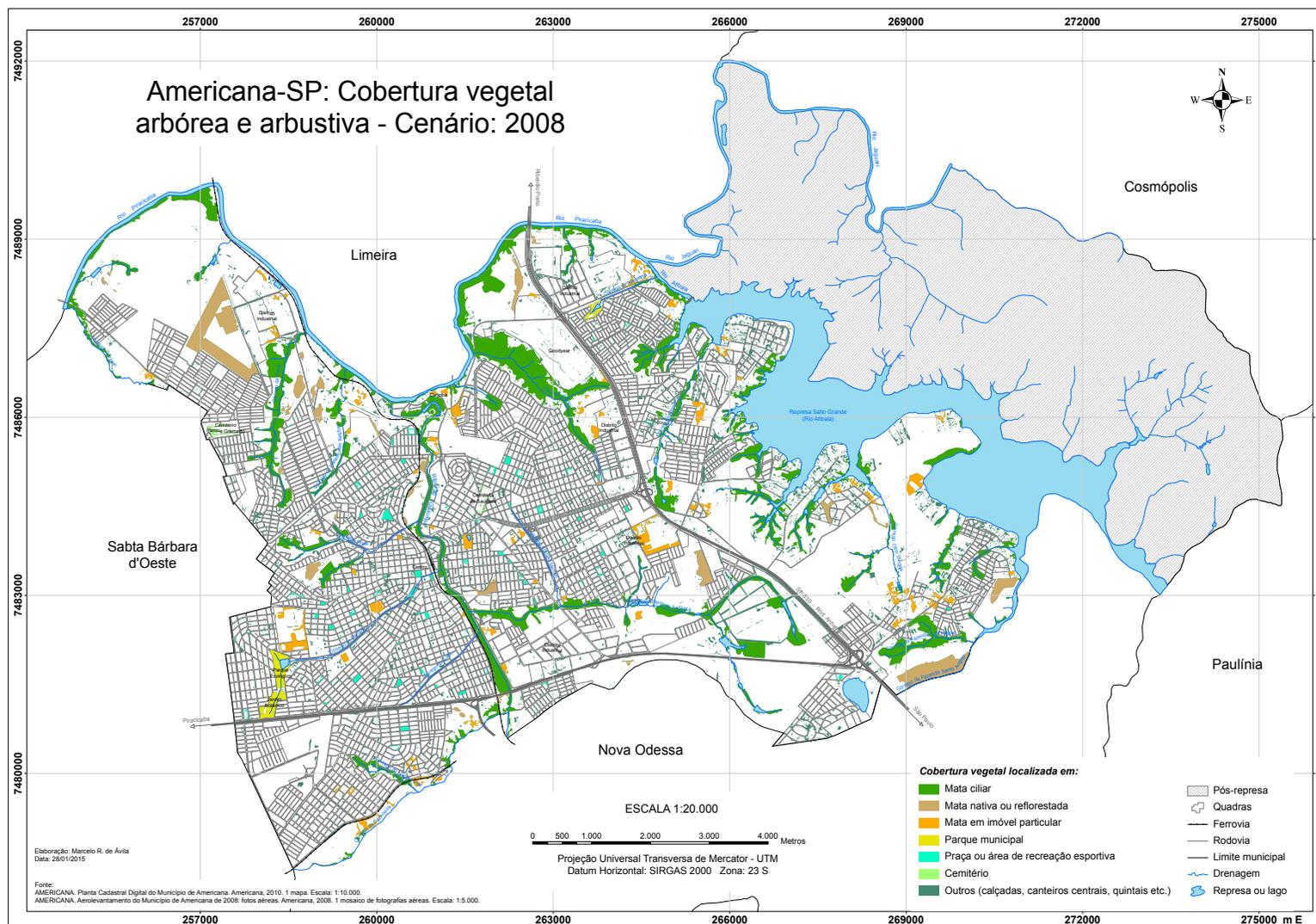


Figura 30 – Cobertura vegetal arbórea e arbustiva em 2008.

Em relação à distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva pelos diferentes usos do solo urbano, observamos, na Figura 31, o aumento das que estão presentes nas áreas densamente construídas (cidade e vila, quadras desocupadas e complexos industriais), saindo de 25,3% em 1996 para 29,1% em 2008, relacionado, principalmente, com o reflorestamento pontual das matas ciliares dos córregos que cruzam a cidade e a inauguração do Jardim Botânico Municipal, além do aumento da arborização de acompanhamento viário. Se retirarmos as que se encontram nos complexos industriais, considerando somente a malha urbana central (composta por residências, prédios comerciais e de serviços e pelas quadras desocupadas), este valor decresce para 22,2%. A cobertura vegetal presente em áreas campestres, agrícolas e de pastagem, como verificado nos cenários anteriores, se mantém elevada, apresentando mínima alteração em sua concentração, permanecendo, assim como no cenário de 1996, com aproximadamente 60%.

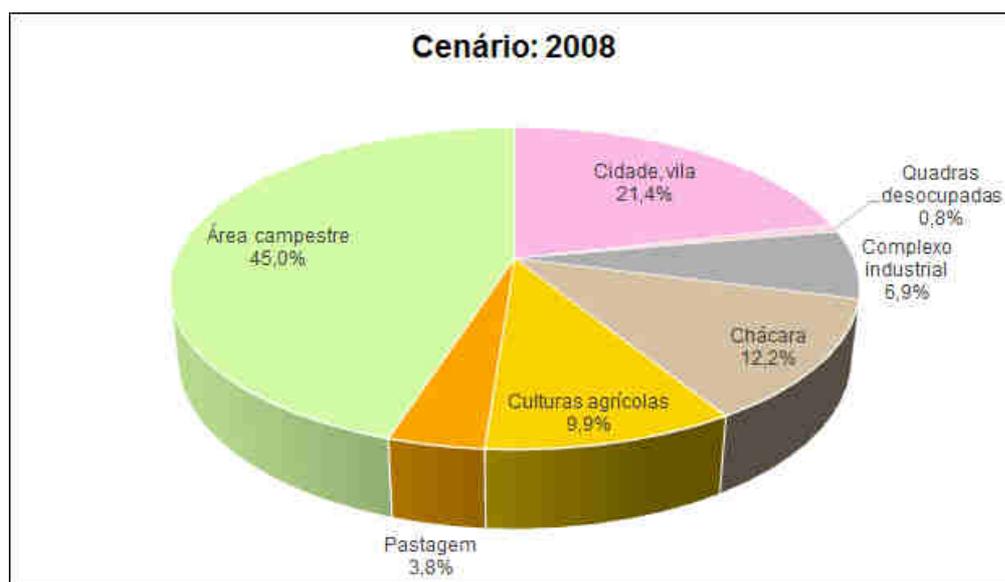


Figura 31 – Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano em 2008. Elaboração e organização: Ávila (2014).

Se analisarmos a Figura 32 verifica-se que as matas ciliares correspondem, neste cenário, a mais de 50% de toda a cobertura vegetal arbórea e arbustiva existente no território estudado. Em contrapartida, a vegetação presente em matas nativas ou reflorestadas continuou a diminuir, ocupando áreas menores em relação aos cenários anteriores. Às localizadas em praças, áreas esportivas e parques tiveram um pequeno aumento, sendo um ponto positivo, já que são nestas que há o efetivo contato entre os habitantes da cidade e o verde urbano.

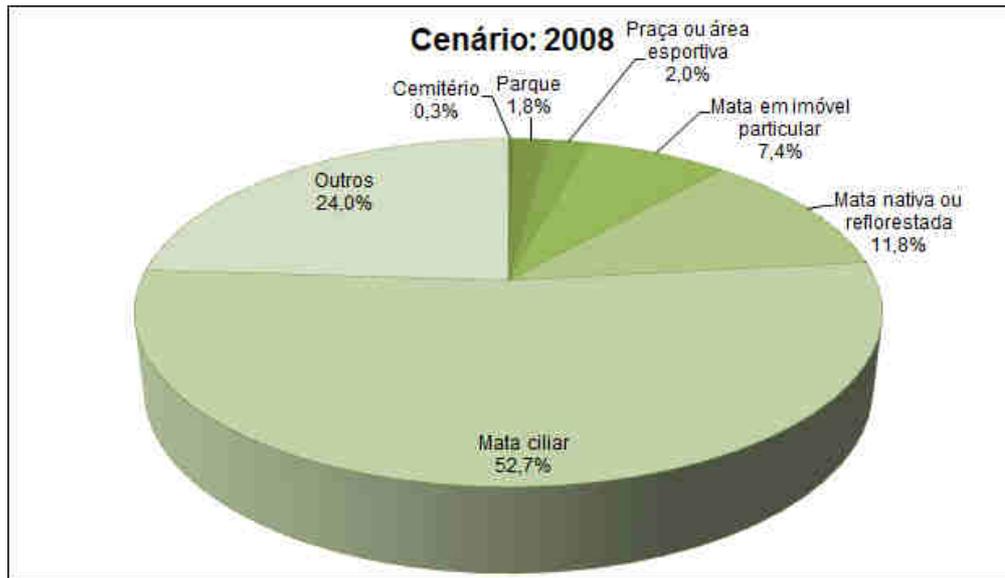


Figura 32 – Distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva em relação à localização em 2008.

Elaboração e organização: Ávila (2014).

Conforme discutido anteriormente, a década de 2000 é marcada pela desaceleração do crescimento populacional e urbano, iniciada na década de 1990. A cidade já se encontra densa e com áreas de verticalização. Quanto à cobertura vegetal arbórea e arbustiva, pode-se considerar que o cenário de 2008 apresenta a melhor condição quanto à concentração de distribuição entre os cenários estudados, o que demonstra a efetividade das políticas públicas embasadas pela legislação ambiental, tanto federal, estadual e federal, que tiveram um grande avanço entre as décadas de 1990 e 2000.

7.4 A cidade de Americana: um panorama entre os cenários de 1977, 1996 e 2008

O município de Americana teve, a exemplo de outros municípios do entorno de Campinas, uma expansão urbana e um crescimento populacional consideráveis, alavancado pela concentração industrial existente na região e no próprio município. Essa concentração foi consequência principalmente da localização regional, estando próximo da capital paulista e dos principais eixos viários, sendo atrativo às indústrias, que, como já exposto, se intensificaram no município a partir de 1960, com a migração, de muitas delas, de São Paulo, em um processo denominado, segundo Linardi (1984), citado por Trentin (2008), de desconcentração industrial.

Neste contexto, pode-se considerar que o crescimento populacional em Americana, segundo Lima (2002), se deve principalmente à migração de pessoas atraídas pela oferta de emprego nas indústrias, o que explica taxas de urbanização maiores que 50% já visíveis na década de 1940 (Figura 33), elevando, frente ao território relativamente pequeno do município, a densidade demográfica, conforme apresentado na Tabela 02, presente no Capítulo 3 desta pesquisa.

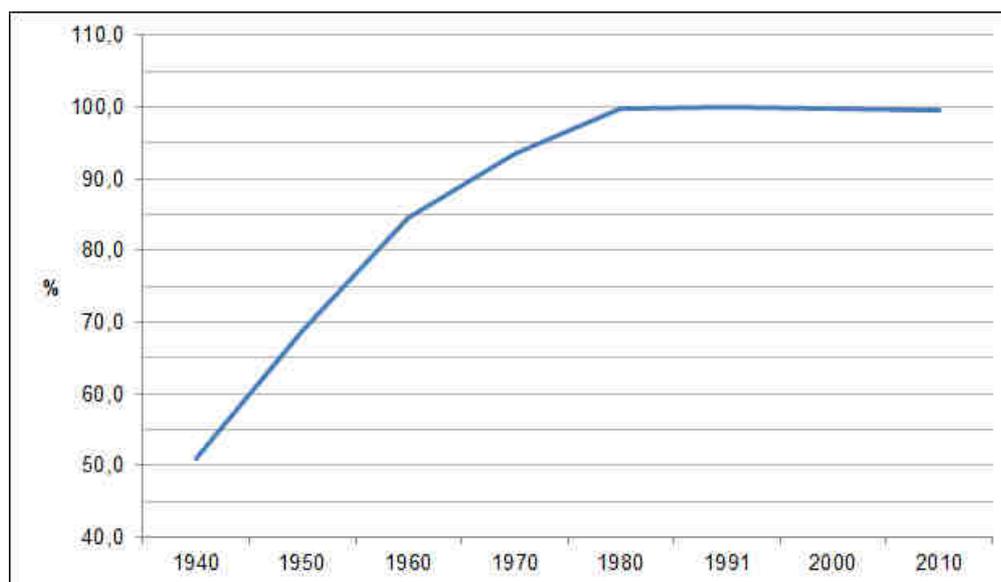


Figura 33 – Taxa de urbanização de Americana entre 1940 e 2010.

Fonte: IBGE (2014a). Elaboração e organização: Ávila (2014).

Observa-se, na Figura 33, que a taxa de urbanização em 1980 é de quase 100%. Se considerarmos a ocupação urbana, distribuída aqui nos usos “cidade, vila”, “Quadras desocupadas” e “Chácara”, para o cenário de 1977, ou seja, três anos antes do referido censo, verifica-se que a população americanense, em quase sua totalidade, vivia em uma área de 26,1 km², mostrando a fragilidade da estrutura urbana em atender o elevado contingente populacional neste período. Desta forma, a malha urbana no decorrer da década de 1980 e 1990 foi inevitavelmente adensada, se expandindo consideravelmente, conforme exposto na Figura 34.

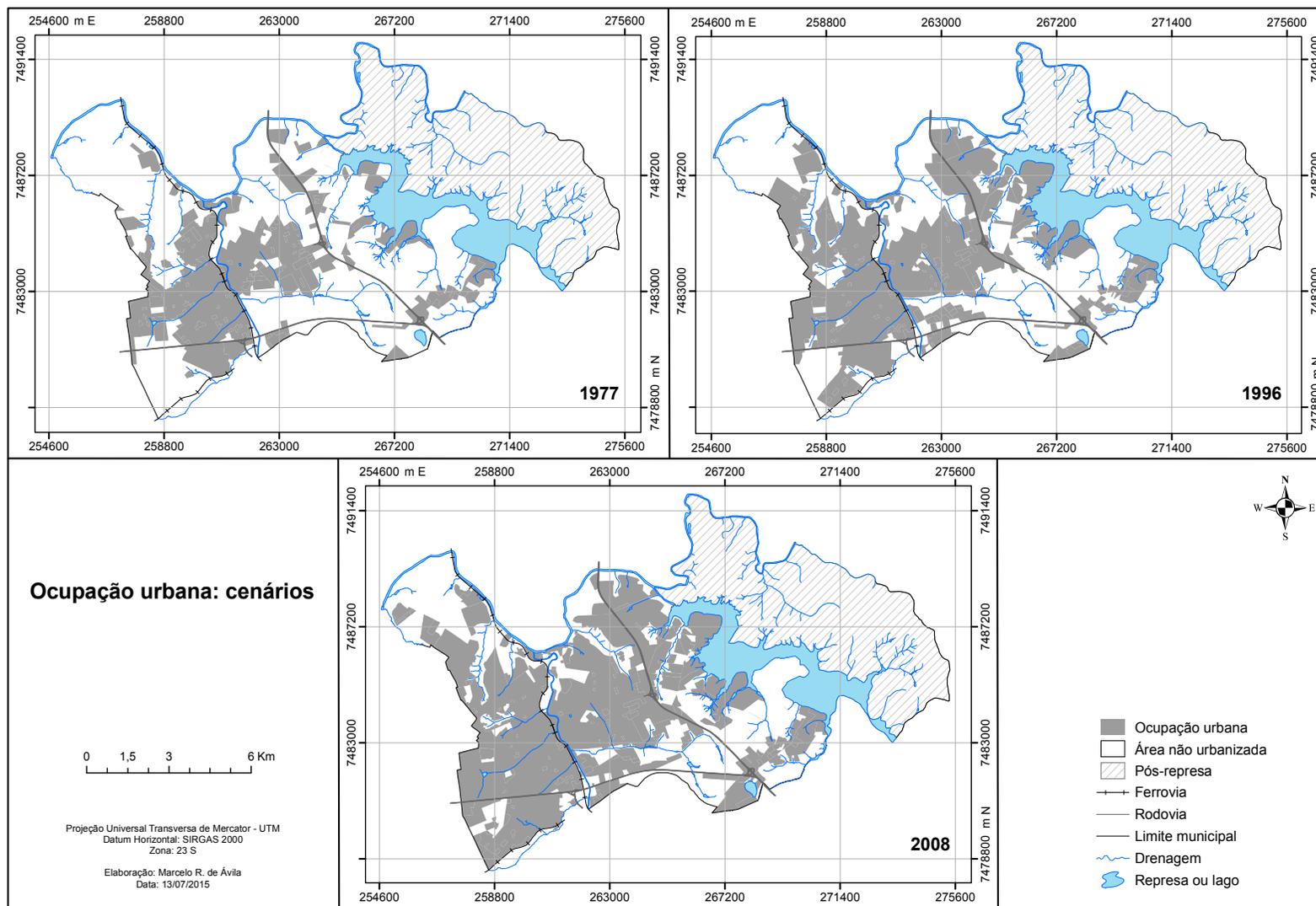


Figura 34 – Ocupação urbana entre os cenários de estudo.

Analisando a Figura 34 percebe-se a elevada ampliação da ocupação urbana entre 1977 e 1996, havendo uma expansão menor entre 1996 e 2008. É claro que devemos considerar discrepância da abrangência temporal entre os cenários, sendo de 19 anos (1977-1996) e 12 anos (1996-2008). No entanto, mesmo não havendo nesta pesquisa o cenário que represente a década de 1980 que, como já exposto, não foi elaborado por falta de produtos de sensoriamento remoto com escala adequada para os objetivos desta pesquisa, é possível inferir que nesta referida década a expansão urbana foi elevada, consequência do grande incremento populacional ocorrido na década de 1970. Em contrapartida, nas décadas de 1990 e 2000, a expansão urbana se mostrou em processo de desaceleração, resultado da crise econômica do país nos anos de 1980 e o consequente fechamento, na década seguinte, de diversos estabelecimentos industriais do ramo têxtil, diminuindo, pela menor oferta de emprego, o ritmo de migração, impactando diretamente no crescimento populacional do município, conforme visualizado na Figura 35.

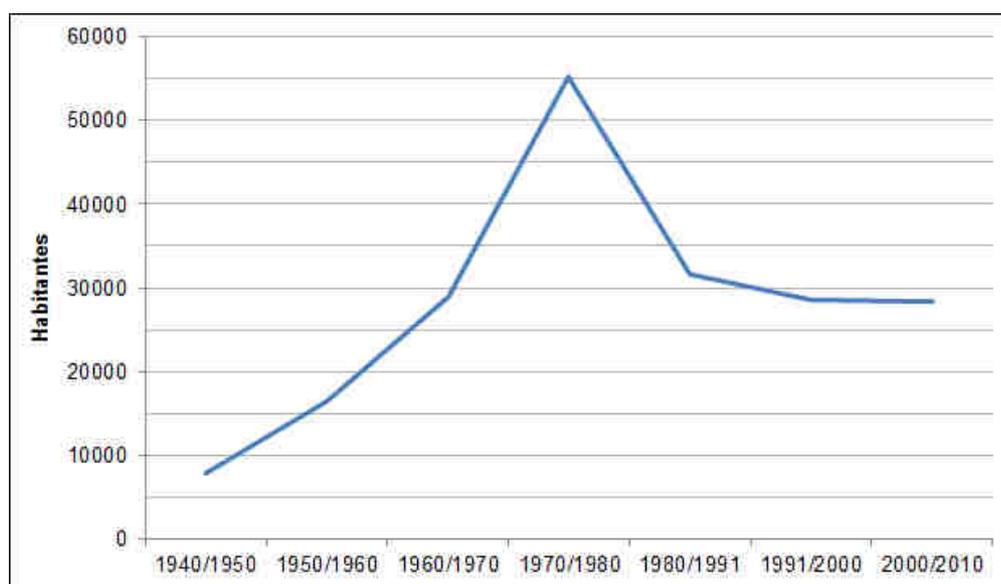


Figura 35 – Incremento populacional em Americana entre os censos demográficos.

Fonte: Americana (2014a). Elaboração e organização: Ávila (2014).

Nesta dinâmica, observa-se que as áreas ocupadas pelos diferentes usos do solo urbano foram se alterando ao longo dos cenários, conforme pode ser verificado na Figura 36.

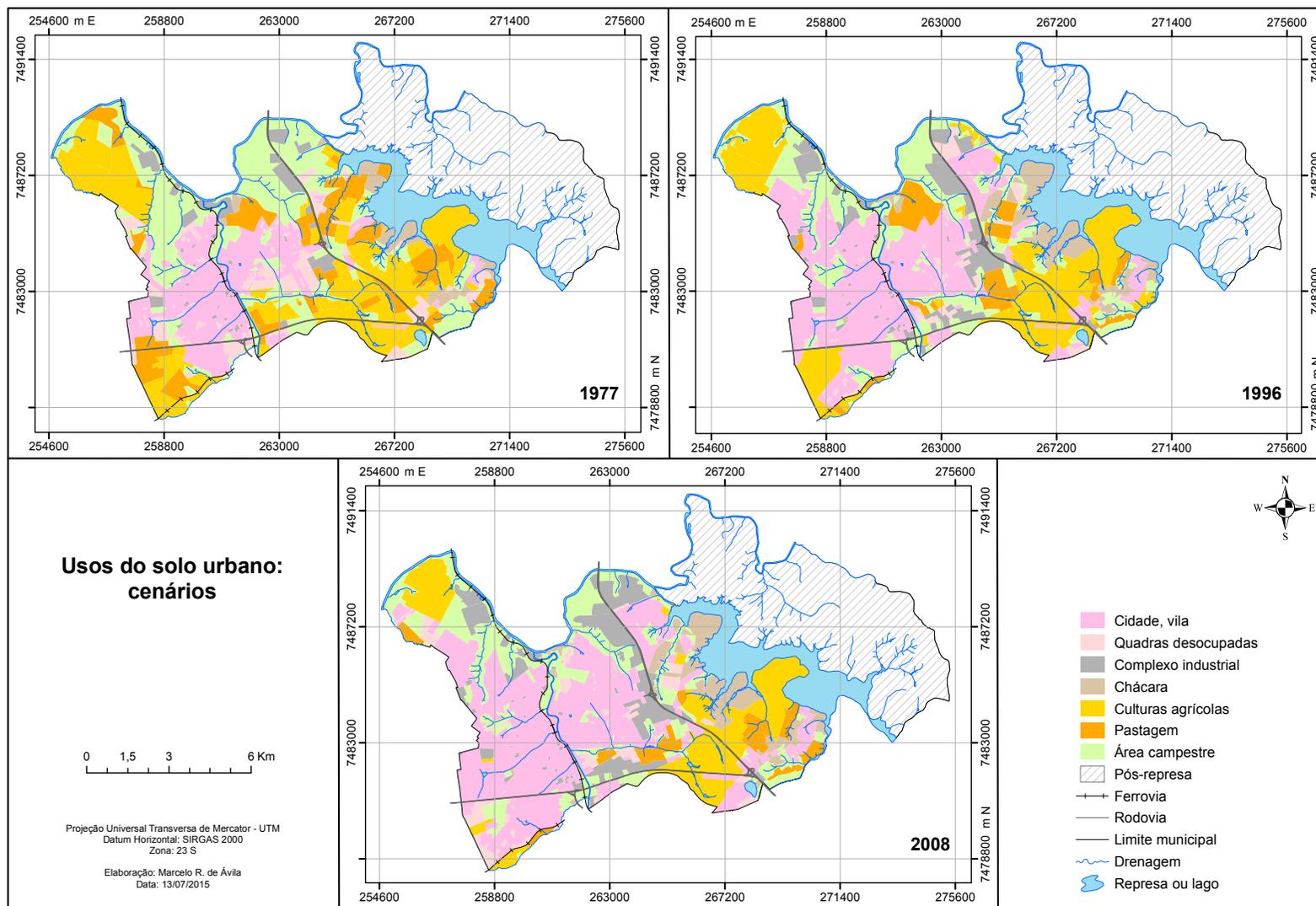


Figura 36 – Usos do solo urbano entre os cenários de estudo.

O crescimento industrial e populacional, observados principalmente durante a década de 1970, e, conseqüentemente, a expansão urbana ocorrida nas décadas posteriores, fez com que os usos relacionados à produção primária (agricultura e pecuária), importantes até a década de 1960, sofressem, junto com as áreas campestres, uma queda considerável, se apresentando menores do que os usos relacionados à cidade a partir do cenário de 1996 (Figura 37).

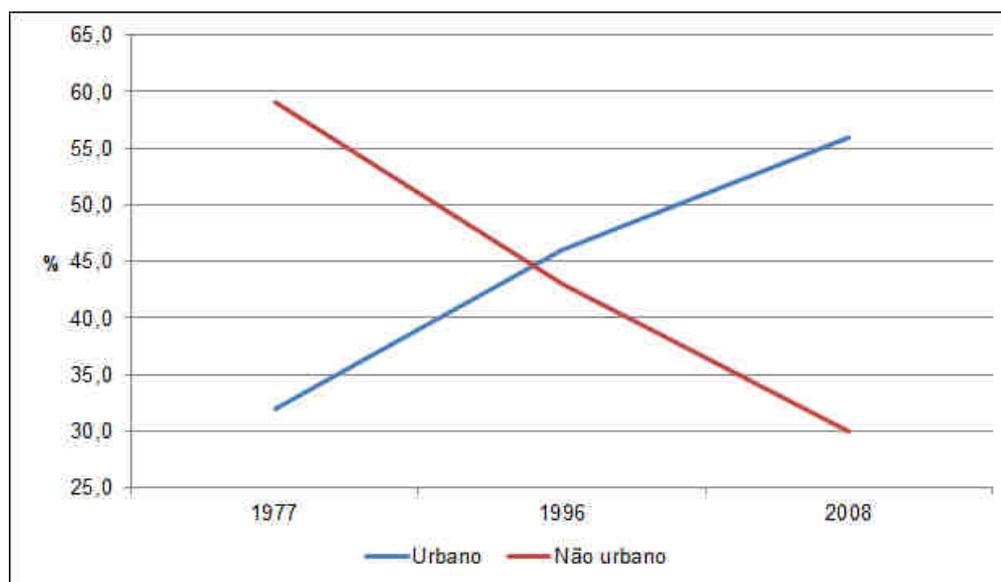


Figura 37 – Variação dos usos de características urbanas e não urbanas entre os cenários de estudo. Elaboração e organização: Ávila (2015).

O uso “cidade, vila” foi a que apresentou a maior expansão ao longo dos cenários de estudo, explicável, como já exposto, pelo grande crescimento industrial e populacional. Entre 1977 e 1996, a cidade avançou principalmente sobre áreas campestres, em direção a noroeste do município e em áreas próximas da represa Salto Grande (a nordeste do território estudado). Á sudoeste, próximo à rodovia Luiz de Queiroz, a cidade cresceu sobre áreas agrícolas e de pastagem. No território entre o ribeirão Quilombo e a rodovia Anhanguera, a ocupação urbana seguiu na área central, que como já exposto, se expandiu ao longo da Avenida Antônio Pinto Duarte, sendo o principal acesso a cidade para quem sai da referida rodovia. Em 1977, percebem-se ainda, no limite oeste do município, sinais de futura conurbação com o município de Santa Bárbara d’Oeste, efetivada nos cenários posteriores.

Entre os cenários de 1996 e 2008, a cidade se expandiu principalmente sobre áreas agrícolas. Sua expansão continua para noroeste e sudoeste do município, este último se mostrando densamente ocupado em 2008. No território entre o

ribeirão Quilombo e a rodovia Anhanguera, a ocupação urbana é efetivada, tomando áreas ao norte, que anteriormente eram dedicadas à pecuária. No território próximo à represa Salto Grande, essa ocupação é ampliada.

Em relação às quadras desocupadas, que representam loteamentos tanto residenciais quanto industriais em fase de implantação, estão presentes em um grande número no cenário de 1977, período em que houve um “boom” migratório para o município, o que aumentou a demanda por imóveis, favorecendo o adensamento urbano visualizado nos cenários posteriores. No cenário de 1996, há a queda na oferta de novos loteamentos, explicável pela desaceleração do crescimento ocorrido em virtude da crise econômica durante a década de 1980 e início de 1990. Em 2008, observa-se um pequeno aumento nesta oferta, verificando-se o sentido de expansão a sudoeste e próximo à represa Salto Grande, estando relacionada, principalmente, à política de crédito habitacional implantada pelo governo federal nesta época. Muitos destes loteamentos, em fase de implantação, são fechados, sendo, a partir da década de 2000, cada vez mais comuns na cidade.

As indústrias, como já exposto, foram as grandes responsáveis pelo crescimento populacional e urbano em Americana. A expansão urbana foi ocorrendo acompanhando a instalação de unidades fabris que, em geral, eram até a década de 1960, do ramo têxtil. Desta forma, observam-se unidades fabris espalhadas pela cidade, onde muitas destas, nos dias atuais, se caracterizam como *brownfields*, ou seja, totalmente abandonadas, sem readequação para outros usos. Estes foram estudados e mapeados no município por Pancher (2006). Observam-se também unidades têxteis no bairro Carioba, na foz do ribeirão Quilombo, sendo possível verificar a vitalidade desta atividade pelo número de galpões industriais existentes em 1977 e que, nos cenários posteriores, foram, em grande parte, demolidos, ficando apenas alguns que, ainda hoje, abrigam pequenas unidades desta atividade industrial, remanescentes da crise no setor durante as décadas de 1980 e 1990.

As indústrias de grande porte que migraram para o município a partir da década de 1960 se instalaram ao longo das margens leste (nas proximidades da foz do rio Atibaia) e oeste da rodovia Anhanguera, graças à criação de distritos industriais pela administração municipal. Observam-se ainda tais indústrias também estabelecidas a noroeste do município, próximo da margem do rio Piracicaba. A

partir do cenário de 1996, visualiza-se um novo distrito industrial localizado entre a rodovia Luiz de Queiroz e o córrego da Fazenda Angélica, estando totalmente ocupado no cenário de 2008.

As chácaras, ao longo dos cenários de estudo, se concentraram nas proximidades da margem oeste da represa Salto Grande, apresentando um aumento elevado em seu número entre 1977 e 1996. A represa, por denotar um lugar tranquilo, mais próximo de uma característica natural, ou seja, não urbanizado, favoreceu a construção destas chácaras, sendo muitas delas de veraneio. Pode-se considerar, ainda, que este tipo de ocupação nesta área também se deu pela distância do centro urbano de Americana, sofrendo, em décadas passadas, pouca pressão da cidade, permitindo o parcelamento da terra em lotes com áreas maiores. Em 2008, estas chácaras estavam cercadas por bairros residências ou por culturas agrícolas, com destaque à cana-de-açúcar.

As culturas agrícolas, por sua vez, foram diminuindo sua extensão pelo território estudado. A maior área de cultivo se manteve, até os dias, localizado no território denominado pós-represa, que não está compreendido na área de estudo desta pesquisa. Entre as culturas existentes nos cenários de estudo, destaca-se o cultivo de cana-de-açúcar, ocupando quase a totalidade das áreas de plantio, realidade relacionada com a proximidade da Usina Ester (indústria sucroalcooleira), localizada no município de Cosmópolis, a leste de Americana.

Á noroeste e a sudoeste do município, as culturas agrícolas foram absorvidas pela cidade no decorrer dos cenários, chegando a 2008 com uma pequena área plantada, com a tendência de desaparecer nos próximos anos, sendo estas áreas, a oeste do ribeirão Quilombo, as únicas disponíveis para a expansão urbana.

Observa-se, ainda, uma área de plantio que se mantém desde o cenário de 1977, que se inicia entre o ribeirão Quilombo e a rodovia Anhanguera, onde se localiza a nascente do córrego da Fazenda Angélica, se estendendo até a represa Salto Grande, sendo cortado pelo córrego Olho D'Água. Nesta área está localizada a Fazenda do Estado, a oeste da rodovia Anhanguera, onde se encontra o Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo. As demais fazendas são basicamente de cultivo de cana-de-açúcar.

As pastagens existentes no município, conforme observados nos referidos cenários de estudo, nunca ocuparam grandes áreas. Pode-se destacar apenas uma existente entre o ribeirão Quilombo e o córrego Bertini, que foi totalmente urbanizada, estando inexistente no cenário de 2008. Estas pastagens foram diminuindo ao longo dos anos, ocupando extensões cada vez menores.

As áreas campestres são áreas de vegetação rasteira sem desenvolvimento aparente de atividades econômicas. Muitas destas, conforme visualizado entre os cenários, eram objeto de especulação imobiliária em um município que estava, na década de 1970 e 1980, com alta demanda por imóveis. Desta forma, estas áreas se transformaram, posteriormente, em bairros residenciais ou industriais, fato que pode ser comprovado no cenário de 1996. As existentes no cenário de 2008 estão localizadas nas proximidades dos corpos d'água e em uma área a noroeste do município, entre os córregos do Parque das Nações e o da Gruta, apresentando extensões menores das visualizadas em 1977 e 1996. A Figura 38 traz a evolução quanto à ocupação dos diferentes usos do solo urbano, indicando o panorama geral, de forma quantitativa, na cidade de Americana.

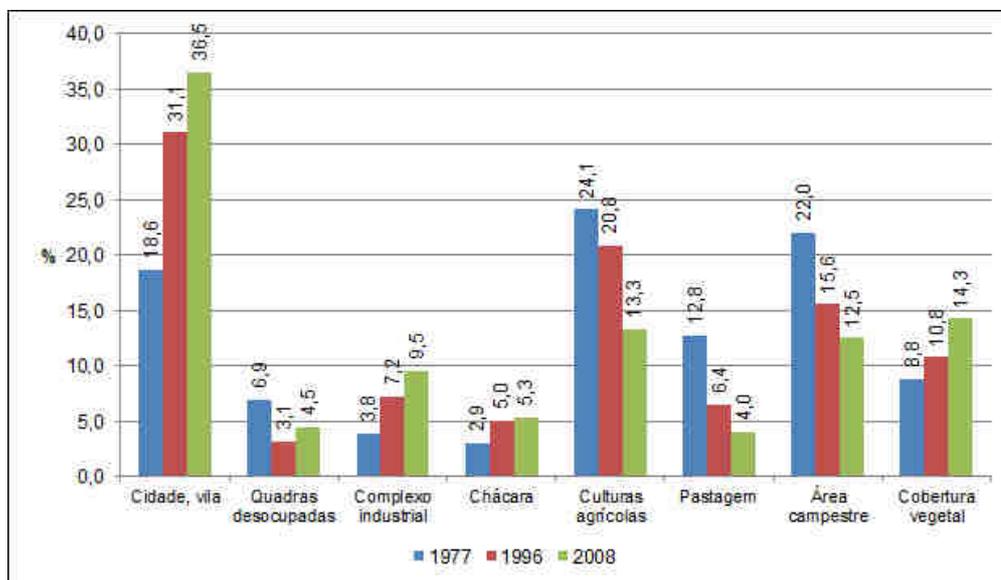


Figura 38 – Variação das áreas dos diferentes usos do solo urbano nos cenários de estudo.

Elaboração e organização: Ávila (2015).

Em relação à cobertura vegetal arbórea e arbustiva, verifica-se um aumento de sua concentração ao longo dos cenários estudados, conforme pode ser observado na Figura 39.

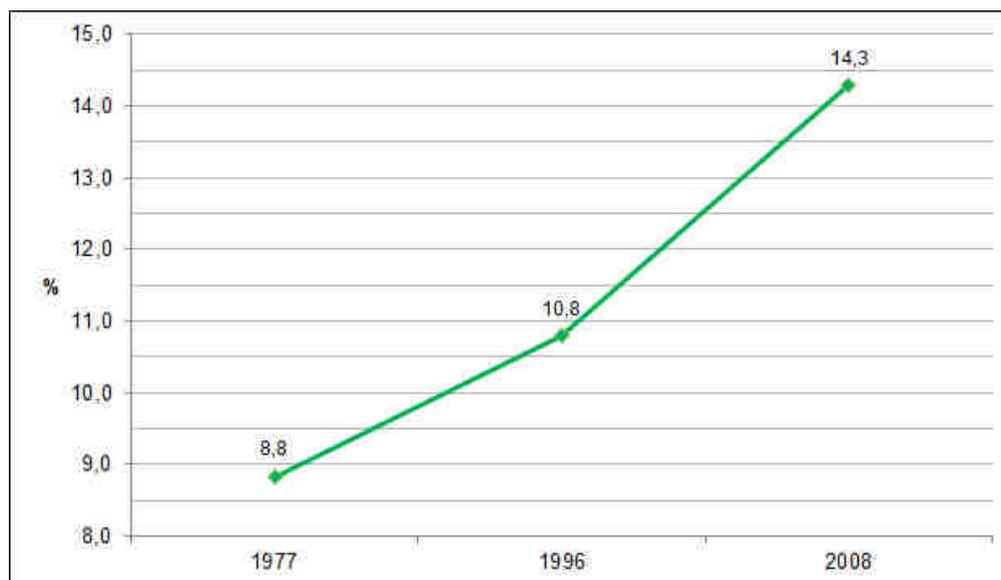


Figura 39 – Evolução da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os cenários de estudo. Elaboração e organização: Ávila (2015).

Conforme já apresentado, este aumento esteve relacionado principalmente às políticas pautadas em legislações ambientais de âmbito federal, estadual e municipal. Verifica-se, na Figura 40, que a efetividade destas foi maior entre os cenários de 1996 e 2008, havendo um aumento na cobertura vegetal arbórea e arbustiva de 32,4%, contra 22,7% visualizado entre os cenários de 1977 e 1996. Tal fato é esperado, já que durante a década de 1980 e início de 1990, o país vivia uma forte crise econômica, onde o foco político era a superação desta. Claro que houve, nesta mesma década, um grande avanço na legislação ambiental no país, construindo a base para a instituição de políticas estaduais e municipais sobre este tema. Desta forma, a legislação ambiental estadual de São Paulo somente ganhou corpo após meados da década de 1990, com a promulgação da Lei n.º 9.509, de 20/03/1997, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente. A partir desta e de outras leis estaduais, a política municipal de defesa do meio ambiente dos municípios paulistas ganhou uma nova dinâmica, apresentando resultados mais consistentes em relação às décadas anteriores. Em Americana, a efetivação desta política é visível principalmente no aumento das matas ciliares ao longo cenários de estudo. Mas é de conhecimento que ainda há muito a ser feito sobre este tema, não somente em Americana, mas nos demais municípios, havendo um longo caminho a percorrer para se atingir um maior equilíbrio entre a urbanização e a preservação ambiental.

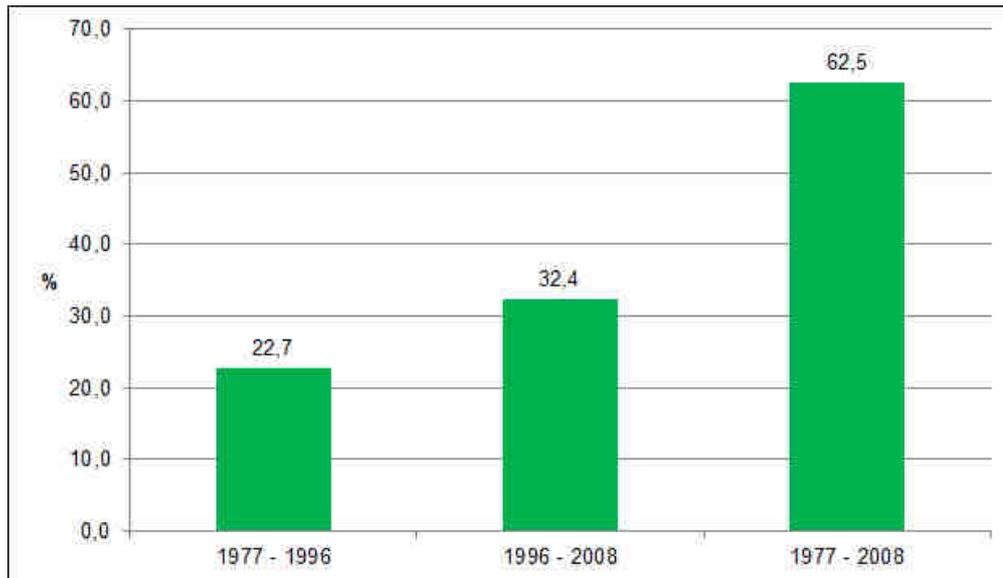


Figura 40 – Percentual de crescimento da cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os cenários de estudo. Elaboração e organização: Ávila (2015).

Conforme exposto anteriormente, entre as diferentes coberturas vegetais arbóreas e arbustivas existentes na área de estudo, as matas ciliares foram as que mais cresceram entre os cenários analisados. No entanto, vale ressaltar que esta expansão foi efetiva nas drenagens que estão fora da área densamente urbanizada, com destaque ao córrego Bertini e às nascentes presentes no entorno da represa Salto Grande. As demais drenagens, com exceção das localizadas nos canteiros centrais de avenidas, apresentaram certo acréscimo de mata ciliar, porém não de modo contínuo ao longo dos canais, sendo possível observar, no cenário de 2008, trechos desprovidos deste tipo de vegetação.

No ribeirão Quilombo, em 2008, observam-se áreas reflorestadas, apresentando-se em condições melhores em relação aos cenários anteriores. No entanto deve-se considerar que esta situação está longe do ideal e do estipulado pela legislação, verificando-se trechos com ausência ou de baixa concentração de matas ciliares, sendo o mesmo observado nas margens do rio Piracicaba e da represa Salto Grande.

No rio Piracicaba, a área de menor proporção de mata ciliar localiza-se a oeste do ribeirão Quilombo, no trecho em que a ferrovia o margeia com muita proximidade. Neste segmento há um grande conflito, uma vez que, por questões de segurança devido à presença de ferrovia, não é indicado o plantio de espécies arbóreas para o reflorestamento desta mata.

No caso da represa Salto Grande, após a construção da barragem para produção de energia elétrica, que deu origem ao referido reservatório, não houve qualquer preocupação de se vegetar suas margens, mesmo a leste, no pós-represa, onde não há ocupação urbana. A represa foi, no passado, um atrativo para os habitantes de Americana e das cidades da região, sendo muito visitada para banho que, atualmente, não são indicados pela baixa qualidade da água do rio Atibaia. Desta forma, houve, historicamente, um esforço municipal muito mais relacionado ao turismo do que para a preservação de suas margens. Além disso, a especulação imobiliária foi forte em sua margem oeste, sendo visível a ocupação de diversas chácaras e sítios que tem na represa os limites de suas áreas, sendo comum, por exemplo, a presença de píeres para a saída de pequenas embarcações.

Ao contrário do que aconteceram com as ciliares, as matas, estas nativas ou reflorestadas, foram sendo suprimidas pela urbanização ou pelas atividades primárias. Se analisarmos a Figura 41, observam-se, no cenário de 1977, três áreas de matas localizadas a noroeste do município que desapareceram no cenário de 1996, pressionadas por culturas agrícolas e pela expansão industrial. No território entre o ribeirão Quilombo e a rodovia Anhanguera, observa-se ao sul, próximo da rodovia Luiz de Queiroz, outras duas áreas de matas em 1977. Uma delas, a que está entre a rodovia e o córrego da Fazenda Angélica, desapareceu, dando lugar ao distrito industrial aí implantado. A que está ao sul da rodovia diminuiu consideravelmente em 1996, desaparecendo por completo em 2008, pressionada pelas culturas agrícolas existentes no entorno.

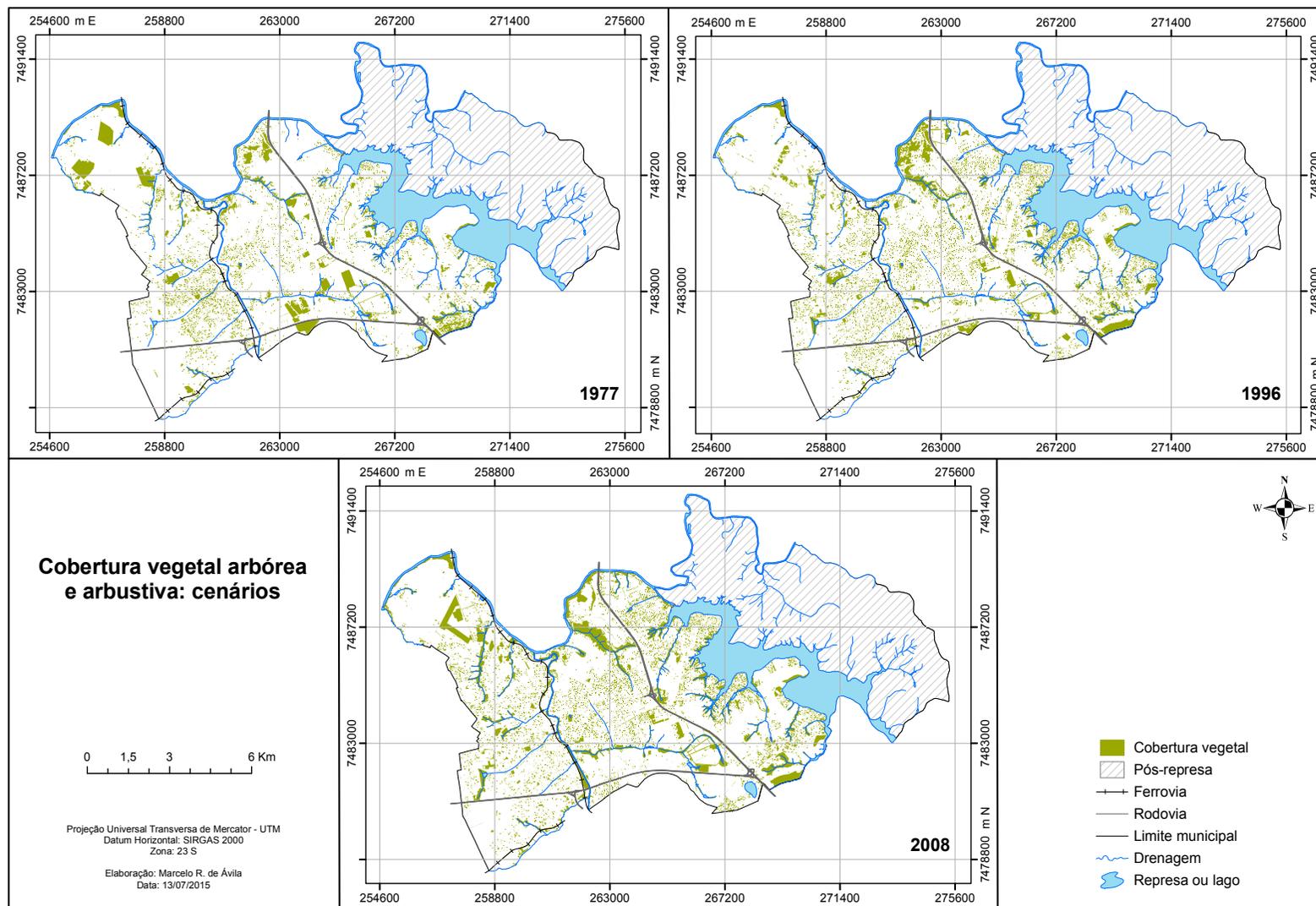


Figura 41 – Cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os cenários de estudo.

Pode-se ainda destacar a cobertura vegetal existente a nordeste da área de estudo, situada a oeste da rodovia Anhanguera. Esta teve uma intensa ampliação em sua área entre 1977 e 1996, sendo visivelmente reduzida no cenário de 2008, fato atrelado à expansão industrial desta área.

Entre as áreas que apresentaram ganho de cobertura vegetal arbórea e arbustiva ao longo dos cenários, pode-se destacar a porção onde atualmente está localizado o Parque Ecológico Municipal. Nesta área, onde está localizada a nascente do córrego do Parque, verifica-se em 1977 a total ausência de mata ciliar. Com a inauguração do Parque em 1984, foram plantadas inúmeras espécies arbóreas, estando atualmente densamente vegetada. Em 2007, na área vizinha ao Parque, foi inaugurado o Jardim Botânico Municipal, que apresenta diversas espécies arbóreas, tanto nativas quanto exóticas. Os Parques são as áreas de maior importância para o contato da população com a cobertura vegetal, providos de estrutura para o lazer e de convívio social.

Assim como os Parques, o contato da população com a cobertura vegetal se dá nas praças, nas áreas de recreação esportiva e nos cemitérios, embora, neste último, não dedicado para fins de lazer. Desta forma, se verificarmos a Figura 42, observa-se que a cobertura vegetal arbórea e arbustiva presente nas praças e em áreas esportivas apresentou um aumento ao longo dos cenários. Em 1977, em grande parte, essas haviam sido construídas recentemente naquele momento, na qual muitas estavam ainda desprovidas de vegetação. Para os cenários de 1996 e 2008, o aumento visualizado está relacionado com o plantio de árvores e a construção de novas áreas. No entanto, essas áreas, junto com os parques, estão em quantidades deficitárias se considerarmos a densidade urbana e populacional do município, havendo baixa disponibilidade destas para o aproveitamento da cobertura vegetal para fins de lazer, por parte da população local.

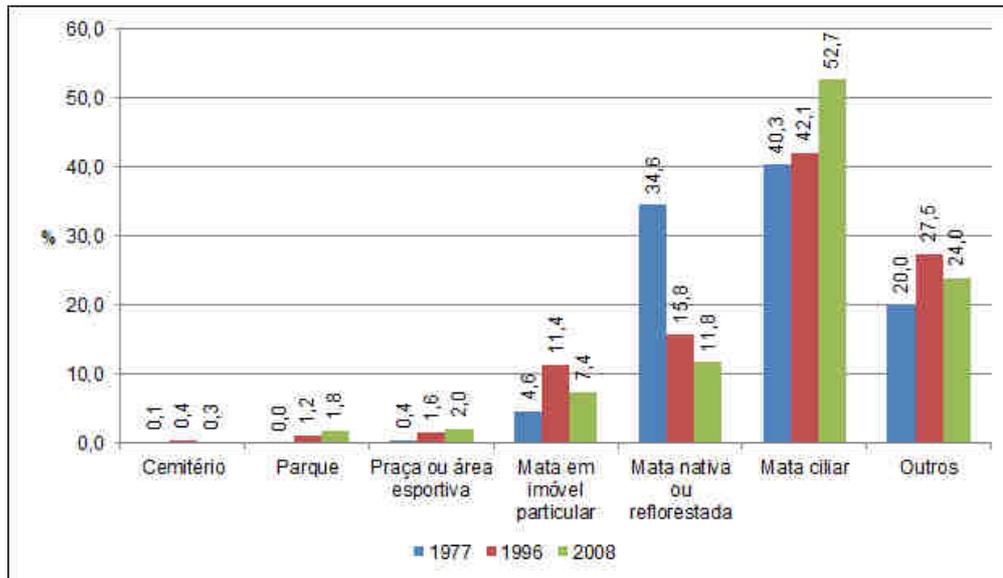


Figura 42 – Variação da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva de acordo com sua localização nos diferentes cenários de estudo. Elaboração e organização: Ávila (2015).

Para a cobertura vegetal arbórea e arbustiva encontrada em cemitério, o aumento em sua concentração entre 1977 e 1996 está relacionado principalmente com a inauguração de um segundo, o Parque Gramado, localizado na porção noroeste do município. Observa-se uma pequena diminuição entre 1996 e 2008, uma vez que houve a necessidade de expansão da oferta de terrenos, que resultou no corte de parte da vegetação existente.

Em relação às matas localizadas em imóveis particulares, o aumento ocorrido entre 1977 e 1996 teve relação direta com a vinda de indústrias de grande porte para o município. Era comum, em suas dependências, a presença de bosques, que, ao longo do tempo, foram sendo eliminados para a expansão destas plantas industriais, fato verificado entre os cenários de 1996 e 2008.

Na categoria “outros” estão a vegetação de acompanhamento viário e árvores ou arbustos isolados ou em baixa densidade, localizados em áreas campestres, de pastagem ou agrícolas. Desta forma, o acréscimo visualizado entre 1977 e 1996 pode ser vinculado com o aumento da arborização em calçadas e canteiros centrais de avenidas visualizados no cenário de 1996. Em contrapartida, a diminuição existente entre 1996 e 2008 pode estar relacionada com a supressão da arborização presente em áreas campestres e de produção primária que foram absorvidas pela urbanização. Os bairros que surgiram nestas áreas apresentam, ainda, baixa concentração e distribuição de vegetação de acompanhamento viário.

No que diz respeito à distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva entre os diferentes usos do solo urbano, observa-se na Figura 43 que, mesmo havendo um decréscimo das áreas campestres entre os cenários, estas ainda comportam a maior concentração de vegetação arbórea e arbustiva existentes na área de estudo, correspondendo a 45% do total em 2008. Isso significa que quase a metade está localizada fora da área densamente urbanizada. Esse fato é, no mínimo, preocupante para o poder público, já que as áreas campestres geralmente estão a cargo da especulação imobiliária, podendo se transformar em futuros loteamentos, o que poderá diminuir drasticamente a cobertura vegetal existente.

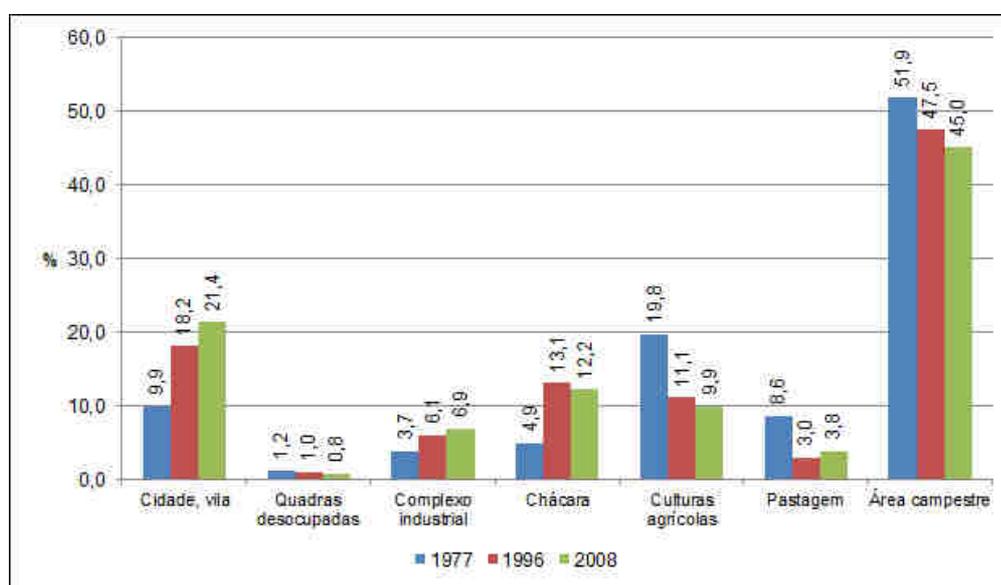


Figura 43 – Variação da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano nos cenários de estudo. Elaboração e organização: Ávila (2015).

Por outro lado, verifica-se um aumento da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva na cidade e nos complexos industriais, chegando em 2008 a 21,4% e 6,9% respectivamente. No entanto, para a cidade, esse valor sugere políticas que favoreçam a manutenção das já existentes e o plantio de novas árvores nas áreas densamente ocupadas, aumentando sua concentração e disponibilidade para a população, frente aos diversos benefícios por estas geradas.

Portanto, como visto anteriormente, a partir de meados da década de 2000, a legislação municipal apresentou um grande avanço em relação à arborização urbana, visualizando-se a implantação de programas de incentivo ao plantio junto aos habitantes da cidade. Os resultados destes programas somente poderão ser verificados em estudos futuros.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cobertura vegetal, ao longo do processo histórico da urbanização, foi deixada em segundo plano. Conforme exposto por Segawa (1996), até a idade média e no período imediatamente seguinte, os espaços livres e o plantio de árvores eram raros nas cidades. Somente no século XVI verifica-se a reprodução da natureza em forma de jardins e parques, limitados a espaços privados reservados à monarquia e à nobreza. No entanto, foi no século XVII que se verificaram as primeiras iniciativas, na Europa, de se plantar árvores em espaços públicos, ao longo de avenidas, jardins botânicos e passeios, motivadas pela mitificação da natureza, sobretudo pelo seu poder de incutir emoções e sentimentos.

Com a revolução industrial, iniciada na segunda metade do século XVIII, a cidade passa a ganhar novas funções, se tornando definitivamente o centro da vida social e política. A partir de então, segundo Lefebvre (2001), a cidade cresceu para atender os interesses industriais, onde grandes volumes de recursos financeiros são direcionados na construção de infraestruturas para o atendimento às fábricas. É neste momento que se observa uma nova ruptura, agora mais profunda, entre o homem e a natureza. O culto aos jardins e aos passeios públicos dá lugar à produção e reprodução do espaço e à acumulação de riquezas, legitimado, agora, pela ótica capitalista.

Conforme exposto por Carlos (1994), a transformação do espaço ganha um dinamismo nunca visto em nenhum momento da história, se tornando cada vez mais rápida e profunda. Neste contexto, as cidades se tornam o principal lugar de vivência das pessoas. Conseqüentemente, estas cresceram de forma acelerada, sem o planejamento adequado, gerando custos altíssimos ao meio ambiente natural, este último já muito degradado pela expansão das fronteiras agrícolas pretéritas a urbanização.

Desta forma, as cidades foram se transformando, em grande parte, em ambientes cada vez mais caóticos para a vida, obrigando a sociedade, nas últimas décadas, a buscarem um equilíbrio, para minimizar os efeitos da urbanização. É neste contexto que a cobertura vegetal ganha importância, sendo reconhecidos seus inúmeros benefícios, passando a haver um esforço de sua incorporação nas cidades, através de políticas embasadas no avanço do aparato legislativo ambiental

e de expansão da cidade. É claro que essas políticas, muitas vezes, são pautadas sob uma perspectiva capitalista, onde, conforme Penna (2002), a natureza passa a ser vista como um recurso, tendo um valor de uso, fundamental, por exemplo, para a valorização da terra para fins imobiliários.

Nas grandes cidades brasileiras, segundo Segawa (1996), houve algumas iniciativas de arborização urbana no início do século XX, na qual foram criados bulevares, praças, parques e jardins, além da arborização das avenidas. No entanto, observa-se que o aparato legislativo no Brasil, quanto à proteção ambiental e da cobertura vegetal, começou a ganhar importância a partir da década de 1960, se ampliando nas décadas seguintes.

Quanto às cidades paulistas, com destaque às localizadas próximas dos grandes centros como São Paulo e Campinas, a industrialização foi o grande vetor de crescimento populacional e de expansão urbana. Foi o caso do município de Americana, aqui estudado, que nos dias atuais apresenta uma malha urbana consideravelmente densa, que já apresentava, na década de 1940, uma taxa de urbanização superior a 50%.

Nesta realidade encontrada em Americana, considerando que a cobertura vegetal é parte fundamental para a manutenção da qualidade ambiental, que por sua vez, segundo Tuan (1978), Rocha (1991) e Luengo (1998), é um dos pilares da qualidade de vida no ambiente urbano, pode-se considerar que a metodologia adotada para esta pesquisa foi satisfatória, uma vez que permitiu o mapeamento e a análise da configuração espacial da cobertura vegetal arbórea e arbustiva na cidade, possibilitando a realização de um estudo evolutivo, através dos cenários de 1977, 1996 e 2008, verificando os efeitos da expansão urbana e das políticas municipais, estas últimas pautadas em aparatos legislativos, na sua concentração e distribuição pelo território compreendido pelo perímetro urbano.

O uso das geotecnologias foi fundamental para esta pesquisa, já que promoveu precisão na identificação da cobertura vegetal arbórea e arbustiva e permitiu visualizar a dinâmica do uso do solo urbano, através da fotointerpretação dos mosaicos de imagens aerofotogramétricas dos referidos cenários, possibilitando a construção de um banco de dados de informações espaciais e não espaciais, em

software de SIG, que subsidiaram as análises quali-quantitativas, cumprindo assim o objetivo fundamental desta pesquisa.

A espacialização da ocupação da cidade e dos diferentes usos do solo urbano para cada cenário de estudo possibilitou a análise da expansão urbana do município, vinculado ao seu processo histórico, socioeconômico e das políticas pautadas nos aparatos legislativos de cada período estudado. O nível de detalhamento dos usos do solo urbano adotados para esta pesquisa (cidade e vila, quadras desocupadas, complexo industrial, chácara, culturas agrícolas, pastagem e área campestre) foi satisfatório para o objetivo proposto. Estas permitiram verificar a expansão urbano-industrial no município e a dinâmica de ocupação do território, possibilitando averiguar o acréscimo e o decréscimo dos diferentes usos e a relação destes com a concentração e distribuição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva.

A consulta à legislação ambiental relevante à preservação da cobertura vegetal e das relacionadas com a expansão da cidade, com destaque às de nível municipal, foi importante no sentido em que estas são à base das políticas públicas que orquestraram a realidade e a evolução entre os cenários de estudo, possibilitando compreender as dinâmicas imperantes em cada período.

Quanto às imagens aerofotogramétricas disponíveis para o desenvolvimento desta pesquisa, referente a 1977, 1996, e 2008, pode-se considerar que estas foram suficientes para a realização das análises propostas, já que este tipo de produto de sensoriamento remoto traz um nível de detalhamento satisfatório da superfície imageada, estando em escalas de trabalho condizentes (1:8.000 e 1:5.000) com os objetivos e com a metodologia empregada nesta pesquisa. Vale ressaltar que, mesmo não havendo imagens aerofotogramétricas correspondentes ao cenário da década de 1980, foi possível inferir sobre a dinâmica dominante neste período, não havendo prejuízo quanto aos resultados finais obtidos.

A utilização de produtos de sensoriamento remoto com alto grau de detalhamento possibilitou a adoção do método de fotointerpretação das imagens em tela de computador e de vetorização manual das feições de interesse. A vantagem deste método está no profundo conhecimento que o pesquisador adquire da área de estudo, já que todos os setores desta são observados e analisados com detalhe, diminuindo consideravelmente erros que podem existir em métodos automatizados,

como por exemplo, o de classificação digital. No entanto, deve-se considerar que a fotointerpretação demanda tempo e esforços maiores do pesquisador, que deverá adotar um adequado planejamento para a execução correta e satisfatória, possibilitando a obtenção de resultados que expressam, o mais próximo possível, a realidade do território estudado. Nesta pesquisa, este procedimento demandou um mês de trabalho para cada cenário, considerando-se as etapas de georreferenciamento, cálculo de exatidão cartográfica, fotointerpretação, vetorização em tela e confecção dos mapas finais, abrangendo uma média de quatro horas diárias e intervalos de descanso de quinze minutos para cada hora de trabalho.

Os trabalhos de campo, por sua vez, foram imprescindíveis para o desenvolvimento desta pesquisa. Estes permitiram não só o reconhecimento da área de estudo, como também a coleta de pontos de verificação por GPS de navegação (para o cálculo do PEC) e a verificação *in loco* do mapeamento realizado, tanto para a cobertura vegetal arbórea e arbustiva quanto para os usos do solo urbano. Os trabalhos de campo ainda permitiram a construção do banco de dados fotográficos.

A elaboração de produtos cartográficos relacionados à cobertura vegetal arbórea e arbustiva e ao uso do solo urbano na escala de 1:20.000 foi suficiente e satisfatória para a análise espacial da cidade, no qual o nível de detalhamento adquirido no mapeamento para esta escala viabilizou a comparação efetiva entre os três cenários de estudo. Esta escala de detalhe evitou a homogeneização incorreta das informações espaciais, possibilitando visualizar os locais na cidade de maior concentração da cobertura vegetal e sua distribuição relacionada aos diferentes usos do solo urbano, sendo a base para uma análise qualitativa. Permitiu ainda a identificação das diferentes coberturas vegetais classificadas conforme sua localização (parque, praça ou área de recreação esportiva, cemitério, mata em imóvel particular, mata nativa ou reflorestada, mata ciliar e outros). Essa classificação foi muito importante, já que propiciou uma visão da efetividade dos benefícios diretos da vegetação aos habitantes, destacando-se as áreas de verdadeiro contato, ou seja, as destinadas ao lazer.

A análise quantitativa possibilitou uma avaliação estatística entre os cenários de estudo. Desta forma, foi possível verificar as alterações ocorridas na concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva na cidade, considerando

suas diferentes categorias em relação a sua localização. Além disso, pôde-se também verificar sua concentração entre os diferentes usos do solo urbano. A mesma análise foi realizada em relação às áreas ocupadas pelos diferentes usos do solo urbano, indicando as alterações ocorridas ao longo dos cenários.

Com base nos resultados obtidos, embasados nos pressupostos teóricos e metodológicos que nortearam esta pesquisa, pode-se concluir que a cobertura vegetal arbórea e arbustiva teve um aumento considerável (62,5%) entre 1977 e 2008, passando a ocupar 14,3% da área de estudo. Como já discutido, este aumento teve relação direta com as políticas pautadas em legislações ambientais de âmbito federal, estadual e municipal. Pode-se considerar que a efetividade destas ocorreu principalmente entre os cenários de 1996 e 2008 (12 anos), com um aumento de 32,4% da referida cobertura vegetal, contra 22,7% visualizado entre 1977 e 1996 (19 anos). O menor crescimento de vegetação visto entre os cenários mais antigos tem relação com a crise econômica que existiu no país durante a década de 1980 e início dos anos de 1990, onde o foco político era a superação da referida crise. Ao mesmo tempo, deve-se considerar que neste período a legislação ambiental de âmbito federal estava ganhando corpo, sendo formada a base para a instituição posterior da legislação ambiental estadual, que foi promulgada no Estado de São Paulo durante a década de 1990, bem como a legislação municipal.

Em Americana, pode-se considerar que o aumento da cobertura vegetal arbórea e arbustiva ao longo dos cenários está relacionado basicamente com o reflorestamento das matas ciliares das drenagens, que representavam, desde 1977, mais de 40% da total existente na cidade. O aumento da concentração destas matas esteve associado, entre outras legislações, com o Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965) e, mais tarde, com a Política Estadual do Meio Ambiente (Lei n.º 9.509, de 20 de março de 1997). No entanto, é importante ressaltar que o crescimento destas matas ciliares ocorreu de forma efetiva em drenagens presentes fora da área densamente ocupada, não havendo benefícios diretos para os habitantes da cidade. Nas drenagens localizadas nas áreas densamente ocupadas, esse acréscimo, quando ocorreu, se demonstrou muito menor.

Ao contrário das matas ciliares, as matas nativas ou reflorestadas tiveram uma grande diminuição entre os cenários, saindo de 34,6% em 1977 para apenas 11,8% em 2008. Nesta realidade, a expansão urbana teve relação direta e indireta com a perda destas. Diretamente, houve no período a supressão destas matas para a ocupação urbana, tanto residencial quanto industrial. Indiretamente, as atividades agrícolas e pecuárias também suprimiram estas matas para o aproveitamento total da terra, já que a urbanização diminuiu as áreas cultivadas e de pastagem.

Observou-se, também, um aumento da cobertura vegetal arbórea e arbustiva em parques e praças, sendo estes os locais, ambos voltados ao lazer, de maior contato da população com o verde urbano. Apesar deste acréscimo ao longo dos cenários, estas correspondem somente a 3,8% do total desta cobertura vegetal existente em 2008, fato que é no mínimo preocupante, se levar em consideração a densidade urbana e o grande contingente populacional residente na cidade.

Dentro da área densamente ocupada pela cidade, pode-se observar um aumento da arborização de acompanhamento vários, presente em calçadas e canteiros centrais de avenidas. No entanto, verifica-se uma queda na concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva existentes nos quintais das casas, sendo substituída pelo aumento das áreas construídas nos referidos lotes.

Além destas observações, se relacionarmos a presença da cobertura vegetal arbórea e arbustiva nos diferentes usos do solo urbano, verifica-se que 45% esta localizada em áreas campestres, ou seja, fora das áreas densamente ocupadas. Por estas áreas serem, em geral, utilizadas pela especulação imobiliária para regulação do valor monetário da terra, pode-se considerar que a cobertura vegetal aí presente pode ser totalmente suprimida nos cenários futuros, dando lugar à ocupação urbana. Aí está um conflito que o poder público municipal deverá administrar. Ao mesmo tempo em que o aparato legislativo relacionado à preservação da cobertura vegetal do município teve um grande avanço, principalmente a partir de meados da década de 2000, estas áreas campestres estão localizadas em áreas de expansão urbana, conforme o atual Plano Diretor do município, Lei n.º 4.597, de 01 de fevereiro de 2008. Considerando que o território que compreende o perímetro urbano de Americana apresenta, atualmente, poucas áreas de expansão da cidade, dificilmente essa cobertura vegetal irá resistir, salvo as matas ciliares, que estão protegidas por

legislação específica. Por outro lado, verifica-se um aumento da concentração da cobertura vegetal arbórea e arbustiva presente na cidade e nos complexos industriais, correspondendo, em 2008, a 21,4% e 6,9% respectivamente, estando relacionada, no caso da cidade, com o reflorestamento pontual das matas ciliares (em córregos que cruzam a cidade) e da inauguração do Jardim Botânico Municipal, além do aumento da arborização de acompanhamento viário.

Apesar do aumento quantitativo da cobertura vegetal arbórea e arbustiva, este, em grande parte, ocorrido fora das áreas densamente ocupadas, verifica-se a necessidade de planos ainda mais efetivos para a manutenção, preservação e acréscimo destas, principalmente as voltadas para o lazer, considerando que a atual concentração e distribuição não estão gerando benefícios diretos à população.

Verificou-se que a administração municipal de Americana, após 2007, aumentou os esforços para a manutenção e preservação da cobertura vegetal no município, através do estabelecimento de programas junto à população, embasados em legislações específicas, a partir de então promulgadas. Foi instituída, por exemplo, a Política Municipal de Arborização Urbana (Lei n.º 5.529, de 06 de setembro de 2013), inédita em Americana. Como esta pesquisa compreendeu até o cenário de 2008 e, considerando-se que serão necessários alguns anos para se tenham resultados efetivos destas políticas, sugerem-se estudos futuros para esta verificação. Neste contexto, esta pesquisa poderá servir de embasamento teórico-metodológico aos pesquisadores que se aventurarem neste tema, assim como aos futuros administradores e tomadores de decisão do município, podendo, a partir desta, desenvolverem outros métodos de avaliação condizentes com os cenários futuros.

REFERÊNCIAS

AMERICANA. **Decreto nº 5.995, de 05 de dezembro de 2003.** Regulamenta a Lei nº 2.536, de 30 de setembro de 1991, alterada pela Lei nº 3.903, de 09 de outubro de 2003. Disponível em: <

http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/decreto_5995.html >. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 366, de 22 de dezembro de 1959.** Cria o Conselho Florestal Municipal. Disponível em: <

http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_366.html >. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 897, de 04 de novembro de 1968.** Dá nova redação e denominação à Lei nº 366, de 22 de dezembro de 1959, que criou o Conselho Florestal Municipal. Disponível em: <

http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_897.html >. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 1.098, de 15 de setembro de 1970.** Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_1098.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 1.845, de 18 de maio de 1982.** Cria no município de Americana o “Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente” e dá outras providências.

Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_1845.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 2.264, de 15 de dezembro de 1988.** Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no território do município e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_2264.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 2.536, de 30 de setembro de 1991.** Estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente, cria o Fundo de Preservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_2536.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

AMERICANA. **Lei nº 3.269, de 15 de janeiro de 1999a.** Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Americana. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_3269.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 3.270, de 15 de janeiro de 1999.** Dispõe sobre o parcelamento e o aproveitamento do solo no território do Município e dá outras providências. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_3270.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 3.271, de 15 de janeiro de 1999b.** Dispõe sobre o uso e ocupação do solo no município de Americana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_3271.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 3.392, de 20 de fevereiro de 2000.** Dispõe sobre a Política Municipal do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_3392.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 3.393, de 20 de fevereiro de 2000.** Reestrutura o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_3393.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 3.394, de 20 de fevereiro de 2000.** Cria o Fundo Municipal do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_3394.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 4.597, de 01 de fevereiro de 2008.** Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Americana / PDDI. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_4597.html>. Acesso em: 05 out. 2013.

_____. **Lei nº 4.798, de 29 de abril de 2009.** Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Promoção da Qualidade de Vida no âmbito do Município de Americana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_4798.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

AMERICANA. **Lei nº 4.940, de 06 de janeiro de 2010.** Dispõe sobre o fornecimento e plantio de árvores nativas no município e dá outras providências. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_4940.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 5.012, de 10 de junho de 2010.** Dispõe sobre o Uso do Solo no Município de Americana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_5012.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. **Lei nº 5.529, de 06 de setembro de 2013.** Dispõe sobre a Política Municipal de Arborização Urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/legislacao/lei_5529.html>. Acesso em: 14 set. 2014.

_____. Secretaria de Meio Ambiente. **Cartilha de Arborização Urbana.** Americana: SMA, 2014. Não paginado. Disponível em: <http://www.americana.sp.gov.br/v6/download/meioAmbiente/D096_cartilha_Arborizacao.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2015.

_____. Secretaria de Planejamento. **Planta Cadastral Digital do município de Americana.** Americana, 2010. 1 mapa. Escala 1:10.000.

_____. Secretaria de Planejamento. **Mapa de evolução urbana do município de Americana.** Americana, 2009. 1 mapa. Escala 1:10.000.

_____. Secretaria de Planejamento. **Aerolevanteamento do município de Americana de 1977:** fotos aéreas. Americana, 1977. 177 fotografias aéreas. Escala 1:8.000.

_____. Secretaria de Planejamento. **Aerolevanteamento do município de Americana de 1996:** fotos aéreas. Americana, 1996. 180 fotografias aéreas. Escala 1:8.000.

_____. Secretaria de Planejamento. **Aerolevanteamento do município de Americana de 2008:** fotos aéreas ortorretificadas. Americana, 2008. 1 mosaico de fotografias aéreas. Escala 1:5.000.

ANDERSON, P. S. **Fundamentos para fotointerpretação.** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982. 136 p.

ÁVILA, M. R. de; PANCHER, A. M. Estudo das áreas verdes urbanas como indicador da qualidade ambiental no município de Americana-SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n.67/3, p. 527-544, mai./jun. 2015. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/855>>. Acesso em: 23 mai. 2015.

BALANDIER, G. **O contorno: poder e modernidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 278 p.

BARBOSA, O. G. Problemas metodologicos y teoricos del concepto de calidad de vida. **EURE**, Santiago, vol. 8, n. 24, p. 49-60, may. 1982.

BRANCO, S. M. **Ecologia da cidade**. São Paulo: Moderna, 2003. 64 p.

BRASIL. Casa Civil. **Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984**. Estabelece as instruções reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: 02 fev. 2014.

_____. Casa Civil. **Decreto nº 98.914, de 31 de janeiro de 1990**. Dispõe sobre a instituição no território nacional de Reservas Particulares do Patrimônio Natural, por destinação do proprietário. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D98914.htm>. Acesso em: 02 fev. 2014.

_____. Casa Civil. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo código florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Casa Civil. **Lei nº 6.902, de 24 de abril de 1981**. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6902.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Casa Civil. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989**. Dispõe sobre a extinção de órgão e entidade autárquica, e cria o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7735.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Casa Civil. **Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989**. Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7754.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Casa Civil. **Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989**. Cria o Fundo Nacional de Meio Ambiente e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7797.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Casa Civil. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Casa Civil. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2000**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências (Estatuto da Cidade). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L10257.htm>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Portaria nº 76, de 10 de fevereiro de 2015**. Dispõe sobre a adoção do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-076-em-10-02-2015-do-diretor-geral-do-dnpm>>. Acesso em: 16 abr. 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes - ICMBio. **Projeto Corredor Ecológico: Região do Jalapão**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?showall=&start=3>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

BRESSER-PEREIRA, L. C. **Desenvolvimento e crise no Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 1979. 239 p.

BRYAN, A. S. Americana de ontem: história de Americana. In: BIANCO, J. (Ed.). **Americana: edição histórica**. São Paulo: Focus, 1974. 103 p.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1986. 194 p.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. São Paulo: Contexto, 1994. 98 p.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: TAUKE, S. M. (Org.) **Análise Ambiental**. São Paulo: Editora UNESP, 1991, p. 88-99.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., e ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: Hotel Porto do Sol, 1992, p. 29-38.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA - CEPAGRI/UNICAMP. **Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_019.html>. Acesso em: 06 out 2013.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas - Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 19-45.

CORREIA, R. L. A. Geografia Cultural e o Urbano. In: CORREIA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (Org.). **Introdução à Geografia Cultural**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 167-186.

DACANAL, C. **Acesso Restrito**: reflexões sobre a Qualidade Ambiental Percebida por habitantes de condomínios horizontais. 2004. 192 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2004.

FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible**: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 2007. 175 p.

FARIAS, G. L.; LIMA, M. C. **Coletânea de legislação ambiental**: Federal e Estadual. Curitiba: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente do Paraná, 1991. 536 p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128 p.

GARCIA, G. J. **Sensoriamento remoto: princípios e interpretação de imagens.** São Paulo: Nobel, 1982. 357 p.

GEIGER, P. P. **Evolução da rede urbana brasileira.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (Ministério da Educação e Cultura), 1963. 462 p.

GOBBO, C. et al. **Preservando nossa história:** Americana. Americana: Heloísa C. Pavan, 1999. 144 p.

GODOY, P. R. T.; BRAY, S. C. Considerações sobre o espaço urbano no Brasil. In: GERARDI, L. H. O (Org.). **Ambientes: estudos de Geografia.** Rio Claro: Ageteo, 2003, p. 185-200.

HOLANDA, S. B. de. **Raízes do Brasil.** Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1956. 329 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 05 out. 2013.

_____. **Cidades:** Americana-SP. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350160&search=sao-paulo|americana>>. Acesso em: 21 jun. 2014a.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra.** Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

_____. **Projeto SIRGAS.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas/antecedentes.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2014b.

_____. **Séries Históricas e Estatísticas:** População presente e residente no Brasil - 1872-2010. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD90&t=populacao-presente-residente>>. Acesso em: 20 jul. 2014c.

_____. **Séries Históricas e Estatísticas:** Taxa de urbanização no Brasil - 1940-2010. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>>. Acesso em: 20 jul. 2014d.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981. Vol. I. 1 mapa. Escala 1:1.000.000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – IGC. **Áreas territoriais dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.igc.sp.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Tutorial On-Line do SPRING**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001. 145 p.

LIMA, D. M. de. **Americana em um século: a evolução urbana de uma cidade industrial de porte médio**. São Paulo: Annablume/Fapesp, 2002. 192 p.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244 p.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

LUENGO, G. Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana. Una propuesta teórico-metodológica. In: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO DE CALIDAD DE VIDA URBANA, 4., 1998, Tandil, Argentina. **Anais...** Tandil: UNCPBA, 1998, p. 01-09.

MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, G. J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, 1986. 257 p.

MARQUES, J. R. **Meio ambiente urbano**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010. 235 p.

MARX, M. **Cidade no Brasil: terra de quem?** São Paulo: Nobel, 1991. 143 p.

MENDONÇA, F. **Geografia e Meio Ambiente**. São Paulo: Contexto, 2005. 80 p.

MENESES, L. F. de; FIGUEIREDO, E. C. T. P. de; LEITE, E. P. F. Ortorretificação de fotografias aéreas de pequeno formato com câmara digital convencional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2., 2008, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: UFPE, 2008. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/> Acesso em: 16 set. 2014.

MIACHIR, J. I. **Caracterização da vegetação remanescente visando a conservação e restauração florestal no município de Paulínia – SP**. 2009. 135 f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MIRANDA, E. E. et al. **Sistema de gestão territorial da ABAG/RP**. Ribeirão Preto: ABAGRP/Embrapa, 2005. Disponível em: <<http://www.abagrpnpm.embrapa.br/index.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo: IG/USP, 1995. 130 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa, MG: Editora da UFV, 2011. 422 p.

MORIN, E. **Sociologia**: a sociologia do microssocial ao macroplanetário. Lisboa: Europa-América, 1998. 351 p.

MOTA, M. C. et al. Análise comparativa de duas formações vegetacionais e de seu ecótono, Miranda - MS. **Semina**: Ciências Biológicas e da Saúde. Londrina, v. 32, n. 2, p. 213-222, jul./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/viewFile/8356/9084>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Blucher, 2010. 388 p.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo de Ecologia e Planejamento da Paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2001. 235 p.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes:** diagnóstico e proposta. 1996. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

PANCHER, A. M. **Desenvolvimento de métodos para identificação e caracterização de *Brownfields* têxteis em Americana/SP:** potencialidade e limitações da videografia. 2006. 238 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

PAREDES, E. A. **Introdução à aerofotogrametria para engenheiros.** Maringá: Concitec, 1987. 493 p.

PENNA, N. A. Urbanização, cidade e meio ambiente. **GEOUSP – Espaço e Tempo.** São Paulo, n. 12, não paginado, 2002. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp12/Geousp12_NelbaPenna.htm>. Acesso em: 03 mai. 2013.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação.** São José dos Campos: Parêntese, 2007. 127 p.

PORTELA, F.; VESENTINI, J. W. **Êxodo rural e urbanização.** São Paulo: Ática, 2004. 71 p.

REIS FILHO, N. G. **Contribuição ao estudo da evolução urbana do Brasil (1500/1720).** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1968. 235 p.

RICCI, M.; PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1965. 226 p.

ROCHA, A. A. **Do lendário Anhembi ao poluído Tietê.** São Paulo: EDUSP, 1991. 75 p.

RODRIGUES, A. M. Planejamento e política urbana: desafios no contexto metropolitano. In: FERREIRA, A. et. al. (Org.). **Metropolização do espaço.** Gestão territorial e relações urbano-rurais. Rio de Janeiro: Consequência, 2013, p. 207-223.

RODRIGUES, J. A. Façonismo: um sistema de trabalho da indústria têxtil – O exemplo de Americana. **Geografia das Indústrias.** São Paulo, v. 6, 1978. 68 p.

RODRIGUES, R. R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. **Circular Técnica IPEF**. Piracicaba, n. 189, ago. 1999. 17 p.

RONCA, J. L. C. Metropolização e desenvolvimento no Brasil. In: Bruna, G. C. (Org.). **Questões de organização do espaço regional**. São Paulo: EDUSP, 1983, p. 119-150.

SANTOS, M. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985. 88 p.

_____. **Técnica Espaço Tempo**: globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1994. 190 p.

_____. **A natureza do espaço**: técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 308 p.

_____. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009. 157 p.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE. **Perfil municipal**: Americana. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/perfil/perfilMunEstado.php>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Decreto nº 49.723, de 24 de junho de 2005**. Institui o Programa de Recuperação de Zonas Ciliares do Estado de São Paulo e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/decretos/decreto-estadual-n%C2%B0-49-723/>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Decreto nº 51.453, de 29 de dezembro de 2006**. Cria o Sistema Estadual de Florestas – SIEFLOR e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/decretos/decreto-estadual-n%C2%B0-51-453/>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997**. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/leis/lei-estadual-n%C2%B0-9-509/>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Lei nº 9.989, de 22 de maio de 1998**. Dispõe sobre a recomposição da cobertura vegetal no Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/leis/lei-estadual-n%C2%B0-9-989/>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Lei nº 10.780, de 09 de março de 2001**. Dispõe sobre a reposição florestal no Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/leis/lei-estadual-n%C2%B0-10-780/>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

_____. Secretaria do Meio Ambiente. **Município VerdeAzul**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/>>. Acesso em: 04 mar. 2015.

SEGAWA, H. **Ao amor do público: jardins no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel/FAPESP, 1996. 256 p.

SEIGNEMARTIN, C. L. et al. Mapeamento geológico-geotécnico preliminar do município de Americana-SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 1979, v. 2.

SMITH, D. M. **Human geography: a welfare approach**. London: Edward Arnold, 1977. 402 p.

SOUZA, M. L. Algumas notas sobre a importância do espaço para o desenvolvimento social. **Território**. Rio de Janeiro, n. 3, p. 13-35, 1997.

SPÓSITO, M. E. B. O embate entre as questões ambientais e sociais no urbano. In: CARLOS, A. F. A.; LEMOS, A. I. (Org.) **Dilemas Urbanos – Novas abordagens sobre a cidade**. São Paulo: Contexto, 2003, p. 295-304.

TABACOW, J. W.; SILVA, J. X. Geoprocessamento aplicado à análise da fragmentação da paisagem na Ilha de Santa Catarina (SC). In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Org.) **Geoprocessamento & Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 35-70.

TRENTIN, G. **A expansão urbano-industrial do município de Americana-SP: geotecnologias aplicadas à análise temporal e simulação de cenários**. 2008. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2008.

TRINDADE JÚNIOR, S. C. Espacialidades e temporalidades na dinâmica das formações urbanas. **Cidades**. Presidente Prudente, vol. 1, n. 2, p. 241-258, 2004. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/viewFile/477/507>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

TUAN, Y. F. Sacred Space: explorations of an idea. In: BUTZER, K. W. (Ed.). **Dimension of human geography**. Chicago: University of Chicago, 1978, p. 84-100.

VERGARA, O. R.; CINTRA, J. P.; D'ALGE, J. C. L. Avaliação da exatidão cartográfica de documentos atualizados com imagens orbitais e sistemas de informação geográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 20., 2001, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/~julio/arquivos/Cbc01.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2015.

ZANIN, E. M. **Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque Municipal Longines Malinowski. Erechim-RS**. 2002. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

APÊNDICE A – Pontos de verificação e cálculo do EMQ para o mosaico de imagens do aerolevante de 2008.

Ponto de Verificação	Ei (m)	Ni (m)	Ec (m)	Nc (m)	(Ec-Ei) ² (m)	(Nc-Ni) ² (m)	EMQ Individual [(Ec-Ei) ² + (Nc-Ni) ²] ^{1/2} (m)
0	257572	7481026	257574	7481024	4	4	2,8
1	258297	7481094	258298	7481095	1	1	1,4
2	258968	7481156	258970	7481156	4	0	2,0
3	258349	7480409	258347	7480411	4	4	2,8
4	258796	7480338	258794	7480337	4	1	2,2
5	258442	7479764	258440	7479763	4	1	2,2
6	258921	7479755	258919	7479755	4	0	2,0
7	259619	7481187	259619	7481186	0	1	1,0
8	260190	7481226	260194	7481226	16	0	4,0
9	260832	7481198	260832	7481196	0	4	2,0
10	261737	7481123	261738	7481124	1	1	1,4
11	262531	7481217	262532	7481216	1	1	1,4
12	262955	7481188	262958	7481185	9	9	4,2
13	259529	7480457	259528	7480458	1	1	1,4
14	260187	7480435	260186	7480436	1	1	1,4
15	260845	7480475	260843	7480474	4	1	2,2
16	259580	7479807	259580	7479806	0	1	1,0
17	260385	7479835	260384	7479833	1	4	2,2
18	261078	7479982	261075	7479982	9	0	3,0
19	268412	7480948	268414	7480951	4	9	3,6
20	266727	7480456	266726	7480456	1	0	1,0
21	267750	7480629	267749	7480632	1	9	3,2
22	257631	7480481	257631	7480481	0	0	0,0
23	257504	7481535	257504	7481535	0	0	0,0
24	258190	7481611	258191	7481612	1	1	1,4
25	259099	7481618	259104	7481619	25	1	5,1
26	259914	7481676	259915	7481673	1	9	3,2
27	260774	7481657	260775	7481654	1	9	3,2
28	261595	7481695	261598	7481692	9	9	4,2
29	262394	7481983	262397	7481981	9	4	3,6
30	263152	7481959	263150	7481957	4	4	2,8
31	263843	7481984	263843	7481984	0	0	0,0
32	264618	7482059	264620	7482061	4	4	2,8
33	265774	7482032	265778	7482033	16	1	4,1
34	267007	7481869	267009	7481863	4	36	6,3
35	267795	7481773	267799	7481769	16	16	5,7
36	268380	7481778	268382	7481780	4	4	2,8
37	257440	7482009	257440	7482010	0	1	1,0
38	258050	7482029	258048	7482027	4	4	2,8

39	258837	7482026	258836	7482025	1	1	1,4
40	259674	7482145	259674	7482144	0	1	1,0
41	260477	7482211	260476	7482209	1	4	2,2
42	261263	7482228	261262	7482226	1	4	2,2
43	261972	7482255	261972	7482250	0	25	5,0
44	262866	7482321	262865	7482318	1	9	3,2
45	263529	7482367	263528	7482366	1	1	1,4
46	264519	7482296	264521	7482293	4	9	3,6
47	265140	7482453	265140	7482453	0	0	0,0
48	265531	7482609	265530	7482607	1	4	2,2
49	267739	7482311	267741	7482313	4	4	2,8
50	268484	7482500	268484	7482502	0	4	2,0
51	269125	7482598	269127	7482599	4	1	2,2
52	269956	7482668	269957	7482669	1	1	1,4
53	269848	7482332	269848	7482333	0	1	1,0
54	257975	7482566	257971	7482567	16	1	4,1
55	258999	7482609	258997	7482608	4	1	2,2
56	259822	7482564	259819	7482562	9	4	3,6
57	260659	7482540	260657	7482540	4	0	2,0
58	261472	7482552	261470	7482551	4	1	2,2
59	262133	7482531	262132	7482528	1	9	3,2
60	263377	7482523	263377	7482519	0	16	4,0
61	265731	7482821	265731	7482816	0	25	5,0
62	267093	7483003	267095	7483005	4	4	2,8
63	268080	7482796	268082	7482797	4	1	2,2
64	268929	7482913	268927	7482913	4	0	2,0
65	269724	7482872	269725	7482872	1	0	1,0
66	270286	7482970	270289	7482972	9	4	3,6
67	258198	7483042	258197	7483042	1	0	1,0
68	258947	7483092	258945	7483089	4	9	3,6
69	259813	7483162	259811	7483160	4	4	2,8
70	260687	7483125	260684	7483122	9	9	4,2
71	261416	7483229	261414	7483229	4	0	2,0
72	262258	7483246	262261	7483241	9	25	5,8
73	263099	7483274	263102	7483276	9	4	3,6
74	263861	7483385	263863	7483388	4	9	3,6
75	264647	7483430	264647	7483431	0	1	1,0
76	266117	7483517	266118	7483517	1	0	1,0
77	266779	7483616	266779	7483618	0	4	2,0
78	267436	7483739	267438	7483743	4	16	4,5
79	270170	7483925	270172	7483923	4	4	2,8
80	270753	7483916	270754	7483917	1	1	1,4
81	258106	7483507	258104	7483504	4	9	3,6
82	258938	7483626	258938	7483624	0	4	2,0
83	259877	7483624	259876	7483624	1	0	1,0

84	260468	7483775	260466	7483772	4	9	3,6
85	261370	7483722	261369	7483723	1	1	1,4
86	262156	7483673	262155	7483671	1	4	2,2
87	263024	7483760	263026	7483763	4	9	3,6
88	263757	7483758	263758	7483753	1	25	5,1
89	264447	7483891	264450	7483893	9	4	3,6
90	265160	7483868	265160	7483869	0	1	1,0
91	265980	7483773	265982	7483775	4	4	2,8
92	270282	7484232	270284	7484231	4	1	2,2
93	269834	7483467	269835	7483467	1	0	1,0
94	270495	7483470	270495	7483471	0	1	1,0
95	258420	7479230	258418	7479231	4	1	2,2
96	259205	7479226	259203	7479226	4	0	2,0
97	259759	7479317	259757	7479318	4	1	2,2
98	258053	7484067	258050	7484066	9	1	3,2
99	258864	7484172	258864	7484173	0	1	1,0
100	259550	7484199	259548	7484198	4	1	2,2
101	260349	7484210	260349	7484209	0	1	1,0
102	261172	7484245	261172	7484245	0	0	0,0
103	261908	7484349	261907	7484348	1	1	1,4
104	262863	7484302	262865	7484304	4	4	2,8
105	263680	7484470	263684	7484473	16	9	5,0
106	264236	7484641	264238	7484643	4	4	2,8
107	265372	7484602	265373	7484604	1	4	2,2
108	267156	7484532	267158	7484536	4	16	4,5
109	267504	7484897	267510	7484896	36	1	6,1
110	268001	7484775	268003	7484778	4	9	3,6
111	258002	7484540	258002	7484539	0	1	1,0
112	258730	7484617	258728	7484616	4	1	2,2
113	259554	7484670	259552	7484670	4	0	2,0
114	260335	7484649	260333	7484646	4	9	3,6
115	261156	7484777	261154	7484778	4	1	2,2
116	261919	7484827	261917	7484828	4	1	2,2
117	262708	7484839	262707	7484841	1	4	2,2
118	263550	7484924	263552	7484927	4	9	3,6
119	264440	7485069	264442	7485071	4	4	2,8
120	266076	7484957	266076	7484954	0	9	3,0
121	266727	7485155	266727	7485158	0	9	3,0
122	257401	7485196	257399	7485192	4	16	4,5
123	258075	7485129	258074	7485128	1	1	1,4
124	258911	7485182	258909	7485183	4	1	2,2
125	259748	7485250	259746	7485249	4	1	2,2
126	260482	7485298	260480	7485296	4	4	2,8
127	261599	7485261	261597	7485261	4	0	2,0
128	262212	7485343	262210	7485344	4	1	2,2

129	263055	7485309	263057	7485311	4	4	2,8
130	263901	7485393	263902	7485395	1	4	2,2
131	264548	7485663	264550	7485668	4	25	5,4
132	265542	7485217	265543	7485219	1	4	2,2
133	257559	7485684	257556	7485684	9	0	3,0
134	258445	7485755	258441	7485755	16	0	4,0
135	258919	7485812	258915	7485813	16	1	4,1
136	260114	7485732	260116	7485733	4	1	2,2
137	260665	7485703	260663	7485700	4	9	3,6
138	261448	7485802	261445	7485802	9	0	3,0
139	262229	7485841	262227	7485844	4	9	3,6
140	262992	7485842	262988	7485840	16	4	4,5
141	264131	7486105	264131	7486109	0	16	4,0
142	264696	7485937	264696	7485933	0	16	4,0
143	265685	7485818	265688	7485815	9	9	4,2
144	257301	7486052	257302	7486054	1	4	2,2
145	258064	7486177	258062	7486176	4	1	2,2
146	258814	7486180	258813	7486182	1	4	2,2
147	260230	7486144	260232	7486140	4	16	4,5
148	260803	7486257	260802	7486256	1	1	1,4
149	261481	7486456	261483	7486454	4	4	2,8
150	262240	7486393	262240	7486396	0	9	3,0
151	262600	7486367	262600	7486371	0	16	4,0
152	263991	7486488	263992	7486490	1	4	2,2
153	264853	7486395	264851	7486393	4	4	2,8
154	265966	7486320	265966	7486322	0	4	2,0
155	256392	7486613	256394	7486612	4	1	2,2
156	257306	7486545	257304	7486547	4	4	2,8
157	258003	7486492	258003	7486490	0	4	2,0
158	259023	7486489	259024	7486486	1	9	3,2
159	261825	7486906	261825	7486906	0	0	0,0
160	262222	7486736	262221	7486736	1	0	1,0
161	263767	7486834	263770	7486837	9	9	4,2
162	264150	7486895	264152	7486899	4	16	4,5
163	265049	7486897	265050	7486899	1	4	2,2
164	265923	7486915	265925	7486916	4	1	2,2
165	266334	7487026	266332	7487023	4	9	3,6
166	261664	7487416	261667	7487415	9	1	3,2
167	262403	7487617	262401	7487616	4	1	2,2
168	263093	7487652	263093	7487654	0	4	2,0
169	263993	7487669	263994	7487672	1	9	3,2
170	265028	7487620	265028	7487623	0	9	3,0
171	266075	7487582	266073	7487580	4	4	2,8
172	266802	7487533	266804	7487531	4	4	2,8
173	263633	7487171	263632	7487168	1	9	3,2

174	264496	7487436	264498	7487438	4	4	2,8	
175	263033	7488074	263036	7488076	9	4	3,6	
176	263551	7488325	263552	7488328	1	9	3,2	
177	264422	7488276	264420	7488273	4	9	3,6	
178	262624	7488678	262622	7488679	4	1	2,2	
179	256651	7487104	256649	7487103	4	1	2,2	
180	257113	7487047	257111	7487048	4	1	2,2	
181	258643	7487118	258640	7487118	9	0	3,0	
182	255196	7487520	255193	7487521	9	1	3,2	
183	255705	7487698	255703	7487697	4	1	2,2	
184	256405	7487548	256405	7487547	0	1	1,0	
185	254771	7487914	254771	7487913	0	1	1,0	
186	255452	7487978	255449	7487978	9	0	3,0	
187	257581	7487856	257584	7487854	9	4	3,6	
188	258211	7488072	258209	7488073	4	1	2,2	
Pontos de verificação homólogos ao mosaico de imagens do aerolevanteamento de 2008 Total de pontos: 189					SOMA	734	880	—
					MÉDIA	3,9	4,7	—
					EMQ	2,0	2,2	—
					EMQ(E,N)	—	—	2,9
					PEC(E,N)	—	—	4,8
					ESCALA			1:20.000
					CLASSE			A

APÊNDICE B – Pontos de verificação e cálculo do EMQ para o mosaico de imagens do aerolevante de 1996.

Ponto de Verificação	Ei (m)	Ni (m)	Ec (m)	Nc (m)	(Ec-Ei) ² (m)	(Nc-Ni) ² (m)	EMQ Individual [(Ec-Ei) ² + (Nc-Ni) ²] ^{1/2} (m)
0	257573	7481025	257574	7481024	1	1	1,4
1	258296	7481095	258298	7481095	4	0	2,0
2	258971	7481155	258970	7481156	1	1	1,4
7	259615	7481194	259619	7481186	16	64	8,9
8	260194	7481232	260194	7481226	0	36	6,0
9	260830	7481196	260832	7481196	4	0	2,0
10	261738	7481127	261738	7481124	0	9	3,0
11	262526	7481214	262532	7481216	36	4	6,3
12	262956	7481186	262958	7481185	4	1	2,2
13	259520	7480458	259528	7480458	64	0	8,0
14	260191	7480432	260186	7480436	25	16	6,4
15	260846	7480472	260843	7480474	9	4	3,6
16	259582	7479807	259580	7479806	4	1	2,2
19	268414	7480950	268414	7480951	0	1	1,0
20	266724	7480454	266726	7480456	4	4	2,8
21	267751	7480633	267749	7480632	4	1	2,2
22	257633	7480485	257631	7480481	4	16	4,5
23	257508	7481528	257504	7481535	16	49	8,1
24	258194	7481611	258191	7481612	9	1	3,2
25	259107	7481618	259104	7481619	9	1	3,2
26	259912	7481675	259915	7481673	9	4	3,6
27	260777	7481656	260775	7481654	4	4	2,8
28	261597	7481696	261598	7481692	1	16	4,1
30	263151	7481958	263150	7481957	1	1	1,4
31	263841	7481986	263843	7481984	4	4	2,8
32	264623	7482062	264620	7482061	9	1	3,2
33	265777	7482036	265778	7482033	1	9	3,2
36	268381	7481783	268382	7481780	1	9	3,2
37	257448	7481999	257440	7482010	64	121	13,6
38	258050	7482027	258048	7482027	4	0	2,0
39	258843	7482022	258836	7482025	49	9	7,6
40	259678	7482145	259674	7482144	16	1	4,1
41	260479	7482214	260476	7482209	9	25	5,8
42	261264	7482228	261262	7482226	4	4	2,8
43	261973	7482252	261972	7482250	1	4	2,2
44	262862	7482320	262865	7482318	9	4	3,6
45	263527	7482367	263528	7482366	1	1	1,4
49	267744	7482311	267741	7482313	9	4	3,6
50	268488	7482506	268484	7482502	16	16	5,7

52	269960	7482667	269957	7482669	9	4	3,6
54	257967	7482576	257971	7482567	16	81	9,8
55	258998	7482609	258997	7482608	1	1	1,4
56	259822	7482563	259819	7482562	9	1	3,2
57	260658	7482540	260657	7482540	1	0	1,0
58	261477	7482546	261470	7482551	49	25	8,6
62	267094	7483003	267095	7483005	1	4	2,2
63	268083	7482800	268082	7482797	1	9	3,2
64	268933	7482917	268927	7482913	36	16	7,2
65	269727	7482872	269725	7482872	4	0	2,0
66	270288	7482973	270289	7482972	1	1	1,4
67	258196	7483053	258197	7483042	1	121	11,0
68	258943	7483090	258945	7483089	4	1	2,2
69	259812	7483162	259811	7483160	1	4	2,2
70	260687	7483125	260684	7483122	9	9	4,2
71	261415	7483230	261414	7483229	1	1	1,4
72	262259	7483243	262261	7483241	4	4	2,8
73	263100	7483273	263102	7483276	4	9	3,6
74	263857	7483384	263863	7483388	36	16	7,2
77	266778	7483618	266779	7483618	1	0	1,0
78	267430	7483733	267438	7483743	64	100	12,8
79	270172	7483921	270172	7483923	0	4	2,0
80	270752	7483917	270754	7483917	4	0	2,0
81	258105	7483513	258104	7483504	1	81	9,1
83	259875	7483627	259876	7483624	1	9	3,2
84	260471	7483764	260466	7483772	25	64	9,4
85	261365	7483724	261369	7483723	16	1	4,1
86	262155	7483672	262155	7483671	0	1	1,0
87	263016	7483770	263026	7483763	100	49	12,2
88	263758	7483755	263758	7483753	0	4	2,0
90	265160	7483869	265160	7483869	0	0	0,0
91	265976	7483782	265982	7483775	36	49	9,2
92	270285	7484233	270284	7484231	1	4	2,2
93	269835	7483466	269835	7483467	0	1	1,0
94	270498	7483472	270495	7483471	9	1	3,2
96	259205	7479225	259203	7479226	4	1	2,2
97	259758	7479318	259757	7479318	1	0	1,0
98	258046	7484074	258050	7484066	16	64	8,9
99	258856	7484169	258864	7484173	64	16	8,9
100	259542	7484197	259548	7484198	36	1	6,1
101	260355	7484204	260349	7484209	36	25	7,8
102	261165	7484242	261172	7484245	49	9	7,6
103	261906	7484344	261907	7484348	1	16	4,1
104	262859	7484303	262865	7484304	36	1	6,1
105	263683	7484471	263684	7484473	1	4	2,2

106	264236	7484643	264238	7484643	4	0	2,0
107	265373	7484605	265373	7484604	0	1	1,0
109	267499	7484889	267510	7484896	121	49	13,0
110	267993	7484778	268003	7484778	100	0	10,0
111	257995	7484551	258002	7484539	49	144	13,9
112	258723	7484620	258728	7484616	25	16	6,4
113	259552	7484671	259552	7484670	0	1	1,0
114	260340	7484641	260333	7484646	49	25	8,6
115	261155	7484777	261154	7484778	1	1	1,4
116	261916	7484828	261917	7484828	1	0	1,0
117	262705	7484839	262707	7484841	4	4	2,8
118	263548	7484928	263552	7484927	16	1	4,1
119	264444	7485076	264442	7485071	4	25	5,4
120	266077	7484955	266076	7484954	1	1	1,4
121	266725	7485158	266727	7485158	4	0	2,0
122	257395	7485196	257399	7485192	16	16	5,7
123	258079	7485140	258074	7485128	25	144	13,0
124	258910	7485181	258909	7485183	1	4	2,2
125	259743	7485246	259746	7485249	9	9	4,2
126	260477	7485296	260480	7485296	9	0	3,0
127	261593	7485263	261597	7485261	16	4	4,5
128	262204	7485338	262210	7485344	36	36	8,5
129	263055	7485313	263057	7485311	4	4	2,8
130	263899	7485392	263902	7485395	9	9	4,2
131	264547	7485660	264550	7485668	9	64	8,5
133	257553	7485693	257556	7485684	9	81	9,5
134	258441	7485756	258441	7485755	0	1	1,0
135	258915	7485815	258915	7485813	0	4	2,0
137	260660	7485708	260663	7485700	9	64	8,5
140	262990	7485841	262988	7485840	4	1	2,2
141	264131	7486109	264131	7486109	0	0	0,0
142	264699	7485928	264696	7485933	9	25	5,8
143	265687	7485815	265688	7485815	1	0	1,0
144	257299	7486054	257302	7486054	9	0	3,0
145	258064	7486176	258062	7486176	4	0	2,0
146	258811	7486182	258813	7486182	4	0	2,0
147	260240	7486142	260232	7486140	64	4	8,2
148	260805	7486263	260802	7486256	9	49	7,6
153	264857	7486388	264851	7486393	36	25	7,8
156	257304	7486546	257304	7486547	0	1	1,0
157	258005	7486492	258003	7486490	4	4	2,8
162	264155	7486895	264152	7486899	9	16	5,0
163	265053	7486894	265050	7486899	9	25	5,8
164	265924	7486918	265925	7486916	1	4	2,2
165	266333	7487025	266332	7487023	1	4	2,2

168	263091	7487652	263093	7487654	4	4	2,8	
169	263991	7487671	263994	7487672	9	1	3,2	
170	265024	7487618	265028	7487623	16	25	6,4	
171	266074	7487581	266073	7487580	1	1	1,4	
172	266798	7487534	266804	7487531	36	9	6,7	
173	263629	7487173	263632	7487168	9	25	5,8	
174	264495	7487435	264498	7487438	9	9	4,2	
175	263036	7488071	263036	7488076	0	25	5,0	
178	262623	7488679	262622	7488679	1	0	1,0	
180	257110	7487048	257111	7487048	1	0	1,0	
185	254774	7487919	254771	7487913	9	36	6,7	
187	257587	7487850	257584	7487854	9	16	5,0	
188	258206	7488072	258209	7488073	9	1	3,2	
Pontos de verificação homólogos ao mosaico de imagens do aerolevanteamento de 2008 Total de pontos homólogos entre os mosaicos de 1996 e 2008: 142 Obs.: excluídos os pontos não homólogos.					SOMA	1924	2277	—
					MÉDIA	13,5	16,0	—
					EMQ	3,7	4,0	
					EMQ(E,N)	—	—	5,4
					PEC(E,N)			8,9
					ESCALA			1:20.000
					CLASSE			A

APÊNDICE C – Pontos de verificação e cálculo do EMQ para o mosaico de imagens do aerolevanteamento de 1977.

Ponto de Verificação	Ei (m)	Ni (m)	Ec (m)	Nc (m)	(Ec-Ei) ² (m)	(Nc-Ni) ² (m)	EMQ Individual [(Ec-Ei) ² + (Nc-Ni) ²] ^{1/2} (m)
0	257574	7481021	257574	7481024	0	9	3,0
8	260192	7481228	260194	7481226	4	4	2,8
9	260830	7481197	260832	7481196	4	1	2,2
10	261739	7481124	261738	7481124	1	0	1,0
11	262519	7481219	262532	7481216	169	9	13,3
12	262947	7481184	262958	7481185	121	1	11,0
14	260191	7480429	260186	7480436	25	49	8,6
20	266726	7480456	266726	7480456	0	0	0,0
21	267758	7480632	267749	7480632	81	0	9,0
22	257638	7480472	257631	7480481	49	81	11,4
23	257505	7481532	257504	7481535	1	9	3,2
24	258191	7481612	258191	7481612	0	0	0,0
26	259908	7481667	259915	7481673	49	36	9,2
27	260776	7481651	260775	7481654	1	9	3,2
28	261603	7481697	261598	7481692	25	25	7,1
37	257442	7482009	257440	7482010	4	1	2,2
38	258047	7482024	258048	7482027	1	9	3,2
40	259677	7482142	259674	7482144	9	4	3,6
41	260463	7482209	260476	7482209	169	0	13,0
42	261272	7482221	261262	7482226	100	25	11,2
43	261972	7482250	261972	7482250	0	0	0,0
50	268487	7482498	268484	7482502	9	16	5,0
52	269961	7482667	269957	7482669	16	4	4,5
54	257964	7482562	257971	7482567	49	25	8,6
55	259002	7482601	258997	7482608	25	49	8,6
56	259819	7482550	259819	7482562	0	144	12,0
57	260654	7482539	260657	7482540	9	1	3,2
58	261479	7482542	261470	7482551	81	81	12,7
62	267094	7482995	267095	7483005	1	100	10,0
63	268088	7482796	268082	7482797	36	1	6,1
65	269724	7482873	269725	7482872	1	1	1,4
67	258200	7483047	258197	7483042	9	25	5,8
68	258953	7483080	258945	7483089	64	81	12,0
69	259816	7483156	259811	7483160	25	16	6,4
71	261414	7483231	261414	7483229	0	4	2,0
72	262256	7483241	262261	7483241	25	0	5,0
73	263095	7483284	263102	7483276	49	64	10,6
74	263860	7483384	263863	7483388	9	16	5,0
77	266774	7483613	266779	7483618	25	25	7,1

79	270174	7483913	270172	7483923	4	100	10,2
80	270764	7483908	270754	7483917	100	81	13,5
81	258105	7483499	258104	7483504	1	25	5,1
83	259876	7483625	259876	7483624	0	1	1,0
84	260469	7483769	260466	7483772	9	9	4,2
85	261375	7483716	261369	7483723	36	49	9,2
86	262158	7483660	262155	7483671	9	121	11,4
87	263022	7483759	263026	7483763	16	16	5,7
88	263760	7483748	263758	7483753	4	25	5,4
92	270290	7484222	270284	7484231	36	81	10,8
93	269838	7483453	269835	7483467	9	196	14,3
94	270496	7483466	270495	7483471	1	25	5,1
98	258053	7484062	258050	7484066	9	16	5,0
100	259551	7484195	259548	7484198	9	9	4,2
101	260352	7484206	260349	7484209	9	9	4,2
102	261176	7484235	261172	7484245	16	100	10,8
103	261911	7484336	261907	7484348	16	144	12,6
104	262860	7484293	262865	7484304	25	121	12,1
105	263686	7484471	263684	7484473	4	4	2,8
106	264236	7484639	264238	7484643	4	16	4,5
107	265375	7484606	265373	7484604	4	4	2,8
109	267507	7484893	267510	7484896	9	9	4,2
113	259553	7484671	259552	7484670	1	1	1,4
114	260331	7484648	260333	7484646	4	4	2,8
115	261156	7484777	261154	7484778	4	1	2,2
116	261919	7484824	261917	7484828	4	16	4,5
117	262710	7484838	262707	7484841	9	9	4,2
121	266728	7485157	266727	7485158	1	1	1,4
122	257405	7485194	257399	7485192	36	4	6,3
125	259747	7485251	259746	7485249	1	4	2,2
126	260492	7485292	260480	7485296	144	16	12,6
127	261598	7485255	261597	7485261	1	36	6,1
129	263066	7485304	263057	7485311	81	49	11,4
133	257570	7485678	257556	7485684	196	36	15,2
137	260669	7485703	260663	7485700	36	9	6,7
142	264696	7485935	264696	7485933	0	4	2,0
147	260235	7486139	260232	7486140	9	1	3,2
154	265962	7486318	265966	7486322	16	16	5,7
165	266331	7487025	266332	7487023	1	4	2,2
171	266071	7487583	266073	7487580	4	9	3,6
185	254773	7487917	254771	7487913	4	16	4,5
187	257582	7487852	257584	7487854	4	4	2,8
Pontos de verificação homólogos ao mosaico de imagens do aerolevanteamento de 2008				SOMA	2132	2326	—
				MÉDIA	26,3	28,7	—
				EMQ	5,1	5,4	

Total de pontos homólogos entre os mosaicos de 1977 e 2008: 81 Obs.: excluídos os pontos não homólogos.	EMQ(E,N)	=	=	7,4
	PEC(E,N)			12,2
	ESCALA			1:20.000
	CLASSE			B