### UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

### DANIEL IOZZI SPERANDELLI

Dinâmica e análise do crescimento, dos vazios e das áreas verdes urbanas de Atibaia, SP.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Antônio Dupas.

Dezembro de 2010 Itajubá - MG



### Ministério da Educação

#### UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002

#### ANEXO II

#### FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Dissertação:

"Dinâmica e Análise do Crescimento, dos Vazios e das

Áreas Verdes Urbanas de Atibaia, SP"

Autor:

Daniel lozzi Sperandelli

#### **JULGAMENTO**

| Examinadores | Conceito A = Aprovado R = Reprovado | Rubrica       |
|--------------|-------------------------------------|---------------|
| 1°           | APROVADO                            | CHA.          |
| 2°           | APROVADO                            | 1 Novellan    |
| 3°           | Americal                            | Clamain A. D. |

#### Observações:

- 1) O Trabalho será considerado Aprovado se todos os Examinadores atrubuírem conceito A.
- 2) O Trabalho será considerado Reprovado se forem atribuídos pelos menos 2 conceitos R.
- 3) O Trabalho será considerado Insuficiente (I) se for atribuído pelo menos um conceito R. Neste caso o candidato deverá apresentar novo trabalho. A banca deve definir como avaliar a nova versão da Dissertação.
- 4) Esse documento terá validade de 60 dias a contar da data de defesa.

| Resultado Final: | _À       | ou seja, <sub>-</sub> | Apro | had      |  |
|------------------|----------|-----------------------|------|----------|--|
| Observações: _   | Considur | on co                 | neis | zuguidas |  |

Itajubá, 07 de Dezembro de 2010.

Prof. Dr. Reinaldo Lorandi

1º Examinador - UFSCAR

Profa. Dra. Nívea Adriana Dias Pons

2º Examinador - UNIFEI

Francisco Antonio Dupas

3° Examinador (Orientador) - UNIFEI

### **DEDICATÓRIA**

A Laert Iozzi e Vicente Sessa, que lá no céu, junto a Deus, observam esta conquista, ofereço esta dissertação e um poema:

"Ai, a rua escura
O vento, o frio
Esta saudade, este vazio
Esta vontade de chorar
Ai, tua distância é tão antiga
E esta ternura tão amiga
Me desencanto de esperar"

J. Ribamar & Dolores Duran (modificado)

### **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela bênção da existência.

À minha família que, durante a caminhada, ofertou-me apoio e incentivo.

Ao Prof. Dr. Francisco Dupas pelos ensinamentos, perseverança e paciência despendidos.

Aos amigos do MEMARH, especialmente Eduardo Coutinho, Carlos Wilmer Costa, Fernanda Paes e Júlio César, pela convivência enriquecedora e pelos exemplos de vida.

À Prof<sup>a</sup>. Clio Maria Zava pela correção ortográfica.

À Universidade Federal de Itajubá, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Aos companheiros de trabalho e à empresa MHS Engenharia, por disponibilizar sua plotter para impressão dos mapas e pela concessão de licença para conclusão do mestrado.

Ao amigo historiador Renato Zanoni que, com seu profundo conhecimento do território atibaiano do pretérito e do presente, esclareceu diversas questões e proporcionou fecundas conversas.

Ao Eng<sup>o</sup> Carlos Henrique Ferro, grande auxiliador na busca por levantamentos aéreos do município de Atibaia.

"Na solidão da viagem, entregando-me a estas considerações, despertou o voto para que já, sem demora, se iniciem estas investigações na terra fecunda, antes que a mão destruidora e transformadora do homem tenha desviado ou obstruído o curso da natureza".

Spix e Martius, durante viagem pelo interior do Brasil em 1818.

### SUMÁRIO

| 1. | INT   | RODUÇÃO                                     | 1  |
|----|-------|---|----|
| 2. | OBJ   | TETIVOS                                     | 2  |
|    | 2.1.  | Geral                                       | 2  |
|    | 2.2.  | Específicos                                 |    |
| 3. | REV   | /ISÃO BIBLIOGRÁFICA                         | 3  |
|    | 3.1.  | A questão urbana                            | 3  |
|    | 3.2.  | Vazios urbanos                              | 6  |
|    | 3.3.  | Áreas verdes                                | 12 |
|    | 3.4.  | Ferramentas de geoprocessamento             | 17 |
|    | 3.5.  | Diferenciação entre urbano e não-urbano     | 18 |
| 4. | CAF   | RACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO              | 20 |
|    | 4.1.  | Histórico de ocupação                       | 21 |
|    | 4.2.  | Fisiografia                                 |    |
| 5. | MA'   | TERIAIS E MÉTODOS                           | 25 |
|    | 5.1.  | Materiais                                   | 25 |
|    | 5.2.  | Métodos                                     | 26 |
|    | 5.2.  | 1. Georreferenciamento das bases            | 27 |
|    | 5.2.2 | 2. Determinação das manchas urbanas         | 28 |
|    | 5.2.3 | 3. Delimitação das áreas verdes             | 32 |
|    | 5.2.4 | 4. Delimitação dos vazios urbanos           | 34 |
|    | 5.2.5 | 5. Índices e indicadores                    | 36 |
|    | 5.2.6 | 6. Cruzamento de informações utilizando SIG | 37 |
| 6. | RES   | SULTADOS E ANÁLISES                         | 40 |
|    | 6.1.  | Expansão urbana                             | 40 |
|    | 6.2.  | Vazios urbanos                              | 48 |
|    | 6.3.  | Áreas verdes                                | 58 |
| 7. |       | NSIDERAÇÕES FINAIS                          |    |
| 8. | REF   | FERÊNCIAS                                   | 69 |
| 9. | ANI   | EXOS  | 76 |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| Figura 1  | - Conceituação de vazio urbano (Adaptado de DITTMAR, 2006)           | 8  |
|-----------|--|----|
| Figura 2  | - Vazios urbanos em Curitiba (Fonte : DITTMAR, 2006).                | 9  |
| Figura 3  | - Vazio urbano em Presidente Prudente, SP (Fonte: MYASHITA, 2008)    | 11 |
| Figura 4  | - Área verde em Richmond, EUA (Fonte: ALMEIDA, 2005)                 | 12 |
| Figura 5  | - Áreas verdes em São Carlos, SP (Fonte: HENKE-OLIVEIRA, 1996)       | 14 |
| Figura 6  | - Área verde em imagem pancromática (Fonte: KURKDJIAN, 1987)         | 15 |
| Figura 7  | - Limite da área urbana (Adaptado de KURKDJIAN, 1987)                | 19 |
| Figura 8  | - Localização de Atibaia, SP (Adaptado de IBGE, 2009).               | 20 |
| Figura 9  | - Área de estudo em relação ao município (Fonte: Google Earth, 2010) | 21 |
| Figura 10 | - Atibaia na rota para as Minas Gerais (Fonte: ARROWSMITH, 1832)     | 22 |
| Figura 11 | - Primeiros loteamentos vistos do centro (Fonte: ZANONI, s/d)        | 22 |
| Figura 12 | - Hidrografia e relevo de Atibaia.                                   | 23 |
| Figura 13 | - Fluxograma da metodologia de estudo.                               |    |
| Figura 14 | - Processo de georreferenciamento.                                   | 28 |
| Figura 15 | - Limite bem definido da área urbana, 1962.                          | 29 |
| Figura 16 | - Setores de ocupação homogênea.                                     | 30 |
| Figura 17 | - Mancha urbana resultante   | 31 |
| Figura 18 | - Residências esparsas fora do limite urbano, 1972.                  | 32 |
| Figura 19 | - Efeitos do relevo e sombreamento na configuração das áreas verdes  | 33 |
| Figura 20 | - Limite urbano como fator de inclusão de áreas verdes.              | 34 |
| Figura 21 | - Matriz de decisão.   | 35 |
| Figura 22 | - Demarcação em terras contínuas, 2009.                              | 35 |
| Figura 23 | - Vazios delimitados em imagem pancromática, 1972                    |    |
| Figura 24 | - Conversão de vetor para raster.                                    | 38 |
| Figura 25 | - Álgebra com mapas.   | 39 |
| Figura 26 | - Equações empregadas para obtenção de mapas.                        | 39 |
| Figura 27 | - Atibaia anterior ao processo de expansão (Fonte: CGG, 1904)        | 40 |
| Figura 28 | - Evolução populacional e da mancha urbana.                          | 41 |
| Figura 29 | - Manchas urbanas.   |    |
| Figura 30 | - Sobreposição das manchas urbanas                                   | 45 |
| Figura 31 | - Avanço sobre planície de inundação.                                |    |
| Figura 32 | - Quantidade total e percentual de vazios urbanos (PVU).             | 48 |
| Figura 33 | - Vazios urbanos por habitante.                                      |    |
| Figura 34 | - Evolução dos vazios urbanos entre 1962 e 1972.                     |    |
| Figura 35 | - Evolução dos vazios urbanos entre 1972 e 1978.                     | 52 |
| Figura 36 | - Evolução dos vazios urbanos entre 1978 e 1995.                     | 53 |
| Figura 37 | - Evolução dos vazios urbanos entre 1995 e 2009.                     |    |
| Figura 38 | - Vazios urbanos de 2009 quanto ao seu surgimento.                   |    |
| Figura 39 | - Quantidade total e percentual de áreas verdes (PAV)                |    |
| Figura 40 | - Índice de áreas verdes (IAV)                                       | 59 |
| Figura 41 | - Dinâmica das áreas verdes entre 1962 e 1972.                       |    |
| Figura 42 | - Dinâmica das áreas verdes entre 1972 e 1978.                       |    |
| Figura 43 | - Dinâmica das áreas verdes entre 1978 e 1995.                       |    |
| Figura 44 | - Dinâmica das áreas verdes entre 1995 e 2009.                       | 65 |
| Figura 45 | - Áreas verdes de 2009 quanto ao seu surgimento.                     | 66 |

### LISTA DE TABELAS

| Tabela 1 | - Articulação das cartas topográficas 1:10.000. Fonte: IGC (1979) | 25 |
|----------|---|----|
|          | - Imagens aéreas e de satélite utilizadas                         |    |
|          | - Pontos de controle utilizados                                   |    |

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV Área Verde

CGG Commissão Geographica e Geologica (atual IGC)

GIS Geographic Information System (vide SIG)

IAC Instituto Agronômico de Campinas

IAV Índice de Áreas Verdes

IBC-GERCA Instituto Brasileiro do Café - Grupo Executivo de Racionalização da

Cafeicultura

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGC Instituto Geográfico e CartográficoIPTU Imposto Predial e Territorial Urbano

MEMARH Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos

NEPA Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento e Geomática

PAV Percentual de Áreas Verdes PGV Planta Genérica de Valores

PVU Percentual de Vazios Urbanos

SEADE Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SIG Sistema de Informação Geográfica

VU Vazio Urbano

### **RESUMO**

SPERANDELLI, D. I.; **Dinâmica e análise do crescimento, dos vazios e das áreas verdes urbanas de Atibaia, SP.** 2010. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá (MG).

Este trabalho visou compreender a evolução do crescimento urbano, das áreas verdes e dos vazios urbanos bem como as relações entre eles existentes, utilizando como estudo de caso a cidade de Atibaia, SP. Para isso, foram reunidas imagens aéreas e orbitais multitemporais (1962, 1972, 1978, 1995 e 2009) que foram georreferenciadas e sobre as quais se delimitaram as manchas urbanas, as áreas verdes e os vazios urbanos, formando uma base de dados que puderam ser comparados quantitativa e espacialmente ao longo do tempo, por meio de índices, gráficos, tabelas e mapas gerados com SIG. Os resultados indicam que a mancha urbana cresceu de 12,4 para 36,6 km² no período estudado (1962 a 2009), direcionada pelas rodovias e avançando sobre os mananciais de água. Os vazios urbanos representavam 67,4% da mancha urbana em 1962 e 21,3% em 2009, sinalizando adensamento urbano; contudo, muitos vazios urbanos permanecem nesta situação durante décadas devido à especulação imobiliária. Por outro lado, no período estudado, as áreas verdes aumentaram em quantidade (0,17 para 1,66 km²) e porcentagem (1,37 para 4,52%); entretanto, o índice de áreas verdes (IAV) que era de 15,2 m²/hab em 1962 aumentou para 24 m²/hab em 1972 e diminuiu para 13,9 m²/hab em 2009. Foi registrado intenso surgimento e supressão de áreas verdes na mancha urbana, transformações maiores do que as registradas com os vazios urbanos; contudo a supressão dessas áreas ocorre nas regiões mais urbanizadas (centrais) e o surgimento se dá nas zonas de expansão.

Palavras chave: Expansão urbana, áreas verdes, vazios urbanos.

### **ABSTRACT**

SPERANDELLI, D. I.; **Dynamics and analysis of urban sprawl, vacant lands and green spaces of Atibaia, Brazil.** 2010. Dissertation (Master in Environment and Water Resources) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá (MG).

This study sought to understand the evolution of urban sprawl, vacant lands and green spaces and the relations existing between them, using the city of Atibaia, Brazil as study case. There were collected multitemporal aerial photography and satellite imagery (1962, 1972, 1978, 1995 and 2009), this data were georeferenced and for each year delimited the urban limit, vacant lands and green spaces, forming a database that could be compared quantitatively and spatially over time, through indexes, graphs, tables and maps generated by GIS. The results indicates that the urban area grew from 12.4 to 36.6 km<sup>2</sup> in the interval of study (1962 to 2009), directed by highways toward the water supplies. The vacant lands represented 67.4% of the 1962's urban area and 21.3% in 2009, indicating urban densification; furthermore it was verified that vacant lands tend to remain in this situation for several decades, indicative of speculation. On the other hand the green spaces, in the study interval, increased in area (0.17 to 1.66 km<sup>2</sup>) and percentage (1.37 to 4.52%); however, the ratio of green spaces that was 15.2 m<sup>2</sup>/person in 1962 grew to 24 m<sup>2</sup>/person in 1972 and decreased to 13.9 m<sup>2</sup>/person in 2009. There were verified intense suppression and appearance of green spaces in the urban areas, changes greater than the verified with the vacant lands; however the suppression of these spaces occurs in the most urbanized regions (downtown) and its appearance in the expansion areas.

**Keywords:** Urban sprawl, green spaces, vacant lands.

### 1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano atual é um fenômeno de escala mundial, cujas raízes remontam ao início da industrialização, e que se generalizou na segunda metade do século XX, atingindo inclusive os países pobres e emergentes. Segundo a European Commission (2009), o número de pessoas vivendo em cidades aumentou de 1,52 bilhões, em 1975, para 3,64 bilhões, em 2005. No ano de 2050, os países, hoje em desenvolvimento, responderão por mais de 80% da população urbana mundial, sinalizando que os planejadores devem tomar decisões agora, antevendo essa demanda.

Com imagens aéreas e orbitais de várias datas é possível, a baixo custo, avaliar os vetores de crescimento urbano, e com auxílio de Sistema de Informação Geográfica (SIG) verificar se este crescimento ocorre sobre áreas adequadas quanto à topografía, geologia, proximidade de corpos hídricos. A espacialização dessas informações permite que o poder público acompanhe o uso e ocupação do solo, o cumprimento da legislação vigente, e embase o redirecionamento do perímetro urbano para as áreas mais adequadas (DUPAS, 2001).

Um dos desdobramentos deste célere processo é a expansão desordenada dos aglomerados urbanos, que gera vazios em seu interior e não se preocupa com a criação de áreas verdes, um dos fatores para melhoria da qualidade de vida da população. Santos (2005) afirma que a cidade média brasileira foi acarretada desta expansão, sendo importante entender como se deu este fenômeno, de modo a propor soluções para minimizar seus efeitos negativos.

Este estudo concorre para o entendimento da dinâmica da expansão urbana, dos vazios urbanos e das áreas verdes na cidade de Atibaia (SP), analisando a interação destes fatores na evolução do espaço geográfico urbano. A ideia de evolução multitemporal da cobertura vegetal contida em diversas pesquisas foi adaptada para os vazios urbanos, constituindo esta pesquisa num estudo que aborda este tema em base georreferenciada para uma cidade inteira.

Esta pesquisa está vinculada ao projeto de Políticas Públicas intitulado "Uso atual e potencial do solo no município de São Carlos, SP – base do planejamento urbano e regional", processo n. 98/10924-3 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). No Anexo 1, além de outros trabalhos de apoio ao tema em outras regiões, é mostrada a estrutura dos trabalhos desenvolvidos e em desenvolvimento relacionados ao tema planejamento de bacias hidrográficas dentro do manancial do ribeirão do Feijão (São Carlos, SP).

### 2. OBJETIVOS

### 2.1. GERAL

Utilizando imagens aéreas e orbitais multitemporais (1962, 1972, 1978, 1995 e 2009), analisar a dinâmica da evolução da mancha urbana, dos vazios urbanos e das áreas verdes no processo de ocupação da cidade de Atibaia (SP). São utilizadas duas abordagens interrelacionadas: uma quantitativa e outra espacial.

### 2.2. ESPECÍFICOS

- Delimitar, em base georreferenciada, as manchas urbanas, as áreas verdes e os vazios urbanos nas cinco datas estudadas;
- Analisar quantitativamente os resultados obtidos da delimitação, calcular índices e indicadores (IAV, PAV e PVU) para comparação com outros estudos, apresentar os resultados em gráficos e tabelas;
- Analisar espacialmente os dados das delimitações com auxílio de sistema de informação geográfica (SIG) para compreender o processo de surgimento, de transformação e da ocupação dos vazios urbanos e das áreas verdes, apresentados na forma de mapas;
- Tecer considerações acerca dos processos identificados e propor medidas para o planejamento urbano do município.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão de literatura sobre os temas abordados neste estudo. No item 3.1 expõe-se um panorama sobre os problemas urbanos atuais, suas raízes e possíveis soluções. No item 3.2 apresenta-se a questão dos vazios urbanos e suas implicações sobre o ambiente urbano. No item 3.3 disserta-se sobre as áreas verdes e sua importância no meio urbano. No item 3.4 trata-se da definição de geoprocessamento e sua importância nos estudos que lidam com o espaço geográfico. E o item 3.5 trata da definição dos limites territoriais urbanos.

### 3.1. A QUESTÃO URBANA

O processo de expansão das cidades é relatado por vários autores. Álvarez (1994) afirma que a difusão do automóvel possibilitou o crescimento da cidade de São Paulo, a partir dos anos 1940; Marianacci, Vanella e Lucca (1999) constataram que a década de 1950 pode ser tomada como marco da expansão das cidades latino americanas no geral; Almeida (2005) relata processo semelhante nas cidades estadunidenses na primeira metade do século XX, sempre com a influência do automóvel, que possibilitou o surgimento dos bairros suburbanos ao longo das principais rodovias.

Dois núcleos urbanos podem, num mesmo período, registrar crescimento populacional semelhante, entretanto um pode tomar uma forma adensada, verticalizada e monocêntrica enquanto o outro pode se expandir de forma fragmentada, horizontalizada e policêntrica. Ocorre que o segundo padrão, iniciado nos EUA do pós-guerra, é o mais difundido mundialmente, porém conserva em si uma grande contradição: ao mesmo tempo em que a população busca se estabelecer em áreas próximas à natureza também quer estar próxima aos centros de consumo. Essa dispersão aumenta consumo dos recursos naturais e gera impactos ambientais (OJIMA, 2007).

Safatle (2008) comenta que o processo de descentralização urbana é mundial, sendo clássico o modelo em que os empregos se encontram nas áreas centrais e as moradias nas periféricas. A periferia não é mais sinônimo de pobreza, pois se multiplicam os bairros de classe média e alta atrás de espaço e qualidade de vida, contribuindo para a expansão da mancha urbana.

A dispersão dos assentamentos urbanos implica em: aumento do consumo dos combustíveis fósseis com maior emissão de poluentes devido ao crescimento das distâncias

percorridas; maior consumo de água devido às perdas no extenso sistema de distribuição; supressão das áreas verdes nas zonas de expansão; dificuldade de se prover segurança e demais serviços essenciais à população; incidência nos habitantes urbanos de doenças antes restritas ao meio rural (OJIMA, 2007).

No entanto, existem diferenças entre as descentralizações urbanas do mundo. Na América do Sul, África e Ásia crescem assentamentos incipientes nas periferias autoconstruídas e carentes de planejamento e infraestrutura. Na América do Norte e Europa a urbanização fragmentada ocupa terras antes destinadas a florestas e agricultura, motivada pela busca pelo baixo preço das terras e pelo ensejo de habitar em locais dotados de áreas verdes (JAEGER et al, 2010).

No Brasil a grande maioria dos municípios possui favelas, conjuntos habitacionais irregulares, parcelamentos clandestinos e outras formas de assentamentos para a população excluída dos meios formais de financiamento e regularização fundiária. A 'cidade fora da cidade' se estabelece nas áreas frágeis de encostas, várzeas inundáveis e na periferia (antes rural). Estes assentamentos, que não constam nos cadastros oficiais, são carentes de infraestrutura, equipamentos e serviços urbanos que somente são conseguidos a muito custo (ROLNIK, 2009; TUCCI, 2008).

A urbanização brasileira intensificou-se principalmente a partir do último terço do século XX. Entre as décadas de 1950 e 1980, a população urbana quintuplicou, desenvolveram-se as regiões metropolitanas e também as cidades intermediárias e locais, porém, todas com o mesmo modelo de crescimento espraiado, fruto da especulação (SANTOS 1988; 2005). Ojima (2007) assinala que o padrão de crescimento das cidades brasileiras se modificou ao longo dos anos, vigorando hoje no país uma urbanização dispersa e fragmentada conseqüência das mudanças estruturais da sociedade e de novos meios de mobilidade espacial.

Nem mesmo as cidades planejadas estão imunes a este processo, como Belo Horizonte, que nos seus primeiros anos viu sua periferia planejada para ser um cinturão de chácaras ao redor da cidade, ser parcelada e ocupada, transformando-se em bairros populosos e carentes de infra-estrutura. Os setores residenciais idealizados pelos projetistas não previam segregação das classes sociais. Deveriam a todos atender, porém, a cidade desigual reproduziu suas periferias cada vez mais afastadas (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997).

Em Palmas, cidade construída em 1989 para servir de capital ao recém-criado estado de Tocantins, na tentativa de se regular a ocupação urbana e coibir a especulação imobiliária, foi utilizado o mecanismo de retrovenda, que estipulava um prazo de três anos para

parcelamento e edificação, sob pena de retomada das terras pelo estado. Tal instrumento foi incapaz de evitar a ocupação desordenada, e apenas dois anos após a fundação da cidade, iniciou-se a expansão para além do plano previsto, apoiada pelos governantes, que adotaram uma política de reserva de terras na região central (BAZOLLI, 2007).

Os meios de transporte exercem forte influência no processo de crescimento das cidades: as ferrovias atraem o crescimento ao redor das suas estações; as rodovias e avenidas, por sua vez, permitem ocupação ao longo de todo o seu percurso (VILLAÇA, 1978b). A cidade de Açailândia, no Maranhão, é um exemplo desta influência. Surgiu na década de 60 com a construção da rodovia Belém-Brasília, teve um surto de crescimento na década de 70, com a construção da BR-222, e outro na década seguinte, com a abertura da estrada de ferro Carajás (MARÇAL e GUERRA, 2001).

Silva (2008) comenta que um conjunto de fatores foi o responsável pelo crescimento de Campinas na década de 1950, mas o principal foi a melhoria de acesso com a abertura da rodovia Anhanguera, em 1948, e do aeroporto de Viracopos, em 1930. Várias indústrias se instalaram no município, o que fez crescer a necessidade por habitação em tal monta, que em 1953, a área loteada comportaria em três vezes a população existente.

O impacto desta urbanização, na forma do aumento da superfície impermeabilizada, foi estudado por Conway e Lathrop (2005) na bacia hidrográfica da baía de Barnegat, em Nova Jersey (EUA). Com a expansão da mancha urbana sobre a região os autores traçaram cenários para os recursos hídricos, levando em conta as políticas e regulamentações em vigor no país. Para todos os cenários a demanda de água supera a oferta e a qualidade das águas decairá severamente. A conclusão é de que os marcos regulatórios de proteção dos recursos hídricos no país deveriam ser questionados e remodelados.

Tucci (2008) fornece mais exemplos de impactos da urbanização sobre os recursos hídricos, como a falta de tratamento dos efluentes domésticos e seu lançamento em rios e córregos, ausência de redes coletoras de águas pluviais e contribuindo para enchentes freqüentes, ocupação dos leitos de inundações ribeirinhas, impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento dos picos de vazão, urbanização sobre os mananciais de abastecimento levando à processos como a eutrofização.

A expansão urbana catalisada pelo automóvel criou cidades com espaços ociosos em seu interior, os chamados 'vazios urbanos', abordados no item a seguir.

#### 3.2. VAZIOS URBANOS

Um dos primeiros trabalhos a contemplar o termo vazio urbano foi realizado por Álvarez (1994), que estudou a influência das terras ociosas na formação territorial da grande São Paulo. O autor ficou intrigado com a presença de terrenos vagos nas zonas mais adensadas de Santo André. O que, à primeira vista, parecia uma negação à urbanização, na verdade se revelou como estratégia do mercado imobiliário, que reservava espaços livres de construção para obter maior valorização. Para melhor entender o tema vazios urbanos, são apresentadas adiante as definições de alguns autores.

Cintrão (2005, p.22) considerou vazios urbanos aqueles "formados pelas áreas de terras loteadas e desocupadas sem nenhum uso e que se situam em áreas totalmente urbanizadas ou contíguas a estas"; Pons (2002, p.68) oferece definição semelhante ao afirmar que são "vazios urbanos as áreas desocupadas, ou não edificadas, dentro do perímetro urbano da cidade, as quais se encontram sujeitas à ocupação e cuja utilização possa ser orientada e fiscalizada pelo planejamento municipal". Estes seriam os mesmos terrenos vagos que chamaram a atenção de Álvarez (1994), porém Cintrão (2005) inclui como vazios urbanos terrenos adjacentes à área urbana, devido à possibilidade de expansão urbana, enquanto Pons (2002) utiliza como critério o perímetro urbano definido em lei. Ebner (1997) também se limitou à área urbana, quando formulou sua conceituação sobre o termo:

[...] pode-se considerar vazios urbanos toda área parcelada ou não parcelada, localizada em meio à malha urbana, que não possui nenhum tipo de ocupação ou que se encontra subutilizada. Portanto, entrariam nesta definição não apenas as áreas absolutamente desocupadas, mas aquelas em que os proprietários constroem edificações mínimas em terrenos grandes onde instalam estacionamentos, ou mesmo implementam incipientes plantações agrícolas, alegando uso rural, a fim de se eximirem do pagamento do imposto territorial urbano, normalmente maior que o imposto territorial rural (EBNER, 1997, p.67).

Este estudo traz à tona outra questão: a de que os vazios urbanos nem sempre estão totalmente desocupados. Ao mesmo tempo, isso cria uma dificuldade em se determinar se uma edificação é ou não incipiente. A Prefeitura Municipal de Goiânia (2008), por lidar diretamente com o assunto e por questões legais, criou uma definição prática e concisa, na qual considera vazios urbanos:

[...] imóveis urbanos parcelados ou não, servidos por infra-estrutura e acesso direto por via pública, compreendendo as glebas ou chácaras ou lotes vagos ou com imóveis construídos, cujo valor da construção não alcançar a vigésima parte do valor venal do respectivo terreno (PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA, 2008, p.5).

Os dois últimos autores afirmam que os vazios urbanos podem conter algum tipo de edificação. Isso é visto por Dittmar (2006) como uma evolução natural do conceito após muitos estudos. Álvarez (1994) inicialmente considerou os vazios urbanos na forma de terrenos vagos, mas com o decorrer do trabalho, chegou à conclusão de que determinadas áreas construídas podem ser consideradas vazios urbanos:

A compreensão dos terrenos vagos, ou melhor do solo urbano, enquanto condição necessária à materialidade do espaço produzido nos faz pensar inclusive, que aquelas terras que sustentam **velhas construções abandonadas** cujo uso prescinde da demolição, podem ser consideradas como terrenos vagos, embora não o sejam no sentido estrito da palavra. Basta observar que no mercado imobiliário muitos imóveis nestas condições são comercializados apenas pelo preço do terreno, já que a construção, de tal forma comprometida, não admite reforma (ÁLVAREZ, 1994, p.102, grifo nosso).

A conclusão de Álvarez (1994) veio a ser confirmada pelos posteriores estudos de urbanismo. Dentre eles, podemos destacar autores como Mori (2004) e Borde (2006), que admitem em sua concepção de vazios urbanos os edifícios e outras instalações que sofreram abandono ao longo do tempo, como pátios ferroviários, zonas portuárias e complexos industriais.

Todas estas definições foram categorizadas por Dittmar (2006), que realizou extensa pesquisa bibliográfica sobre o assunto. Para a autora, os vazios urbanos podem se configurar em três tipos diferentes: *áreas ociosas*, *remanescentes urbanos* e *espaços residuais*.

**Áreas ociosas**: correspondem ao vazio físico. Constituem-se em glebas não parceladas dentro do tecido urbano, lotes não edificados em um loteamento residencial, áreas que se encontram reservadas à especulação imobiliária.

Remanescentes urbanos: contemplam os locais que abrigaram antigas construções e elementos de infra-estrutura que, com o passar do tempo, foram deixados de lado, como instalações industriais, pátios e linhas férreas, dentre outros. As cidades européias e estadunidenses foram as primeiras a sofrer os efeitos dos remanescentes urbanos, devido à sua industrialização anterior.

Espaços residuais: correspondem à expressão francesa *terrain vague* cunhada pelo urbanista espanhol Solà-Morales para designar áreas sem limite claro e que não possuem uso atual, sobras do crescimento da cidade, áreas subutilizadas, às vezes imperceptíveis aos cidadãos, como áreas ao lado de estações do metrô, sob linhas de alta tensão e viadutos, zonas residenciais ou comerciais abandonadas em consequência da violência. Na Figura 1, essa conceituação é resumida.



Figura 1 - Conceituação de vazio urbano (Adaptado de DITTMAR, 2006).

Com melhor compreensão da natureza dos vazios urbanos, pode-se entender o porquê da sua presença marcante na área urbana. Para Clichevsky (2001), que estudou a fundo o assunto na América Latina, as razões para existência dos vazios urbanos são estritamente econômicas e divididas em duas vertentes. A primeira é a manutenção de terras não ofertadas à venda para obter maior valorização; a segunda é a falta de recursos dos detentores de terras para construir e ocupar seu imóvel. Borde (2006, p.11) elucida o processo de manutenção de terras urbanas, à espera de maior valorização:

Ao longo do século XX, manter uma situação de vacância urbana em área valorizada passa a ser tão, ou mais, rentável, do ponto de vista do mercado de terras urbanas, quanto ocupá-la ou reutilizá-la. Com a valorização do solo urbano, as situações de vazio urbano passam a ser produzidas, reproduzidas e mantidas. Elas passam a ser orientadas pela lógica de retenção especulativa do solo urbano. Vale ressaltar que embora *especular* seja um elemento inevitável do competitivo mercado de terras urbanas, a retenção especulativa, isto é, a manutenção da vacância do solo urbano na expectativa que o seu valor aumente no futuro, atua como causa e conseqüência das situações de vazio urbano nas grandes cidades. Mesmo que ela não seja a motivação inicial para a criação de vazios urbanos ela é, ainda, um dos principais desdobramentos.

Para melhor entendimento sobre a questão de valorização de terras, recorreu-se ao trabalho de Villaça (1978a), que desvendou o processo de formação de preço dos terrenos. Segundo o autor, um terreno urbano é composto de duas mercadorias, uma porção de terra e uma localização. A porção de terra se refere basicamente à dimensão e topografía do terreno, imutáveis ao longo do tempo; por outro lado, a localização se refere ao trabalho social

existente no entorno deste ponto e que lhe agrega valor ao longo do tempo (sistema viário, residências, comércio, etc...). A localização é a característica mais importante de um terreno urbano e, por ser indissociável deste, transforma-se com ele em mercadoria. Com esses conceitos, entende-se a razão de se deixarem terras urbanas em compasso de espera, conforme também se observa em Ebner (1997, p.68):

Quando um proprietário de terra deixa sua área sem ocupar, a cidade se for dinâmica, pode desenvolver-se no entorno desta área. Pavimentação, postes de iluminação pública, serviços de água e esgotamento sanitário, transportes urbanos, entre outros, mais cedo ou mais tarde passarão pela área reservada, acrescendo um valor ao preço desta, se comparado com seu preço inicial. Também a iniciativa privada contribui para que a área em questão seja valorizada quando, nas suas vizinhanças, instala comércio, algum tipo de serviço ou mesmo promove a ocupação da região vizinha com residências.

Santos (2004) compartilha desta lógica, argumentando que o surgimento de loteamentos descontínuos à malha urbana exige que a infra-estrutura atravesse um longo trajeto, junto ao qual se encontram muitos terrenos em compasso de espera, os vazios de expansão urbana, que têm seus valores incrementados por estas benfeitorias. Na Figura 2 são observados terrenos vazios servidos por infraestrutura urbana.



Figura 2 - Vazios urbanos em Curitiba (Fonte: DITTMAR, 2006).

Entretanto, Larangeira (2004, p.1) afirma que "o clássico processo do crescimento urbano de baixa densidade, deixando espaços intersticiais sem ocupar, a fim de capturar incrementos de valor gerados pelo investimento público em infra-estrutura" não é mais o único fator para existência e manutenção dos vazios urbanos nas cidades atuais. A Autora cita outros motivos para a existência de vazios, como: i) proprietário desconhecido ou difícil de identificar, em função de litígio judicial; ii) falta de investidores dispostos a desenvolver projetos, principalmente em épocas de crise econômica e instabilidade política; iii) características ambientais de fragilidade e risco (topografía, geologia, contaminação); iv) falta de crédito para os pequenos proprietários.

Na São Paulo do início do século XX, os vazios preenchidos eram os próximos às linhas de bonde, por ser este o único meio de transporte acessível à classe operária, que não podia residir muito distante das indústrias. Nessa época, o preenchimento dos vazios interiores se deu tão intensamente, que São Paulo chegou a ter a maior densidade demográfica da sua história: 11.000 hab/km² em 1914 (ÁLVAREZ, 1994).

Em estudo realizado em seis cidades latinoamericanas (Buenos Aires, Lima, Quito, Rio de Janeiro, San Salvador e Santiago) Clichevsky (1999) constatou que os principais detentores dos vazios urbanos são os seguintes agentes: os loteadores urbanos (tanto legais quanto ilegais); cidadãos de baixa renda que conseguiram adquirir a terra, mas não construir; especuladores imobiliários; fazendeiros; empresas estatais, e outras instituições como a Igreja, o Exército e a Previdência.

Saizen, Mizuno e Kobayashi (2006) estudaram a influência do plano diretor de uso do solo no periurbano da região metropolitana de Osaka, Japão. Entre 1979 e 1991 surgiram muitos vazios urbanos nas regiões de expansão, resultantes da conversão de florestas e áreas agrícolas. Estas terras desempenharam importante papel na criação de novas residências, entretanto, com o declínio econômico dos anos 1990, a demanda por essas áreas diminui e estas permaneceram desocupadas, sendo imperativo seu manejo e destinação para ordenar o núcleo urbano.

Em estudo realizado na cidade paulista de São Carlos, Lima (2007) assinala que não houve um planejamento para a expansão da cidade, cada loteamento tratou de desenvolver o seu traçado viário independente, fato que prejudicou a circulação na cidade e dificultou o acesso a novas áreas. Tais loteamentos foram implantados de forma não contígua ao núcleo urbano pré-existente e formando enormes vazios entre seu limite e o das demais áreas urbanizadas, uma forma de expansão urbana extensiva e de baixa densidade.

Borde (2006) relata que a questão dos vazios urbanos sofreu profundo impacto somente em 2001, com a aprovação do Estatuto da Cidade, que legitimou instrumentos urbanísticos para mitigar a questão. Surgiram instrumentos como o IPTU progressivo, a urbanização compulsória, o direito à vizinhança e a análise de impacto ambiental – e promovidas condições para a sua aplicação. O IPTU progressivo institui que o imposto aumenta conforme o tempo em que o imóvel permanece sem destinação e a urbanização compulsória obriga o proprietário a edificar sua área sob pena de desapropriação. Os dois instrumentos podem estimular a ocupação dos vazios urbanos em locais providos de infraestrutura.

Pons (2002), ao estudar os vazios urbanos de Santa Maria-RS quanto à sua condição geológico-geotécnica, constatou que muitos são favoráveis à ocupação residencial mas permanecem inutilizados. Quanto aos não favoráveis, a autora propôs, dentre outras medidas, a criação de áreas verdes nestes locais haja vista a falta de vegetação arbórea na cidade.

Myashita (2008) empregou imagens do satélite *QuickBird* para cadastrar propriedades particulares na cidade de Presidente Prudente, SP. As imagens sofreram correção geométrica e classificação supervisionada, a autora conseguiu bons resultados na identificação de vazios urbanos e afirma que estes são cobertos de vegetação rasteira e solo exposto em sua grande maioria (Figura 3).

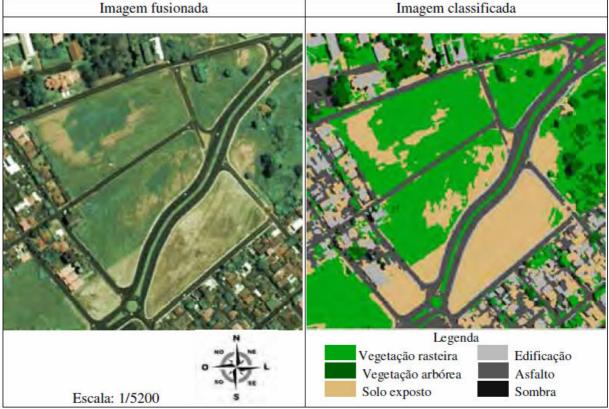


Figura 3 - Vazio urbano em Presidente Prudente, SP (Fonte: MYASHITA, 2008).

### 3.3. ÁREAS VERDES

Hoehne (1944) já destacava a importância do verde nas cidades, este elemento proporciona amenização do clima, redução dos poluentes dispersos no ar e produção de oxigênio, além de criar um ambiente mais aprazível para os habitantes (Figura 4). Segundo o autor a implantação de áreas verdes e de arborização é facilitada nas cidades com disponibilidade de espaço, característica típica das cidades planejadas, que no Brasil são poucas. Nas cidades surgidas sem ordenamento esta tarefa se torna difícil e recorre-se freqüentemente a pequenas remodelações com baixo custo. Em relação aos investimentos o autor salienta que o retorno em saúde e estética urbana é garantido.



Figura 4 - Área verde em Richmond, EUA (Fonte: ALMEIDA, 2005).

Matias e Caporusso (2009) alertam que a falta de consenso na definição do termo áreas verdes causa inúmeras dificuldades aos estudos desta área do conhecimento, dentre elas, a de mapeamento e classificação dessas áreas e a comparação entre estudos realizados em cidades distintas com metodologia também distinta. Esse ponto de vista é compartilhado por Cavalheiro et al. (1999, p. 1):

[...] conceitos como 'verde urbano' ou 'cobertura vegetal' ou 'cobertura de vegetação' ou 'manchas de verde' ou 'tree-canopy cover', são freqüentemente identificados por diversos autores como área verde, dando discrepâncias assombrosas de índices de verde por habitante da ordem de 50, 70 e mais de 90 m²/hab. Sem dúvida isso reflete a falta de método único de avaliação.

Kowaltowski (1989) citado por Morero (1996, p. 20) fornece diversos exemplos de áreas verdes urbanas, o autor as classifica em:

[...] zonas verdes públicas (áreas do sistema viário, parquinhos e parques de vizinhança, praças ou parques urbanos, grandes parques municipais e zoológicos, estas últimas com áreas mínimas de 40 hectares, áreas de lazer e

esportes de instituições públicas, escolas, creches e hospitais, campos de esportes estaduais e municipais, cemitérios), áreas verdes sem acesso ao público (reservas ecológicas, mananciais), áreas verdes particulares com acesso público (cemitérios, escolas e outras instituições), e áreas verdes particulares sem acesso público (jardins e quintais particulares).

De maneira a definir melhor o termo, foram consultados diversos trabalhos sobre o assunto. Dentre estes, podemos citar Gonçalves (1994, p. 7) que considera área verde como:

[...] qualquer área, no âmbito urbano ou rural, de propriedade pública ou privada, que apresente algum tipo de vegetação com dimensões vertical e horizontal significativas e que sejam utilizadas com objetivos sociais, científicos ou culturais.

Fica implícito, pelo acima exposto, que as áreas verdes tenham predominância arbórea, pois somente assim teriam dimensão vertical significativa. Isso se torna mais claro no trabalho de Lima (1994, p. 14, grifo nosso), na qual áreas verdes são locais:

[...] onde há o predomínio de vegetação arbórea; engloba as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais e trevos de vias públicas, que tem apenas função estética e ecológica, devem também conceituar-se como área verde. Entretanto, as árvores que **acompanham o leito das vias públicas**, não devem ser consideradas como tal.

Importante ressaltar que Lima (1994) não inclui como área verde a arborização viária, esta opinião é consenso entre diversos autores. A razão disso, segundo Álvarez (2004), é por essa arborização se encontrar em áreas impermeabilizadas. Guzzo et al. (2006) sustentam que as áreas verdes são um tipo de espaço livre urbano, e que sua característica marcante é a presença de vegetação e o solo livre de impermeabilização. Ainda, segundo os autores, pelo menos 70% da área deve ser vegetada e com solo permeável. Henke-Oliveira (1996) chegou às mesmas conclusões por meio de um estudo sobre as áreas livres e áreas verdes de São Carlos, SP. Após extensa revisão bibliográfica sobre o assunto, o autor criou sua própria definição de áreas verdes:

[...] são áreas permeáveis (sinônimo de áreas livres) públicas ou não, com cobertura vegetal predominantemente arbórea ou arbustiva (excluindo-se as árvores no leito das vias públicas) que apresentem funções potenciais capazes de proporcionar um microclima distinto no meio urbano em relação à luminosidade, temperatura e outros parâmetros associados ao bem estar humano (funções de lazer); com significado ecológico em termos de estabilidade geomorfológica e amenização da poluição e que suporte uma fauna urbana, principalmente aves, insetos e fauna do solo (funções ecológicas); representando também elementos esteticamente marcantes na paisagem (função estética), independentemente da acessibilidade a grupos humanos ou da existência de estruturas culturais como edificações, trilhas, iluminação elétrica, arruamento ou equipamentos afins; as funções ecológicas, sociais e estéticas poderão redundar entre si ou em benefícios financeiros (funções econômicas). (HENKE-OLIVEIRA, 1996, p. 17).

Essa visão ressalta que a principal característica de uma área verde é a sua cobertura arbórea ou arbustiva, sem maiores preocupações quanto à propriedade da área e acessos ao local. Isso abre a possibilidade para a delimitação dessas áreas por meio de fotografias aéreas (Figura 5), notadamente as multitemporais, pois a própria fotografia já conteria toda informação necessária na identificação. Entretanto, nem toda área verde e livre de construção deve ser considerada área permeável, pois Karmann (2001) afirma que a permeabilidade é uma propriedade do solo em conduzir água que varia com o tipo de solo. Ainda segundo o autor alguns tipos de solo, como os argilosos, são praticamente impermeáveis.



Figura 5 - Áreas verdes em São Carlos, SP (Fonte: HENKE-OLIVEIRA, 1996).

Cavalheiro et al. (1999) confirmam essa possibilidade. Para os autores, a projeção das áreas verdes em cartas planimétricas é identificada com o emprego de fotografias aéreas, sem a necessidade de estereoscopia. Deve-se atentar para a escala das fotos, para a localização e a configuração das manchas de vegetação. Ao discorrer sobre a percepção de texturas em aerofotos, Kurkdjian (1987) afirma que esta é formada pela agregação de pequenos detalhes, como por exemplo a presença ou ausência de árvores. Se analisados em conjunto, esses detalhes, dispostos de acordo com uma configuração espacial, se diferenciam das texturas vizinhas, o que permite o traçado dos seus limites.

Kurkdjian (1987) argumenta que as aerofotos coloridas no infravermelho falsa-cor são as mais adequadas para identificar áreas verdes; entretanto, se forem considerados o custo e a versatilidade de usos, as aerofotos pancromáticas no visível são a melhor opção (Figura 6).



Figura 6 - Área verde em imagem pancromática (Fonte: KURKDJIAN, 1987).

No início deste item, Cavalheiro et al. (1999) mencionaram que a falta de metodologia única gera discrepâncias nos índices de área verde por habitante. Nucci (2008) nos oferece o exemplo de que a prefeitura de São Paulo calculou em 1992 um índice de 4,4 m²/hab; porém, esse índice cairia para 2,9 m²/hab, se fossem consideradas apenas as áreas verdes urbanas. O autor afirma que "para se calcular o índice de área verde dever-se-iam considerar somente as áreas verdes localizadas na zona urbana" (NUCCI, 2008, p.30).

Álvarez (2004) reforça a crítica ao emprego não criterioso desses índices, o que dificulta a comparação entre diferentes estudos em locais distintos. O autor argumenta que "usar o índice de áreas verdes (IAV) como indicador de qualidade de vida, fundamentando-o apenas em quantidades, é um primeiro passo para se avaliar a questão ambiental. Limitar-se a isso, porém, implica em reducionismo" (ÁLVAREZ, 2004, p.2).

Para Vignola Júnior (2005) os loteamentos abusivos, que prezam pela minimização das áreas comuns (ruas, calçadas e praças) e pela maximização da área loteada configuram-se como manchas impermeabilizadas e constituem-se no principal impedimento à criação de áreas verdes. Os raros espaços livres disponíveis são ocupados com estacionamentos e usos diversos, reduzindo ainda mais as possibilidades do elemento verde.

De acordo com Henke-Oliveira (1996) a urbanização exacerbada vem se unir ao interesse imobiliário e ao imediatismo dos tomadores de decisão, resultando no crescimento demasiado das malhas urbanas com perda da vegetação natural e interrupção dos fluxos de organismos, matéria e energia. As pressões imobiliárias fazem com que as regiões periféricas sejam ocupadas sem a preocupação com criação de áreas verdes, enquanto a pouca

disponibilidade desses espaços nas áreas centrais conduz a população a procurar lazer em locais privados como clubes e shoppings (ÁLVAREZ, 1994; VIGNOLA JÚNIOR, 2005).

Ogneva-Himmelberger, Pearsall e Rakshit (2009) estudaram a relação entre a renda e as áreas verdes no estado de Massachusetts, EUA. Por meio de análise geoestatística os autores confirmaram que existe correlação positiva entre a porcentagem de habitantes pobres e a quantidade de área impermeabilizada, deficientes em áreas verdes.

Frischenbruder (2001) alerta para a necessidade da criação de espaços de lazer e conservação da natureza que seccionem as áreas construídas e impermeabilizadas, funções exercidas pelas áreas verdes. Para a autora não basta simplesmente aumentar o número dessas áreas, mas deve haver objetivo, planejamento e metodologia adequados para que elas possam servir concomitantemente ao bem estar humano e à conservação da natureza.

Segundo Morero (1996) as áreas verdes urbanas, por possuírem ligação direta com o lazer e recreação, são tidas por diversos órgãos mundo afora como medida de qualidade de vida. Para a autora o primeiro passo para a avaliação das áreas verdes é quantificar a sua superfície, mas se faz necessário analisar a sua distribuição na cidade para que não sejam privilegiados determinados setores da população em detrimento de outros.

Cappiella et al. (2008) propõem a utilização de áreas verdes para reduzir o escoamento superficial das chuvas intensas em regiões urbanizadas. O autor comenta sobre a construção de *wetlands* (banhados) com vegetação natural para onde as águas pluviais são conduzidas, como resultados desta prática, verificam-se o amortecimento das enchentes e a retenção da poluição difusa carreada pelas chuvas. Existem ainda, os benefícios secundários que incluem melhora da paisagem e criação de novos habitats para a vida animal.

Bowler et al. (2010) concluíram que as áreas verdes representam uma forma segura de mitigar o aumento da temperatura nos centros urbanos, o entorno dessas áreas é beneficiado pela presença de vegetação. Com o aquecimento global, as ondas de calor atingirão cada vez mais as cidades em todo o mundo, agravando os problemas de saúde da população. Assim, o investimento em áreas verdes é também investimento em qualidade de vida para as populações urbanas.

As áreas verdes urbanas são recursos valiosos, entretanto, as árvores no ambiente urbano estão sob maior *stress* do que as do meio rural, devido à compactação do solo, espaço confinado, altas temperaturas e exposição à poluição da água e do ar. Dessa maneira exigem um manejo diferenciado, que pode ser auxiliado pelo emprego de ferramentas geoespaciais, como os sistemas de informação geográfica (SIG) e o sensoriamento remoto. Estas ferramentas podem fornecer uma série temporal de informações como superfície coberta pelo

dossel, estrutura das árvores, composição das espécies, estoque de carbono e efeitos na redução das ilhas de calor (WARD e JOHNSON, 2007).

Alguns dos estudos supracitados, como Ward e Johnson (2007), Almeida (2005), Henke-Oliveira (1996), dentre outros, empregaram de técnicas de geoprocessamento em sua metodologia. O item 3.4 esclarece as definições, conceitos e empregos desta técnica.

#### 3.4. FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

Melgaço (2007) afirma que o geoprocessamento, por vezes chamado de geoinformação, geotecnologias ou geomática se constitui num conjunto de várias tecnologias voltadas ao armazenamento, captação, manipulação e edição de dados georreferenciados. Para o autor os principais pilares dessa tecnologia são o sensoriamento remoto, a cartografia digital, os sistemas de informação geográfica (SIG) e os sistemas globais de navegação por satélite.

As definições de geoprocessamento por vezes se sobrepõem às do SIG, seu principal componente. Isso é perceptível em Branco (1997) para quem o SIG constitui-se de sistemas baseados em computador que fornecem informações sobre fenômenos e sua localização geográfica. A autora acrescenta que muitas das funções desempenhadas pelos SIG's já faziam parte da rotina de pesquisas geográficas, entretanto, a utilização do computador acelerou os processos e ampliou quantidade de informações analisadas.

Azevedo (2008, p.1) ressalta que "com o avanço das técnicas de geoprocessamento tornou-se possível a integração de dados das mais diversas origens, que podem ser processados através do sistema de informações geográficas", contribuindo para transformar esses dados em "informação relevante para a sociedade".

Segundo Henke-Oliveira (2001) o ferramental do geoprocessamento e do sensoriamento remoto tem sido amplamente empregado nos estudos urbanos, principalmente no mapeamento detalhado de cadastros imobiliários para fins de tributação. Dupas (2001) vai além e afirma que as ferramentas de geoprocessamento constituem-se num meio rápido e de baixo custo para o planejamento urbano. É possível conhecer as direções preferenciais do crescimento urbano e cruzá-las com variáveis ambientais como geologia, pedologia e recursos hídricos. A partir dessas análises pode-se propor o redirecionamento das cidades para áreas mais adequadas.

A união entre SIG e sensoriamento remoto é perceptível em Rafiee et al. (2009) que modelaram o crescimento da cidade iraniana de Mashad. Os autores utilizaram dados

multitemporais da mancha urbana (1972, 1987, 2001 e 2006) do satélite *landsat* para compreender a dinâmica de expansão da cidade. Foram traçados cenários futuros de ocupação que forneceram importante fonte de dados para os gestores da cidade.

Kong e Nakagoshi (2006) aplicaram as mesmas técnicas de Rafiee et al. (2009) mas com o intuito de analisar a evolução multitemporal (1989, 1996 e 2004) das áreas verdes de Jinan, China. Foram utilizadas imagens dos satélites *spot* e *landsat* em conjunto com os programas de geoprocessamento da família *ESRI* para interpretação e classificação. Os resultados indicam crescimento das áreas verdes inclusive nas áreas centrais, que se atribui ao aos incentivos fornecidos pelo plano diretor adotado na cidade.

Azevedo (2008), Henke-Oliveira (2001), Dupas (2001), Rafiee et al. (2009), Kong e Nakagoshi (2006) e outros, focaram seus estudos em áreas urbanas. Dessa maneira, o item 3.5 procura definir bem os limites urbanos.

### 3.5. DIFERENCIAÇÃO ENTRE URBANO E NÃO-URBANO

Vale (2005) discorre acerca da difícil tarefa de diferenciação entre o urbano e o rural, notadamente com o surgimento, no entorno das cidades, do que se convencionou chamar de espaço periurbano, que comporta ao mesmo tempo atividades rurais e urbanas, fruto do crescimento difuso das cidades. Este processo foi constatado pela Prefeitura de São Paulo (1985, p. 14) ao afirmar que "a franja entra área rural e a urbana não tem demarcação exata", na medida em que se afasta do centro, surgem "bairros verdes, pequenas chácaras residenciais, sítios de fim de semana entremeados por loteamentos, indústrias e conjuntos habitacionais que ocupam áreas agrícolas abandonadas". Essa dificuldade de demarcação é motivo para simplificações, como as encontradas em Villaça (1978b):

Admite-se simplificadamente, que a cidade tenha limites físicos claramente definidos e que todos os terrenos ocupados ou vagos dentro desses limites são terrenos urbanos, isto é, fazem parte da cidade, enquanto organismo físico, mesmo que eventualmente ocupadas por atividades rurais (VILLAÇA, 1978b, p. 63).

Muitos estudos se utilizam da delimitação de áreas urbanas por fotointerpretação, seja por meio de aerofotos ou imagens de satélite de alta resolução. Raros são os que se ocupam em descrever os critérios utilizados para tal. Costa (2004) descreve como demarcou o limite urbano de Piracicaba em fotografías aéreas multitemporais:

O limite dos perímetros urbanos em cada período foi definido tomando como referencial o sistema viário das bordas da estrutura urbana. A presença de arruamento com característica de quarteirões associada a edificações, foi

usado para que o limite territorial entre o urbano e o periurbano fosse estabelecido (COSTA, 2004, p. 27).

Esta descrição destaca que o sistema viário é o ponto central das delimitações de áreas urbanas; entretanto, ainda deixa espaço para a subjetividade. O trabalho de Kurkdjian (1987), ao propor uma metodologia para delimitação de zonas residenciais homogêneas por meio de fotografias aéreas, também pode ser tomado como referência para o traçado do tecido urbano, uma vez que este é constituído de diversas zonas residenciais homogêneas.

Segundo Kurkdjian (1987, p.74) uma área residencial é "homogênea na medida em que é diferente das vizinhas e que espacialmente não pode ser subdividida em áreas que possuam individualmente uma homogeneidade maior que a peça como um todo". Quanto ao traçado dos limites destas áreas, é interessante que coincida com descontinuidades do tecido urbano, como segmentos do sistema viário (ruas, avenidas e outros) e barreiras físicas (linhas de transmissão, rodovias, fundos de vale e grandes espaços vazios). Esse conceito pode ser expandido para a malha urbana como um todo, como é observado na Figura 7, cuja linha azul representa o limite da área urbana de São José dos Campos em 1977, obtido a partir dos traçados dos setores residenciais homogêneos considerados pela autora.

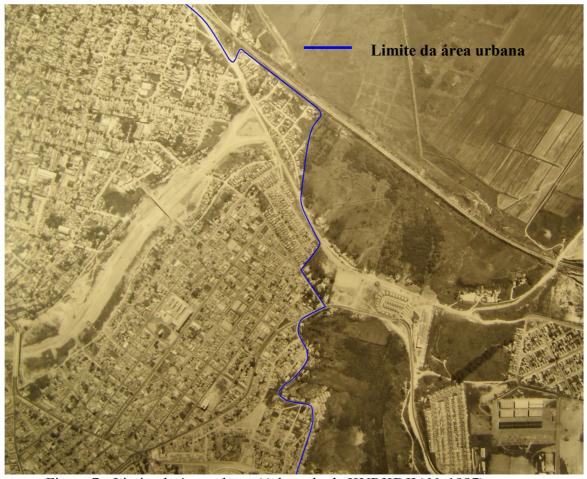


Figura 7 - Limite da área urbana (Adaptado de KURKDJIAN, 1987).

### 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Atibaia situa-se 60 km ao norte da cidade de São Paulo, compreendida entre os meridianos 46°25' e 46°43'W, e os paralelos 23°00' e 23°16'S. Na Figura 8, é indicada a localização de Atibaia em relação ao estado de São Paulo e ao Brasil. O município possui uma área total de 478 km². A mancha urbana ocupava em 2009 o total de 36,6 km², produto deste estudo. A população urbana residente é de 119 mil habitantes, enquanto a rural remonta a 12 mil habitantes (SEADE, 2010).



Figura 8 - Localização de Atibaia, SP (Adaptado de IBGE, 2009).

A área de estudo compreende as áreas urbanizadas do município, excetuando-se devido à abrangência das imagens multitemporais, bairros urbanos distantes do núcleo central (bairro do Portão, Tanque, Usina, Maracanã, dentre outros). Na Figura 9 e no Anexo 2 são destacados o limite municipal e a área comum a todas as imagens. Esta última corresponde aproximadamente a um quadrilátero delimitado pelos paralelos 23°05'09"S ao norte e 23°10'09"S ao sul, e pelos meridianos 46°30'18"O a leste e 46°36'18"O a oeste.

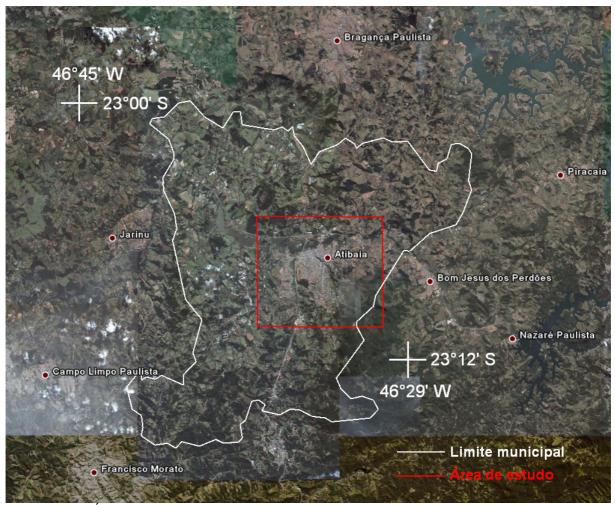


Figura 9 - Área de estudo em relação ao município (Fonte: Google Earth, 2010).

### 4.1. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO

Nascido no contexto das bandeiras que partiam de São Paulo para as Minas Gerais, o povoamento de São João Baptista de Atibaia foi fundado em 1665, pelo bandeirante Jerônimo de Camargo. Com a descoberta de ouro em Minas Gerais, o aglomerado populacional destacou-se como parada das tropas que para lá rumavam (Figura 10), desenvolvendo alguma agricultura e pecuária extensiva. Conti (2001) assinala que, a partir de 1769, quando da elevação da freguesia à categoria de vila e município, tornou-se Atibaia uma espécie de celeiro da capital paulista, graças ao desenvolvimento da pecuária e da cultura de cereais, em especial de trigo. Em 1818, os exploradores austríacos Spix e Martius, em viagem pelo Brasil, descreveram suas impressões acerca da região: "Na proximidade da pobre vila de São João de Atibaia, alarga-se a região. (...) Ao norte, correm diversas serras quase paralelas, uma ao lado da outra". (SPIX e MARTIUS, 1976).



Figura 10 - Atibaia na rota para as Minas Gerais (Fonte: ARROWSMITH, 1832).

No final do século XIX e começo do século XX, são implantados diversos elementos de infraestrutura no município. A ferrovia iniciou suas operações em 1884, a água encanada chegou em 1895, a linha telefônica em 1905, a luz elétrica em 1907, em 1909 inaugura-se a fábrica de tecidos São João, que foi o motor da economia atibaiense na primeira metade do século XX. Em 1903, percebem-se as primeiras preocupações com a arborização urbana por meio da notícia de que "A Câmara Municipal está embelezando as ruas, plantando lindas árvores de magnólias" (ZANONI, 2005 p.29).

A década de 1920 marca o início da atual vocação turística da cidade, com a construção de hotéis e clubes de campo, aliados à facilidade de acesso pela inauguração, em 1927, da estrada de rodagem Bragança Paulista – São Paulo. Na década de 1940, surgem os primeiros loteamentos residenciais (Figura 11), destinados principalmente ao lazer e de ocupação ocasional (SILVA, 2001; ZANONI, 2005).



Figura 11 - Primeiros loteamentos vistos do centro (Fonte: ZANONI, s/d)<sup>1</sup>.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Alguns elementos da imagem indicam se tratar da década de 1940.

A implantação da rodovia Fernão Dias, em 1959, contribui significativamente para a criação de loteamentos residenciais nas décadas de 1960 e 1970; por outro lado, a implantação da rodovia Dom Pedro I, em 1972, ligando Campinas a Jacareí, não provocou durante muito tempo um deslocamento do eixo de ocupação (SILVA, 2001). Em meados da década de 1990, a duplicação da Fernão Dias contribui para mais um ciclo de crescimento urbano, atraindo famílias da classe média paulistana interessadas em estabelecer moradia na cidade, ainda que os chefes de família continuassem a trabalhar na capital paulista, realizando um movimento pendular, facilitado pelo rápido acesso rodoviário (MONTEIRO-DA-COSTA, 2005).

### 4.2. FISIOGRAFIA

A maior parte do município está inserida na bacia hidrográfica do rio Atibaia (Figura 12), e uma pequena porção, ao sul, nas cabeceiras do rio Jundiaí, ambas pertencentes ao comitê das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

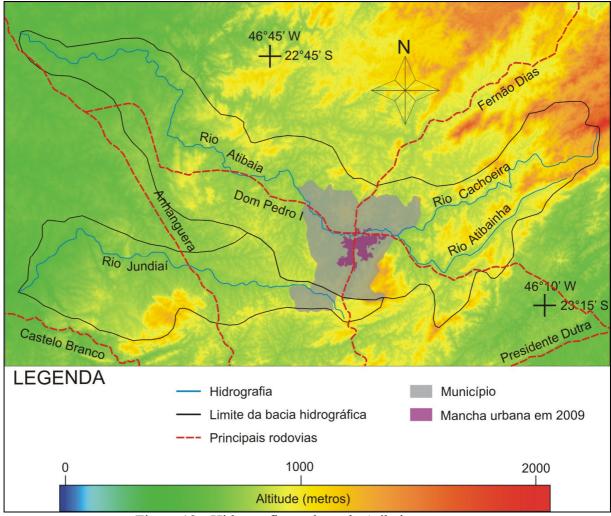


Figura 12 - Hidrografia e relevo de Atibaia.

Quanto à geomorfologia, situa-se no domínio do planalto de Jundiaí, uma extensa área de morros cujos topos encontram-se nivelados em torno de 820 – 870m com alguns espigões registrando valores acima dos 1100m, como é o caso da Serra do Itapetinga, cujo pico principal, a Pedra Grande, se eleva a 1450m (SILVA, 2001).

O município de Atibaia apresenta um substrato majoritariamente formado por rochas metamórficas e ígneas pré-cambrianas, recobertas, de modo localizado, por unidades sedimentares cenozóicas, que abarcam aluviões recentes, terraços fluviais, mantos coluvionares e remanescentes de depósitos neogênicos e paleogênicos. O substrato rochoso pré-cambriano do município de Atibaia pode ser inserido no âmbito do setor central da Província Tectônica Mantiqueira, trata-se de um extenso complexo de rochas metamórficas e ígneas, altamente deformadas e freqüentemente migmatizadas (SILVA, 2007).

Na região predomina o solo podzólico vermelho-amarelo, trata-se de solo mineral bem drenado, pouco ácido e marcante diferenciação de horizontes (SILVA, 2001). Nas áreas mais acidentadas, principalmente a leste e a sul, aparecem os neossolos litólicos e cambissolos, enquanto nas várzeas aparecem os gleissolos. Apesar da pouca fertilidade dos solos a agricultura é intensa devido à demanda da grande São Paulo (MONTEIRO-DA-COSTA, 2005).

A especulação imobiliária promove a ocupação de solos não adequados para tal fim, criando novos bairros em terrenos sujeitos a escorregamentos, situados em vertentes que estão em processo nítido de dissecação. Comércio, indústria e loteamentos residenciais ocupam gradualmente as várzeas, inclusive a dos ribeirões e córregos, aumentando rapidamente a impermeabilização do solo, criando riscos futuros de inundações em locais onde não ocorrem atualmente (MONTEIRO-DA-COSTA, 2005).

O clima da região é caracterizado como Cwa, de acordo com a classificação de Koppen, correspondendo ao clima tropical de altitude. A temperatura média anual é de 20,0°C, sendo 16,2°C e 22,9°C as médias do mês mais frio e mais quente, respectivamente. O clima ameno, as águas hidrominerais existentes, o relevo montanhoso e a presença de matas naturais foram fatores decisivos para a definição da cidade como estância turística (SILVA, 2007).

### 5. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, são apresentadas todas as etapas de realização do trabalho, passando pela aquisição de informações, *softwares* empregados, georreferenciamento, demarcação das áreas de interesse e demais tópicos. Nele se encontram descritas e justificadas todas as premissas empregadas, as eventuais simplificações e os processos adotados na busca dos resultados.

#### 5.1. MATERIAIS

Para a aquisição de material de pesquisa foram consultados diversos órgãos públicos, universidades e bibliotecas para reunir material bibliográfico, cartográfico, aerofotogramétrico e fotográfico. O material cartográfico consistiu de seis cartas topográficas editadas pelo Instituto Geográfico Cartográfico em 1979 na escala 1:10.000 de acervo próprio (Tabela 1). Também foi utilizada a carta topográfica Atibaia (SF-23-Y-C-III-2) editada pelo IBGE (1984).

Tabela 1- Articulação das cartas topográficas 1:10.000. Fonte: IGC (1979).

| in the start and the tartain to problem in the control of the cont |                               |  |
|--|-------------------------------|--|
| Nome   | Articulação                   |  |
| Atibaia I  | (81-106) SF-23-Y-C-III-2-NE-E |  |
| Atibaia II   | (81-107) SF-23-Y-C-III-2-NE-F |  |
| Atibaia III  | (82-106) SF-23-Y-C-III-2-SE-A |  |
| Atibaia IV   | (82-107) SF-23-Y-C-III-2-SE-B |  |
| Jardim Vitória Régia   | (83-106) SF-23-Y-C-III-2-SE-C |  |
| Morro Pedra Grande   | (83-107) SF-23-Y-C-III-2-SE-D |  |

Foram consultados diversos órgãos públicos e empresas para obtenção das aerofotos, que se encontravam dispersas, o que dificulta sobremaneira as pesquisas que dependem de fotografias aéreas<sup>2</sup>. Para as análises foram empregadas fotografias aéreas de 1962, 1972, 1978 e 1995 e imagem de satélite de 2009 (Tabela 2). As fotografias aéreas de 1962 e 1972, obtidas junto ao Instituto Agronômico de Campinas (IAC), foram escanerizadas em tiff com resolução de 400 dpi (*pontos por polegada*). As aerofotos de 1995, obtidas junto à Prefeitura de Atibaia, foram escanerizadas em jpeg com resolução 300 dpi. As imagens de satélite foram obtidas diretamente do Google Earth por meio de captura de tela (*printscreen*) com junção pelo programa Corel Draw, formando três arquivos maiores que abrangem toda a área de estudo. As aerofotos de 1978 foram conseguidas com um particular que recolheu um grande

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Sugere-se a criação de um banco central de imagens aéreas com acesso livre pela internet, ao menos para os levantamentos que foram realizados com dinheiro público.

mosaico da área urbana que havia sido descartado. O mosaico foi fotografado com câmera de alta resolução em várias partes que foram georreferenciadas uma a uma.

Tabela 2- Imagens aéreas e de satélite utilizadas

|                      | <u> </u> |                        |              |                |
|----------------------|----------|------------------------|--------------|----------------|
| Data da tomada       | Escala   | Execução               | Cor          | Cedente        |
| Junho de 1962        | 1:25.000 | IBC-GERCA <sup>1</sup> | Pancromática | IAC            |
| 25 de Junho de 1972  | 1:25.000 | <b>IBC-GERCA</b>       | Pancromática | IAC            |
| Junho de 1978        | 1:10.000 | Terrafoto S.A.         | Pancromática | Valéria Santos |
| 10 de Junho de 1995  | 1:8.000  | -                      | Colorida     | Prefeitura     |
| 14 de Agosto de 2009 | -        | Digital Globe          | Colorida     | Google Earth   |

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto Brasileiro do Café – Grupo de Estudos da Racionalização da Cafeicultura

Para o trabalho com as imagens multitemporais e geração das análises foram empregados alguns aplicativos computacionais, cujos principais encontram-se listados abaixo:

1 - Global Mapper: Neste *software* foram georreferenciadas as cartas topográficas e, sobre estas, as imagens aéreas e de satélite, após isso foram digitalizados os polígonos das manchas urbanas, áreas verdes e vazios urbanos. Dentre os *softwares* de conhecimento do autor este é o

que executa o melhor georreferenciamento, além de possuir comunicação com diversas

- plataformas SIG, motivos da sua escolha.
- 2 Idrisi: No programa foram importados os polígonos gerados com o Global Mapper e houve a conversão dos dados em forma de vetor para raster. Dessa maneira foi possível cruzar as informações multitemporais com o recurso da álgebra com mapas (vide item 5.2.6). O programa possibilitou exportar os mapas gerados na forma de arquivos de imagem com alta resolução.
- 3 AutoCAD: Empregado para confecção dos mapas anexos em folha A1 e impressão dos mesmos (item 9), também empregado para geração de gráficos com dois eixos de ordenadas (Figura 28, Figura 32 e Figura 39).
- 4 Corel Draw: Aplicativo de edição de imagens utilizado para geração das figuras que envolveram modificações das imagens brutas provenientes do Global Mapper e Idrisi, também para geração dos mapas em folha A3, fluxogramas e esquemáticos.
- 5 Microsoft EXCEL: Programa usado para tratamento dos dados quantitativos obtidos, com a geração de gráficos e tabelas, cálculos diversos, ajustes de equações de regressão.

# 5.2. MÉTODOS

Reunidas as informações necessárias, seguem-se os passos para delas se extraírem os resultados. As três etapas principais da metodologia foram: a criação das bases onde ocorreu o georreferenciamento das imagens aéreas e orbitais; as delimitações da mancha urbana, áreas

verdes e vazios urbanos; e as análises onde os dados provenientes das delimitações foram dispostos de forma quantitativa (índices, gráficos e tabelas) e espacial (mapas em ambiente SIG). O fluxograma apresentado na Figura 13 destaca os pontos principais da metodologia.

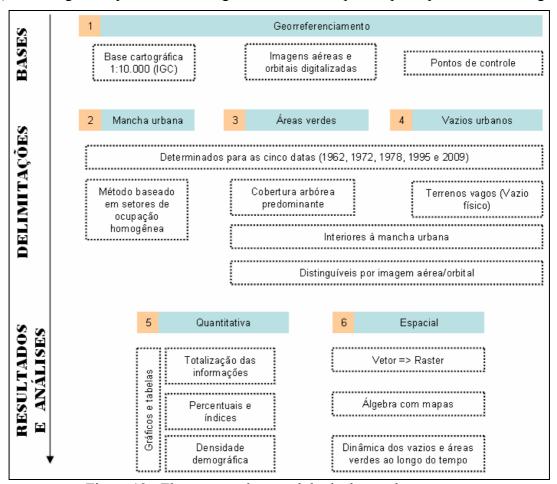


Figura 13 - Fluxograma da metodologia de estudo.

#### 5.2.1. Georreferenciamento das bases

Segundo Crosta (1992), o processo de georreferenciamento se faz necessário para reduzir as distorções presentes nas imagens geradas por sistemas sensores que não apresentam precisão cartográfica. De acordo com Henke-Oliveira (2001, p.18) o georreferenciamento é "um processo onde os pixels são reagrupados e as fotografias são rotacionadas, estiradas e distorcidas, de forma a ocupar uma posição geográfica definida na base cartográfica empregada", para o autor isso possibilita que "as feições terrestres assumam suas dimensões reais, possibilitando o cálculo de distâncias, dimensões e áreas com elevada precisão".

Primeiramente, elaborou-se um mosaico com as cartas topográficas da área de estudo no programa Global Mapper, com adoção do próprio sistema de coordenadas das cartas: UTM com datum Córrego Alegre. As fotografias aéreas e imagens orbitais, em formato digital,

foram georreferenciadas sobre o mosaico, utilizando tantos pontos de controle quanto necessários (Tabela 3) para uma boa correlação visual da aerofoto com a carta topográfica.

| T 1 1 0  | <b>T</b>   | 1         | 1 1 . 1       |
|----------|------------|-----------|---------------|
| Tabela 3 | - Pontos   | de contro | le utilizados |
| Tabela 3 | - 1 011103 | uc comuo. | ic uniizauos  |

| Two time of the terminal distribution |         |                    |                                       |  |  |  |  |
|---------------------------------------|---------|--------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|
| Data                                  | Imagens | Pontos de controle | Pontos de controle por imagem (média) |  |  |  |  |
| 1962                                  | 10      | 325                | 32,5                                  |  |  |  |  |
| 1972                                  | 8       | 314                | 39,3                                  |  |  |  |  |
| 1978                                  | 52      | 1.022              | 19,7                                  |  |  |  |  |
| 1995                                  | 47      | 1.121              | 23,9                                  |  |  |  |  |
| 2009                                  | 3       | 30                 | 10                                    |  |  |  |  |

Os principais pontos de controle consistiram de pontes, cruzamento de estradas (Figura 14), esquinas de quarteirões, bifurcações de estradas rurais, entre outras características notáveis da malha viária. Importante ressaltar que o Global Mapper possui capacidade de reverter os efeitos de distorção mencionados por Crosta (1992) mediante a inserção de mais pontos de controle na região de interesse. Nesta etapa, observou-se uma pequena lacuna de informação na imagem aérea de 1978 de 0,31 km² (1,2% da área urbana), e para não prejudicar as análises, os dados de mancha urbana, áreas verdes e vazios urbanos foram completados com uma ponderação das datas anterior (1972) e posterior (1995).

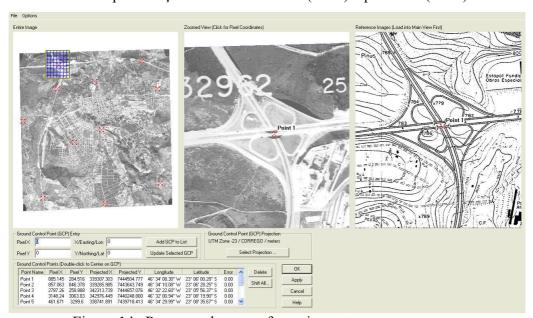


Figura 14 - Processo de georreferenciamento.

## 5.2.2. Determinação das manchas urbanas

Neste estudo, optou-se por não trabalhar com o perímetro urbano oficial, por dificuldade em obtê-lo para cada uma das datas. Sendo assim, buscou-se um método para determinação das manchas urbanas que concorra para redução da subjetividade e unicidade de

critérios em todas as datas analisadas. A definição da mancha urbana é importante, pois a partir de sua fixação serão considerados vazios urbanos e áreas verdes os situados no seu interior.

Das contribuições de Kurkdjian (1987) e Costa (2004), podemos destacar três características principais das áreas urbanas: reticulado do sistema viário, presença de edificações e homogeneidade dos setores de ocupação. Em alguns casos, os limites da cidade são de clara identificação, conforme se observa na Figura 15.



Figura 15 - Limite bem definido da área urbana, 1962.

À medida que se afasta do centro, cresce o espaçamento entre as edificações, surgem outras formas de ocupação como sítios e chácaras, o arruamento se torna esparso e perde sua forma reticulada, o que dificulta sobremaneira estabelecer o limite da trama urbana. Nesse caso, o conceito de setores residenciais homogêneos introduzido por Kurkdjian (1987) é de grande valia. Primeiramente demarcam-se os setores homogêneos, depois se analisam quais destes podem ser enquadrados como urbanos e utiliza-se o limite destes setores como sendo da área urbana.

Na Figura 16, este processo é exemplificado. Nela encontram-se delineados 8 setores homogêneos de ocupação. Nos quatro primeiros, o padrão de arruamento e das construções permitem classificá-los como urbanos, os setores 5 e 6 são grandes terrenos vazios servidos por mais de uma via asfaltada e também foram enquadrados como urbanos; já nos setores 7 e 8, alguns elementos, como ausência de lotes e agrupamento das casas ao longo de um único acesso, são evidências de que se tratam de propriedades rurais. Dessa maneira, chegou-se à delimitação da mancha urbana apresentada na Figura 17. Os setores 7 e 8 revelaram, em visita a campo, tratar-se de uma antiga granja e de uma fazenda, respectivamente.

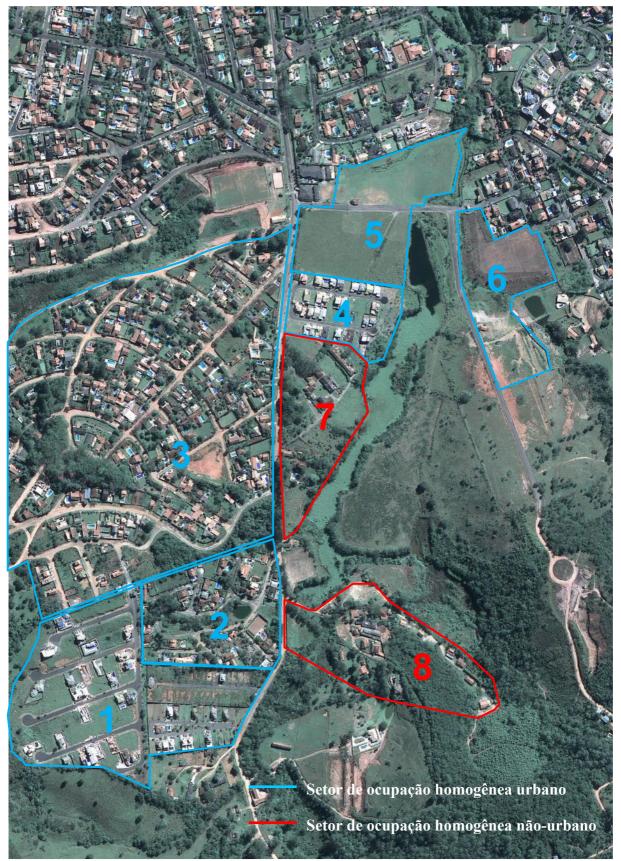


Figura 16 - Setores de ocupação homogênea.



Figura 17 - Mancha urbana resultante.

Outra situação comum é a existência de residências esparsas, além de um limite bem definido, como indicado em azul na Figura 18. A simples presença dessas edificações não é forte o suficiente para deslocar o limite urbano, permitindo sua inclusão: além do mais, elas não guardam homogeneidade com os setores adjacentes.

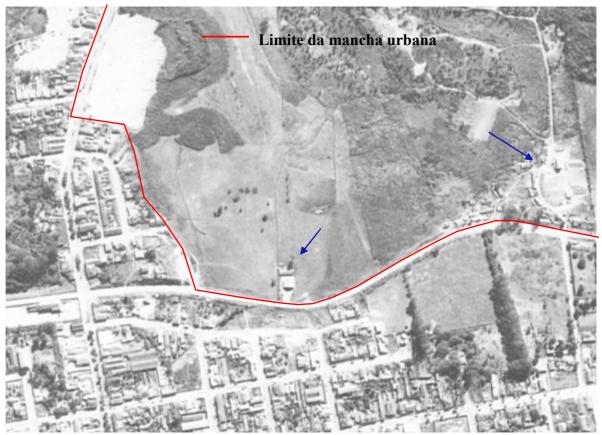


Figura 18 - Residências esparsas fora do limite urbano, 1972.

Deve-se ressaltar que a homogeneidade dos setores de ocupação modifica-se ao longo do tempo, podendo ocorrer a retração da mancha urbana em alguns pontos isolados. Fixados os conceitos de área urbana, procedem-se às análises dos dois elementos do seu interior, objetos desta pesquisa: áreas verdes e vazios urbanos.

### 5.2.3. Delimitação das áreas verdes

Para embasar a pesquisa, devido à multiplicidade de definições, optou-se pela criação de um conceito próprio de áreas verdes, baseado nos principais apontamentos da literatura consultada como Hoehne (1944), Kurkdjian (1987), Gonçalves (1994), Lima (1994), Henke-Oliveira (1996), Cavalheiro et al. (1999) e Guzzo et al. (2006). Este estudo considera áreas verdes como sendo áreas cobertas por vegetação arbórea em mais de 70% de sua extensão, contidas dentro dos limites urbanos estabelecidos, distinguíveis por meio de fotografías aéreas

em escala apropriada. De propriedade pública ou particular, com acesso livre ou restrito, sua importância reside no equilíbrio climático e amenização da poluição visual, atmosférica e sonora.

Partindo da definição acima, foram delineadas como áreas verdes aquelas internas à malha urbana com predominância arbórea (mais de 70%), segundo estimativa visual. Na determinação das áreas verdes, deve-se atentar para os efeitos da sombra e do relevo em sua configuração, ainda que o georreferenciamento seja preciso, esses efeitos se fazem presentes.

Na Figura 19, uma mesma área é vista em duas fotografias aéreas de mesma data e tomadas em ângulos de passagem diferentes. Percebe-se que a imagem B é mais escura do que a A devido às sombras nela presentes. Em alguns casos, isso pode levar o fotointérprete a tomar uma vegetação arbustiva por arbórea; percebe-se ainda que a área verde em A possui menor dimensão, efeito do ângulo de tomada da aerofoto. Para minimizar este problema, deve-se optar por utilizar a imagem cujo centro mais se aproxima da área a ser demarcada. No exemplo abaixo, trata-se da imagem B.

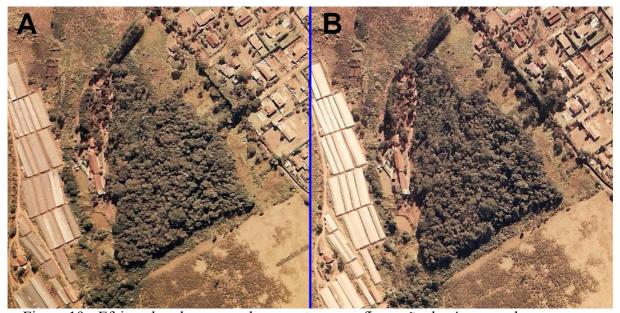


Figura 19 - Efeitos do relevo e sombreamento na configuração das áreas verdes.

Os limites urbanos, quando empregados como fator de inclusão das áreas verdes, geram situações como a ilustrada na Figura 20, em que a área verde, assinalada por A, embora com os mesmos padrões de cobertura arbórea de B, não foi contabilizada, por estar além do tecido urbano estabelecido. Uma das limitações da pesquisa é o fato de uma área com cobertura arbórea estar em compasso de espera por sua urbanização, aproximando-se mais de um vazio urbano do que de uma área verde; entretanto, isso pode ser detectado por meio do estudo multitemporal.

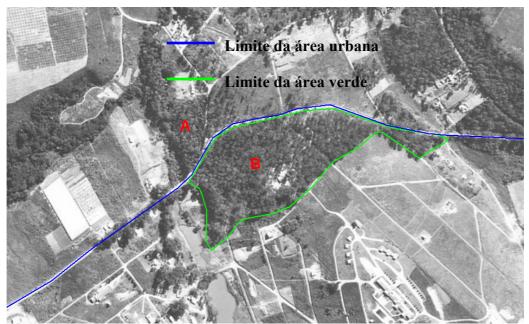


Figura 20 - Limite urbano como fator de inclusão de áreas verdes.

### 5.2.4. Delimitação dos vazios urbanos

O princípio de vazios urbanos carrega muita imprecisão em si, conforme se observou na literatura consultada sobre o assunto, como Álvarez (1994), Ebner (1997), Clichevsky (2001), Pons (2002), Cintrão (2005), Borde (2006), Dittmar (2006) e Prefeitura Municipal de Goiânia (2008). Todavia, alguns pontos centrais foram absorvidos e resolveu-se trabalhar com uma definição própria de vazio urbano, assim como foi feito com o termo área verde. Assim, esta pesquisa reconhece vazio urbano como sendo porção de solo urbano desprovida de edificações, benfeitorias e usos públicos (áreas de lazer, institucionais e do sistema viário). Terrenos vazios distinguíveis por imagem aérea, parcelados ou não, com acesso direto por via pública, em compasso de espera por maior valorização e contribuindo para a expansão urbana e o consegüente aumento dos custos de manutenção da cidade.

Os vazios foram delimitados segundo o acima exposto, e para não haver sobreposição entre vazios e áreas verdes num mesmo ponto, seguiu-se o critério mostrado na Figura 21. No interior da mancha urbana as áreas com predominância arbórea foram demarcadas como áreas verdes; nas outras áreas, verificou-se a presença de edificações, benfeitorias e usos públicos. As que apresentaram estas características foram classificadas como urbanas consolidadas, e as demais foram enquadradas como vazios urbanos. Nesta tarefa, houve a necessidade constante de melhorias no georreferenciamento para o traçado acurado dos vazios, modificações estas que acabaram por impor a readequação das áreas verdes e das manchas urbanas.

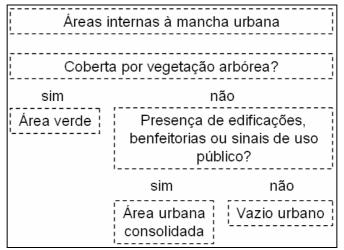


Figura 21 - Matriz de decisão.

Sugere-se, para futuros estudos, que o pesquisador realize um primeiro georreferenciamento e delimite um esboço da mancha urbana segundo o método dos setores homogêneos, depois prossiga com a delimitação dos vazios em paralelo com uma melhoria do georreferenciamento e, por último, faça a demarcação precisa do tecido urbano e das áreas verdes. Os vazios urbanos foram estremados em terras contínuas, ainda que separados por muros e cercas, somente o sistema viário, as áreas verdes, as áreas construídas e os rios e córregos constituíram motivo para seccioná-los (Figura 22).

A delimitação dos vazios urbanos é facilitada na medida em que se melhora a resolução da imagem. No caso das aerofotos, isto se traduz na sua escala, sendo que três dos levantamentos possuem escala 1:25.000 (1962, 1972 e 1978) com as quais foram obtidos bons resultados, mediante escanerização em alta resolução e posterior ampliação para escala 1:2.000 no programa Global Mapper, onde as feições foram delineadas.



Figura 22 - Demarcação em terras contínuas, 2009.

As imagens dos levantamentos acima mencionados são pancromáticas, e também proporcionaram uma boa demarcação das áreas, embora as imagens coloridas sejam melhores. Na Figura 23, é nítida a diferença entre a área edificada e os terrenos adjacentes; porém, a simples diferença de tonalidade pode ser causada por remoção de solo, queimada e retirada da vegetação, fazendo com que o fotointérprete ao perceber esses sinais, englobe a área como vazio urbano. Myashita (2008) destaca que para a identificação de vazios urbanos e outras propriedades o fotointérprete deve atentar para elementos como tonalidade, cor, forma, estradas de acesso e mudança de padrão de ocupação.

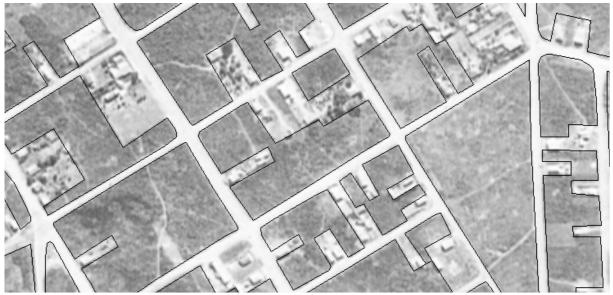


Figura 23 - Vazios delimitados em imagem pancromática, 1972.

As áreas cultivadas, que sofrem intensa pressão para seu parcelamento, não foram consideradas vazios urbanos. Ainda que alguns autores como Ebner (1997) as considerem como uma forma de disfarce, entendeu-se que este exemplo não é aplicável à área de estudo.

### 5.2.5. Índices e indicadores

De maneira a simplificar o volume de dados gerados pela pesquisa e facilitar a comparação com estudos afins, foram empregados alguns índices e indicadores recorrentes na literatura pesquisada, que são listados abaixo:

Densidade demográfica: Corresponde à relação entre o número de habitantes e a área que ocupam, usualmente em habitantes por km². Uma comparação desse índice ao longo do tempo revela se a cidade está se adensando ou consumindo espaço e recursos naturais. A densidade demográfica foi calculada dividindo-se os dados de população urbana da fundação SEADE (2010) pela área da mancha urbana demarcada nas imagens multitemporais, embora a

contagem da população urbana seja realizada para o perímetro urbano oficial, cuja dificuldade de obtenção foi mencionada. Referências a este índice são encontradas nos trabalhos de Álvarez (1994), Henke-Oliveira (1996; 2001), Cintrão (2005), Vale (2005), Ojima (2007), Nucci (2008) dentre outros.

Índice de Áreas Verdes (IAV): Expressa a disponibilidade de áreas verdes por habitante, comumente em m² por habitante. Existem diversos estudos que empregam este índice, fazendo associação com a qualidade de vida, dentre os quais pode-se citar Morero (1996), Henke-Oliveira (1996), Álvarez (2004), Costa (2004), Guzzo et al. (2006) e Toledo, Mazzei e Santos (2009). Foi obtido dividindo-se o total de áreas verdes pela população urbana, conforme a expressão:

$$IAV = \frac{\acute{a}reas \cdot verdes}{popula\~{c}\~{a}o \cdot urbana} \left(\frac{m^2}{hab}\right)$$

Percentual de Áreas Verdes (PAV): Exprime a proporção entre as áreas verdes e a área urbanizada, maiores valores de PAV favorecem a amenização das ilhas de calor, retenção de poluição e amortecimento de chuvas intensas. Dentre os trabalhos que o citam destaca-se Henke-Oliveira (1996), Costa (2004) e Nucci (2008). Para seu cálculo é empregada a seguinte expressão:

$$PAV = 100 \times \frac{\acute{a}reas \cdot verdes}{\acute{a}rea \cdot urbana} (\%)$$

Percentual de Vazios Urbanos (PVU): Possui o mesmo princípio do PAV mas aplicado aos vazios urbanos, ou seja, a relação entre a área ocupada pelos vazios urbanos e a ocupada pela trama urbana. Nem sempre aparece sob esta denominação nos diferentes estudos consultados, como Álvarez (1994), Clichevsky (2001), Santos (2004) e Cintrão (2005). A expressão para seu cálculo é:

$$PVU = 100 \times \frac{vazios \cdot urbanos}{\acute{a}rea \cdot urbana} (\%)$$

# 5.2.6. Cruzamento de informações utilizando SIG

De posse de todas as informações digitalizadas pelo Global Mapper, procedeu-se à inserção das mesmas em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), utilizando o programa Idrisi versão Andes. Os dados provenientes do Global Mapper na forma de vetor foram transformados para raster com resolução métrica (pixel de 1x1m).

Na Figura 24 é mostrada essa conversão de vetor para raster. Em A, vemos uma área verde delimitada; em B, a mesma área aparece numa imagem binária, com seus pixels interiores, contendo valor igual a um (cinza) e os adjacentes com valor zero (branco). Essa conversão foi empregada nos mapas de vazios urbanos e áreas verdes para todas as datas em análise.

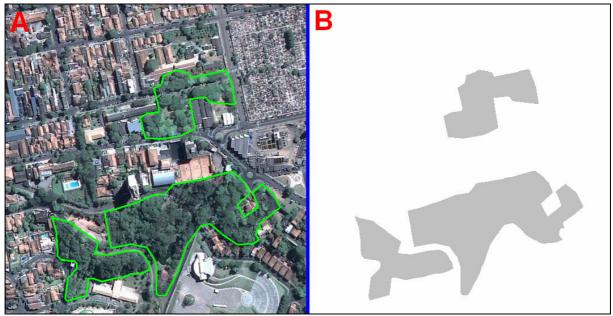


Figura 24 - Conversão de vetor para raster.

De posse dos mapas em formato raster, foi possível realizar o que EASTMAN (1998) denomina de álgebra com mapas. Para o autor, essa técnica consiste em utilizar as imagens como variáveis e realizar operações matemáticas com conjuntos delas. Dentre estas operações, podem-se citar as aritméticas, trigonométricas e logarítmicas. Neste estudo, foram utilizadas as operações de multiplicação e subtração, suficientes para a obtenção de dois tipos de mapas que são apresentados no item resultados: 1 – Mapas de evolução que mostram as transformações ocorridas no intervalo de tempo analisado; 2 – Mapas que classificam as áreas verdes e os vazios urbanos quanto à sua data de surgimento.

Na Figura 25, é mostrado que, para se conhecer, por exemplo, quais vazios urbanos permaneceram entre 1962 e 1972, basta multiplicar as duas imagens binárias, pois o pixel da imagem resultante só possuirá valor 1 (vazio urbano), se nas duas imagens precedentes assim ocorrer. Pode-se fazer uma analogia com a teoria dos conjuntos, na qual a imagem VU62 seria o conjunto dos vazios urbanos de 1962, e VU72, os de 1972. Resulta que VU6272 é a interseção entre ambos os conjuntos.

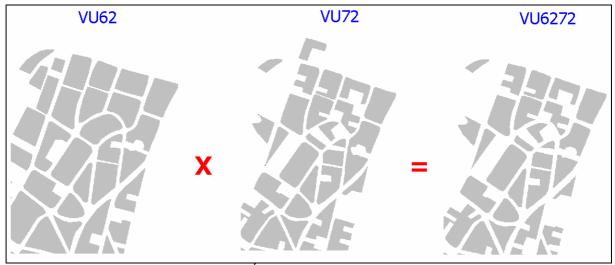


Figura 25 - Álgebra com mapas.

Na Figura 26 são listadas as equações utilizadas para obtenção dos mapas que classificam as áreas verdes e os vazios urbanos quanto à sua data de surgimento (Figura 38 e Figura 44).

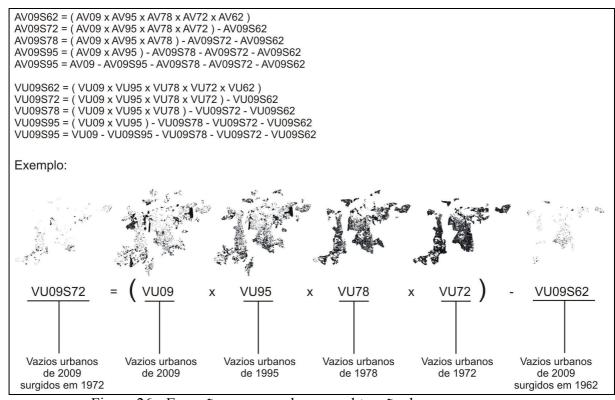


Figura 26 - Equações empregadas para obtenção de mapas.

Para obtenção dos mapas de evolução dos vazios urbanos (Figura 34 a Figura 37) e áreas verdes (Figura 41 a Figura 44) utilizou-se uma álgebra com mapas, dividida em 9 passos, que envolveram as operações de multiplicação, subtração e também reclassificação de mapas. Com isso finaliza-se a metodologia e prosseguem-se com os resultados e análises.

# 6. RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo, são apresentados, em forma de gráficos, tabelas, mapas e figuras, os resultados aliados à sua discussão. Foram elaborados mapas síntese que estão em anexo. No Anexo 2 é apresentada a situação geral do município, suas divisas, a área de estudo e o perímetro urbano, nos Anexos 3 a 7 são mostrados os mapas resumo de todas as datas analisadas (1962, 1972, 1978, 1995 e 2009), contendo o traçado da mancha urbana, das áreas verdes e dos vazios urbanos em escala detalhada.

### 6.1. EXPANSÃO URBANA

Por meio dos registros históricos pesquisados, sabe-se que até meados da década de 1940 a cidade se constituía basicamente do seu atual centro, conforme observado em mapa de 1904, apresentado na Figura 27. Dos anos 1940 em diante, surgem os primeiros loteamentos residenciais; portanto, a data de 1962, a mais anterior dos levantamentos aerofotogramétricos obtidos<sup>3</sup>, retrata a cidade após o início do seu processo de expansão (Anexo 3).

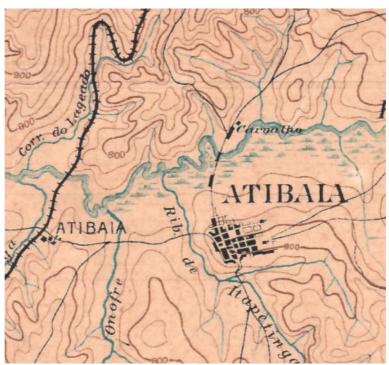


Figura 27- Atibaia anterior ao processo de expansão (Fonte: CGG, 1904).

<sup>3</sup> O trabalho de Picone (1953) relata a existência de um levantamento aerofotogramétrico na escala 1:20.000 do município o qual não foi localizado.

SPERANDELLI, D. I.; Dinâmica e análise do crescimento, dos vazios e das áreas verdes urbanas de Atibaia, SP. 2010. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática – NEPA. UNIFEI, Itajubá, MG.

No período estudado (1962 a 2009) a área ocupada pela mancha urbana praticamente triplicou, passando de 12,43 para 36,61 km² (Figura 28), as manchas urbanas são apresentadas em escala reduzida na Figura 29. Ainda pela Figura 28 percebe-se que as décadas de 1960 e 1970 registraram maior crescimento, quando a cidade de Atibaia se expandia à taxa aproximada de 1 km²/ano, décadas nas quais Santos (2005) afirma que o Brasil sofreu intenso processo de urbanização, o que pode ser comprovado nos trabalhos de Álvarez (1994), Dupas (2001) e Vale (2005), dentre outros.

Álvarez (1994) afirma que a mancha urbana de São Paulo aumentou de 550 km² em 1965 para 960 km² em 1983. Dupas (2001) verificou que a mancha urbana de São Carlos, entre 1961 e 1998, aumentou de 20,69 km² para 102,99 km². Vale (2005) também constatou forte crescimento do tecido urbano de Araraquara a partir dos anos 1960, com a abertura de novos loteamentos. A partir da década de 1980, prossegue o padrão de expansão em Atibaia, porém, com uma taxa menor, dentro do contexto brasileiro de desaceleração econômica.

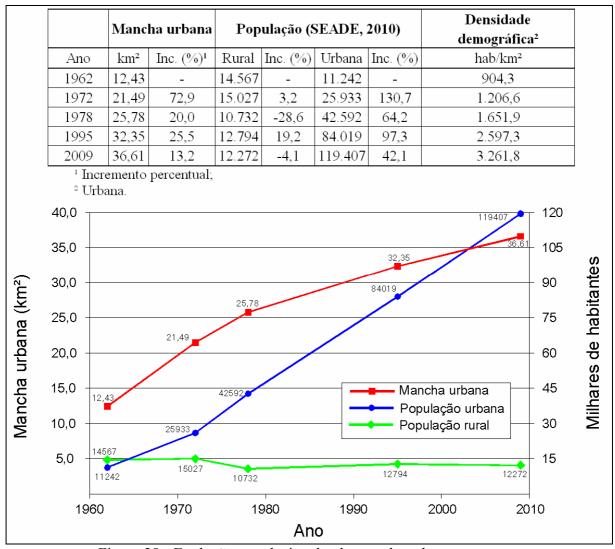


Figura 28 - Evolução populacional e da mancha urbana.

A população urbana aumentou consideravelmente entre 1962 e 2009, passando de pouco mais de 11 mil para 119 mil habitantes, segundo dados da fundação SEADE (2010). Nas décadas de 1960 e 1970, pode-se atribuir parte deste crescimento à migração, e outra parte, ao êxodo rural, haja visto que neste intervalo de tempo a população rural diminui, enquanto aumenta a urbana, ocorrendo inclusive a superação da primeira pela última. A partir da década de 1980, o crescimento demográfico é incrementado exclusivamente pela migração, principalmente da cidade de São Paulo, além do crescimento vegetativo.

Em todas as datas, o incremento populacional supera o da área impermeabilizada (mancha urbana), significando adensamento urbano que é corroborado pela crescente densidade demográfica, embora o valor atual de densidade ainda seja baixo, se comparado à estimativa 4.000 hab/km² na cidade em 1940⁴, e se comparado aos 5.800 hab/km² de São José-SC (SANTOS, 2004), e 9.300 hab/km² de Santo André (ÁLVAREZ, 1994). Costa (2010) notou processo inverso na cidade de São Carlos, onde o ritmo da expansão urbana não foi acompanhado pelo da população. A densidade demográfica, que era de 3.675,8 hab/km², em 1962, diminuiu para 2.924,5 em 2006. Por São Carlos situar-se mais distante da capital, o fluxo migratório é menos intenso do que o que incide sobre Atibaia.

Apesar do acréscimo da densidade demográfica, a cidade não registrou processo de verticalização das edificações. O que ocorreu foi a ocupação da grande reserva de espaços vazios da cidade, conforme será visto no item 6.2. Além do mais, Álvarez (1994) argumenta que, entre 1930 e 1980, a área urbana de São Paulo cresceu nove vezes, enquanto a população se multiplicou por 4,5. Apesar da intensa verticalização da metrópole, ocorre que a verticalização contribui para maior valorização do solo urbano, o que, por sua vez, leva à expansão urbana para surgimento de mais solo urbano.

O perímetro urbano vigente (ATIBAIA, 2006), mostrado no Anexo 2, estende-se por 187 km², enquanto a mancha urbana ocupa 36,6 km² em 2009, menos de 20% do total⁵. A função do perímetro urbano é a de reservar áreas para o crescimento gradual da cidade; no entanto, o que se observa é um verdadeiro incentivo à especulação imobiliária, uma vez que o dado perímetro ocupa uma faixa ao longo das rodovias que atravessam o município, estimulando a criação de loteamentos em grande parte voltados às famílias que migram da grande São Paulo, conforme relatou Monteiro-da-Costa (2005).

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Valor estimado admitindo-se uma população de 6.000 habitantes em área urbana de 1,5 km² (centro da cidade à época).

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Se considerados os bairros fora da área de estudo esse percentual não ultrapassa 30%.

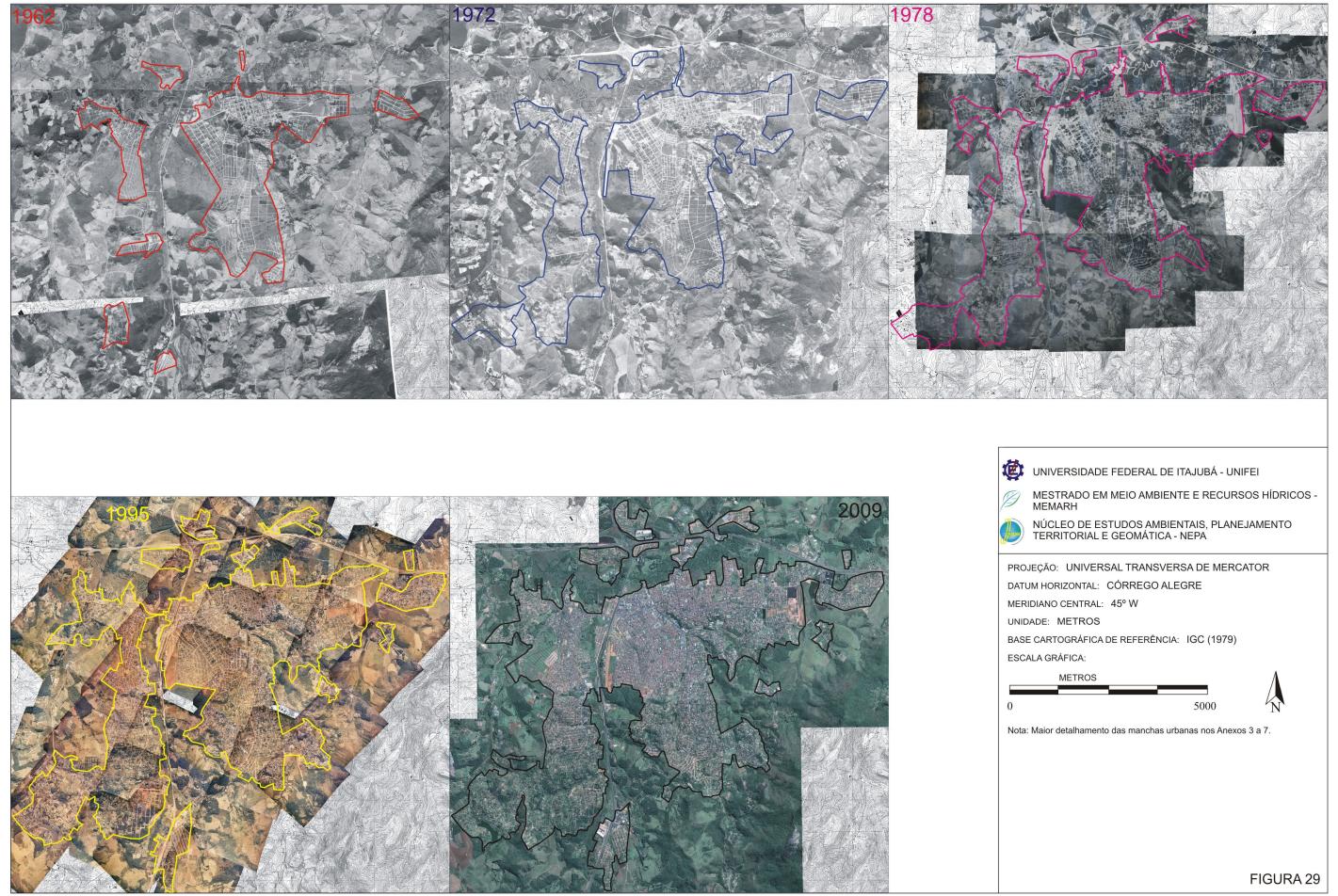


Figura 29 - Manchas urbanas.

Na Figura 30, é apresentada a sobreposição das manchas urbanas contidas na Figura 29, juntamente com os vetores de crescimento, a hidrografia e a topografia. Nota-se um processo de crescimento contínuo da mancha urbana principal, ao mesmo tempo em que surgem bairros esparsos e afastados que são englobados pela trama maior com o decorrer do tempo. Estes bairros agem como indutores da urbanização numa determinada direção, uma vez que já estão servidos de alguma infraestrutura urbana.

As duas rodovias que atravessam o município propiciam tal processo, na medida em que proporcionam fácil acesso automotivo; contudo, essas estradas são responsáveis pela separação espacial da cidade em duas porções visíveis nas manchas urbanas de 1962 a 1995, uma porção maior a leste e outra menor a oeste, que vieram a se unir parcialmente em 2009. Esta separação possui reflexos sócio-econômicos, sendo que, na porção leste, reside a população com mais renda e se localizam os principais equipamentos públicos (escolas, hospitais, etc.), e na porção oeste, reside a população com menor renda que demanda os serviços existentes na outra parte da cidade.

Os vetores de crescimento da cidade apontam em direção à montante das captações de água para abastecimento público (Figura 30). A poluição difusa de difícil controle, os lançamentos de efluentes domésticos e industriais e o aumento dos picos de vazão com conseqüente erosão de calha são efeitos da urbanização que provocam diminuição da qualidade da água em bacias hidrográficas (TANG et al., 2005; CONWAY e LATHROP, 2005; TUCCI, 2008). As rodovias que cortam os mananciais também contribuem para aumentar o risco de contaminação, devido à possibilidade de acidentes com produtos nocivos. O atual perímetro urbano incentiva ainda mais a ocupação à montante das captações (Anexo 2), sendo mais frágil a situação do ribeirão do Onofre, que conta com uma bacia de 72,8 km² na seção da captação, dos quais o perímetro urbano engloba 36,6 km² (50,3 %).

Permitir a expansão urbana sobre as bacias de contribuição dos mananciais trata-se de erro gravíssimo, ainda mais com o estímulo do plano diretor. A bacia do rio Atibaia já se encontra em situação crítica, pois a demanda por recursos hídricos é bem superior à oferta. Portanto, investir em qualidade de água é o mínimo que se pode fazer para garantir um futuro de escassez moderada e não grave. Recomenda-se a revisão do perímetro urbano para não estimular a urbanização nos mananciais. Processo semelhante foi constatado por Dupas (2001) e Costa (2010) nos mananciais superficiais de abastecimento público da cidade de São Carlos, cuja malha urbana avançou sobre o córrego do Monjolinho e o ribeirão do Feijão, mesmo contrário ao plano diretor de 2005.

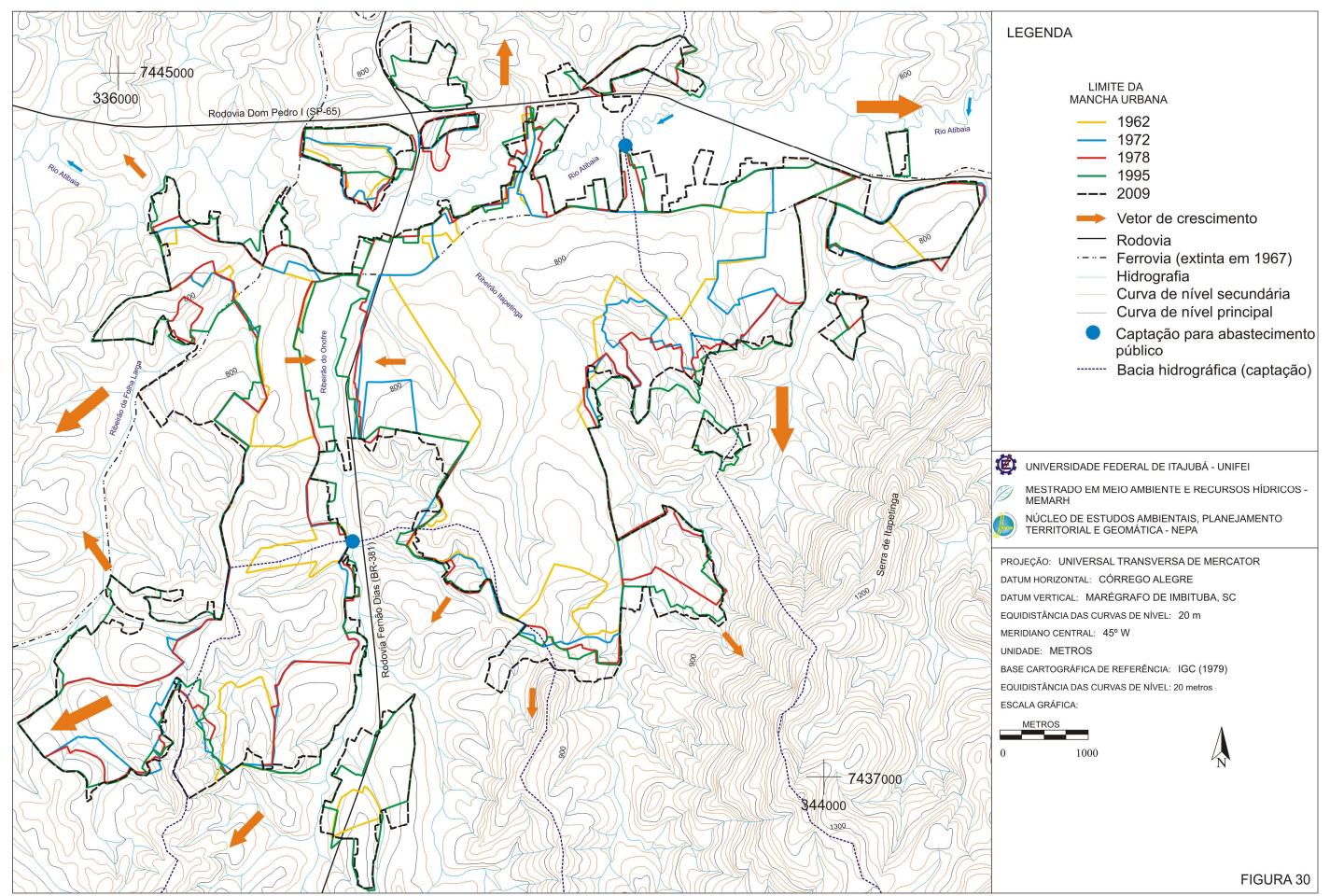


Figura 30 - Sobreposição das manchas urbanas.

Ainda, pelo mapa da Figura 30 vê-se o avanço da urbanização sobre a várzea do rio Atibaia. Essas áreas sempre estiveram sujeitas às inundações, chegando a interromper o transporte da extinta ferrovia, conforme relata Zanoni (2005). Entretanto, no início dos anos 1970, foram construídas duas represas do sistema Cantareira nos rios Cachoeira e Atibainha, formadores do rio Atibaia, concorrendo para a regularização das vazões deste. O rio Atibaia deixou de ter cheias freqüentes, criando uma falsa sensação de segurança que favoreceu a ocupação da várzea. Contudo, as represas concebidas para o abastecimento da grande São Paulo não foram capazes de barrar as cheias maiores de 1983 e 2009, causando prejuízos à população, principalmente em 2009, com a urbanização consolidada próxima ao rio. Outro fato que agrava o problema foi o estreitamento da calha do rio Atibaia, perceptível pelas imagens multitemporais, após décadas de pequenas vazões liberadas pelo sistema Cantareira o rio perdeu capacidade hidráulica, havendo hoje enchentes mediante menores vazões.

Admitindo-se a altitude 745 m como limite da várzea do rio, quantificou-se a expansão sobre esta área, chegando ao valor atual de 2,26 km², que representa 6,2% da malha urbana total (Figura 31). O intervalo de 1972 a 1978 foi o que registrou maior ocupação destas terras, justamente após a construção das represas do sistema Cantareira. Nesta época, o Código Florestal de 1965 já assegurava a proteção dos cursos d'água por meio das áreas de proteção permanente (APP's). Após 1978, prossegue a urbanização na várzea sob um ritmo menor, com um leve aumento após 1995, inclusive com incentivo do poder público, ao ali instalar o fórum da cidade em 2005. Não foram observadas as disposições contidas na lei federal 6.766, de 1979, que proíbe o parcelamento do solo urbano em áreas sujeitas a inundações e em áreas de preservação ecológica, nem a resolução CONAMA 303 de 2002 que regulamenta a delimitação de APP's<sup>6</sup>.

A prevalência do interesse imobiliário, a conivência do poder público e o descumprimento da legislação vigente resultaram em prejuízos imensos à população estabelecida nessas áreas e à toda municipalidade, uma vez que coube à Prefeitura providenciar os recursos de assistência quando dos eventos hidrológicos extremos. O plano diretor de 2006, anterior às enchentes de 2009, engloba no perímetro urbano a quase totalidade da várzea do rio Atibaia, o poder público percebeu seu erro histórico e desistiu da construção de uma nova rodoviária próxima ao rio. Contudo a alteração do perímetro urbano retirando-o do leito de inundação do rio é a única demonstração concreta de que está disposto a mudar a situação.

-

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Paes (2010) relata que as APP's ao longo de cursos d'água devem ser delimitadas a partir do nível atingido pela cheia sazonal, a autora cita metodologia disponível em Dupas (2009) para tal.

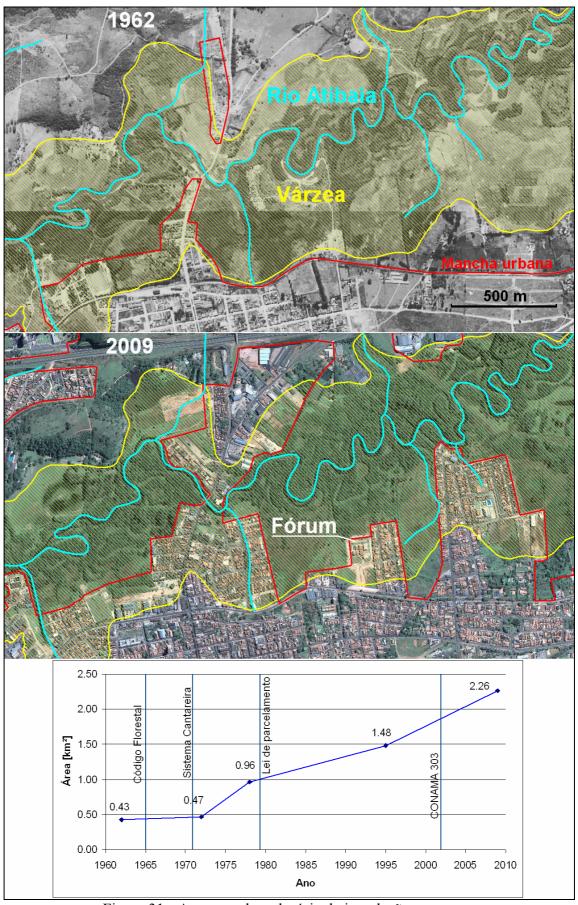


Figura 31 - Avanço sobre planície de inundação.

### **6.2. VAZIOS URBANOS**

A quantificação total realizada de vazios urbanos é apresentada na Figura 32. Verificase que o ano de 1972 age como separador, existindo antes desta data uma fase onde o total de vazios cresce e, depois dela, uma fase de queda nesta quantidade. Essa queda, que coincide com o aumento da curva de população (Figura 28), não significa que os vazios deixaram de ser criados, mas que a velocidade de sua ocupação supera a de seu surgimento.

Ainda na Figura 32, o percentual de vazios urbanos (PVU) revela a diminuição da participação dos vazios na malha urbana ao longo do tempo, sendo que, nas datas iniciais, havia grande proporção de terras desocupadas na cidade, 67,4% em 1962, e 61% em 1972. A forte queda do PVU observada no período 1972-1978 também é reflexo do aumento vertiginoso da população urbana no período. Os vazios urbanos representam atualmente 21,30% da área urbanizada de Atibaia, patamar próximo dos citados em outros estudos: 23,94% na cidade de São José-SC (SANTOS, 2004), 26% em Santo André (ÁLVAREZ, 1994), 14,5% em Palmas (BAZOLLI, 2007), 50% em Araraquara (CINTRÃO, 2005), 32% na grande Buenos Aires, 21,7% em Quito e 11,4% em Santiago (CLICHEVSKY, 1999).

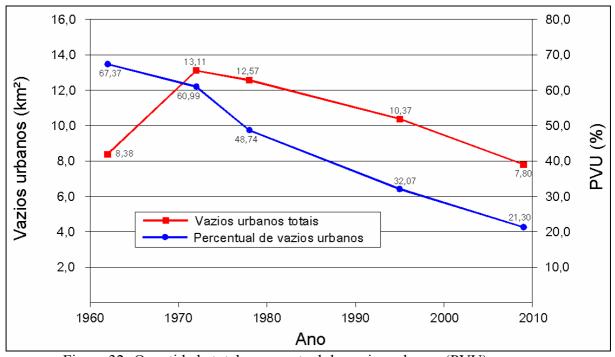


Figura 32- Quantidade total e percentual de vazios urbanos (PVU).

A redução, tanto do PVU como da quantidade total de vazios urbanos, representa um enorme avanço no aproveitamento dos recursos financeiros do poder público, pois se economiza com a implantação e manutenção de infraestrutura em novos parcelamentos.

Também significa redução dos impactos ambientais, uma vez que se evita a conversão de espaço rural em urbano, o que é benéfico para a boa qualidade dos recursos hídricos.

Dividindo-se, em cada data, a quantidade total de vazios pela população urbana obtém-se a razão de vazios urbanos por habitante (Figura 33), que ressalta a grande disponibilidade de terrenos vagos, indicando que a especulação imobiliária parcelou a cidade para uma demanda muito superior ao seu crescimento natural. Em 1962, havia a marca de 745 m² de vazio urbano por habitante, em 2009 esta proporção passou para 65m²/hab o que equivale a um lote de 260 m² para cada família com 4 pessoas da cidade. Entretanto, a grande queda ocorrida não significa que o patamar atual está bom, levando-se em conta que muitas das ocupações se deram em áreas inadequadas, o que obriga o poder público, em face da falta de planejamento, a provisionar recursos para as áreas de fragilidade.

Por outro lado a disponibilidade atual de terras desocupadas e servidas por infraestrutura na cidade (7,80 km²) é suficiente para realocar, com sobra de espaço, todos os bairros suscetíveis a inundações (2,26 km²), bastando para isso que o poder público promova a realocação destes bairros com auxílio de instrumentos do Estatuto da Cidade que visam coibir a especulação imobiliária (IPTU progressivo, edificação compulsória e desapropriação com títulos da dívida pública).

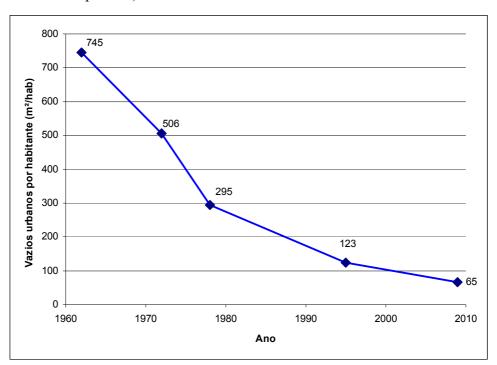


Figura 33 - Vazios urbanos por habitante.

De posse dos vazios urbanos em base georreferenciada, foi possível analisar a dinâmica de sua formação e de sua ocupação por meio de SIG; para isso, as cinco datas foram

transformadas em quatro períodos (1962-1972, 1972-1978, 1978-1995 e 1995-2009) e para cada período foram contabilizados os vazios urbanos que permaneceram, os que foram ocupados e os que surgiram. Essas informações são mostradas da Figura 34 à Figura 37.

Percebe-se que o período de 1962-1972 (Figura 34) foi marcado pela intensa criação de novos vazios urbanos na forma de loteamentos residenciais e parcelamentos voltados ao estabelecimento de chácaras na região sudoeste da cidade. A pouca ocupação ocorrida se concentra nas regiões próximas do centro e do bairro Caetetuba. Neste último, já havia um núcleo de ocupação lindeiro à estação de trem de mesmo nome. Ao sul, nota-se o bairro Jardim Centenário como tendo sido ocupado totalmente; na verdade, o bairro desapareceu da mancha urbana no intervalo e a álgebra de mapas quantificou como ocupação. Marcante é a permanência dos vazios urbanos no intervalo: 77% dos vazios urbanos de 1962 assim estavam 10 anos depois.

O período seguinte (1972-1978, Figura 35), apesar de curto, demonstra grande ocupação dos terrenos vazios centrais, de loteamentos de chácaras no sudoeste e de casas de temporada no sul-sudeste. A abertura de novos loteamentos diminui em relação ao período anterior, porém surgem alguns descontínuos à malha urbana principal. É possível perceber o surgimento de vazios dentro da área urbana consolidada decorrentes da conversão de propriedades rurais e supressão de áreas verdes. Apesar da alta ocupação, é também alta a permanência dos terrenos vagos, sendo que 69% dos que haviam em 1972 continuaram existindo em 1978.

Entre 1978 e 1995, ocorre a ocupação generalizada do solo urbano (Figura 36), devido em parte ao grande intervalo de tempo analisado (17 anos). Surgem vazios urbanos em bairros desconectados à trama urbana, um grande vazio é visto a nordeste da cidade, decorrente da desocupação de um aeroclube. Mais loteamentos de chácaras aparecem a sudoeste, motivados pela escassez de terras para este fim. Cerca de 47% dos vazios urbanos de 1978 persistiram até 1995, uma grande redução em relação aos períodos anteriores.

No intervalo mais recente, de 1995 a 2009 (Figura 37), mantém-se a tendência de ocupação dos terrenos vazios na forma de pequenos lotes nas regiões mais adensadas e de áreas maiores nas regiões periféricas. Surgem novos bairros contíguos aos existentes, com destaque para o residencial Nova Atibaia a oeste, que injeta grande estoque de vazios urbanos à mancha urbana. 45% dos vazios de 1995 permaneceram nesta situação até 2009, permanência próxima do período anterior e menor do que a registrada nos períodos 1962-72 e 1972-78. Ainda assim, quase metade dos vazios persistiram por ao menos 14 anos na mancha urbana

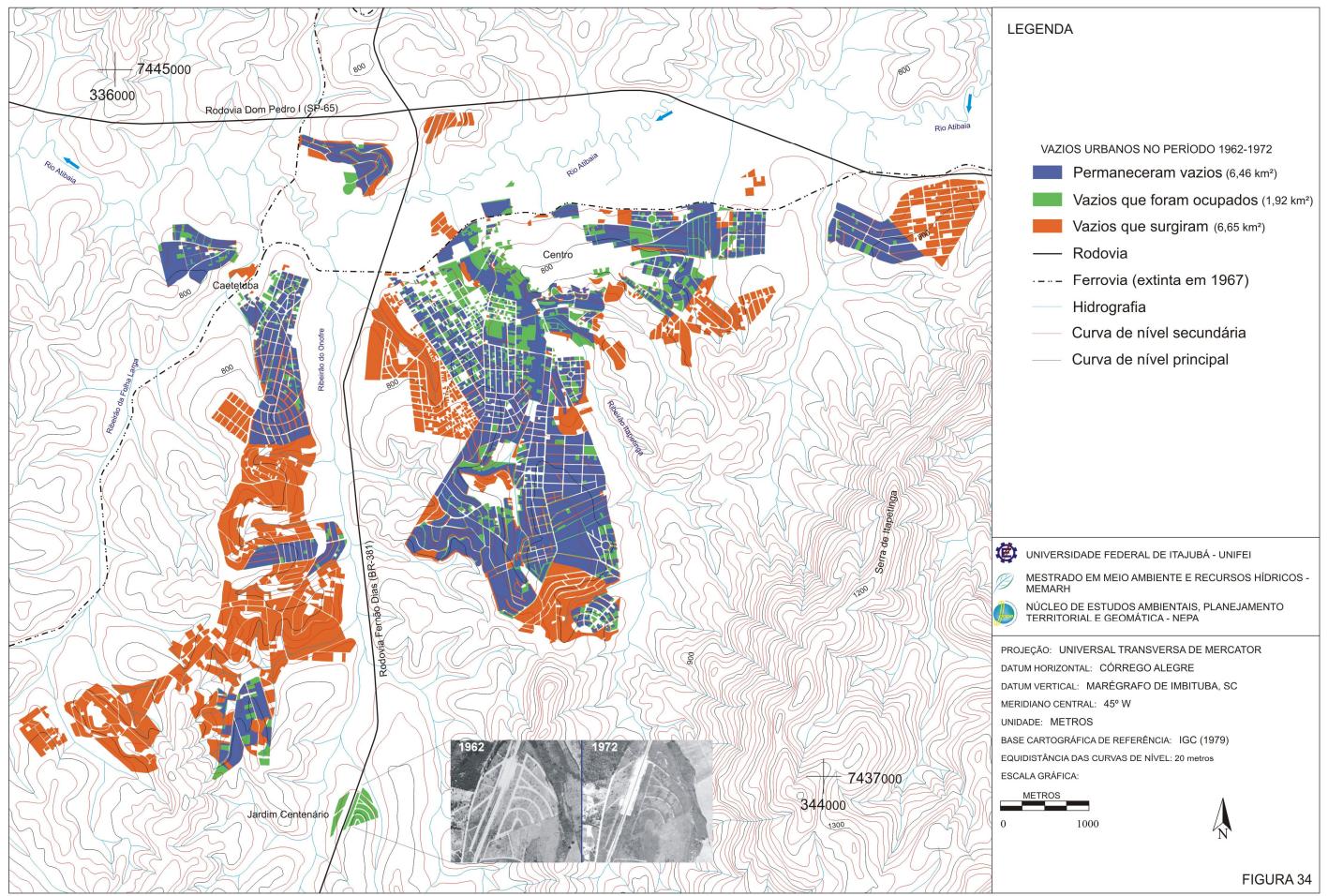


Figura 34 - Evolução dos vazios urbanos entre 1962 e 1972.

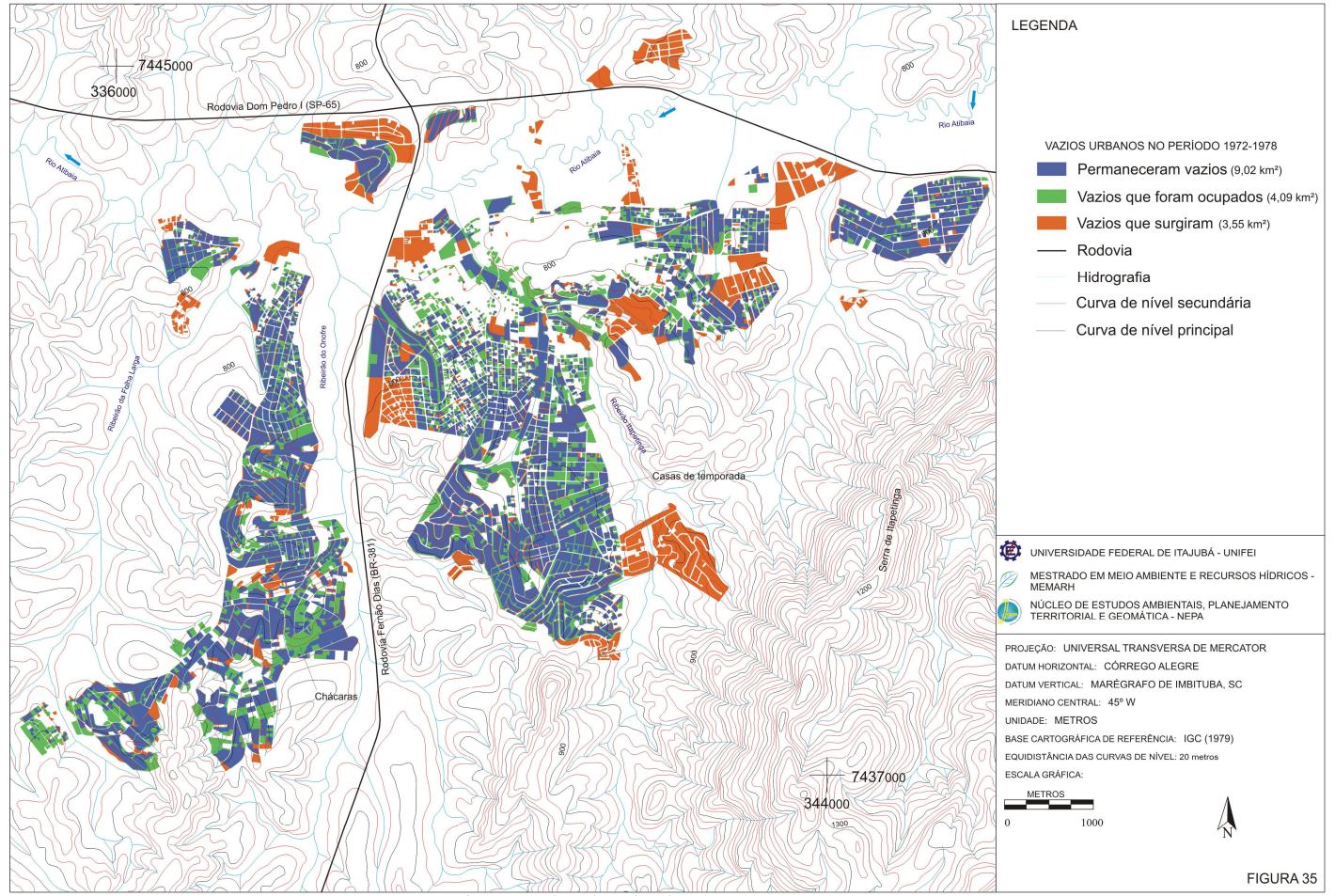


Figura 35 - Evolução dos vazios urbanos entre 1972 e 1978.

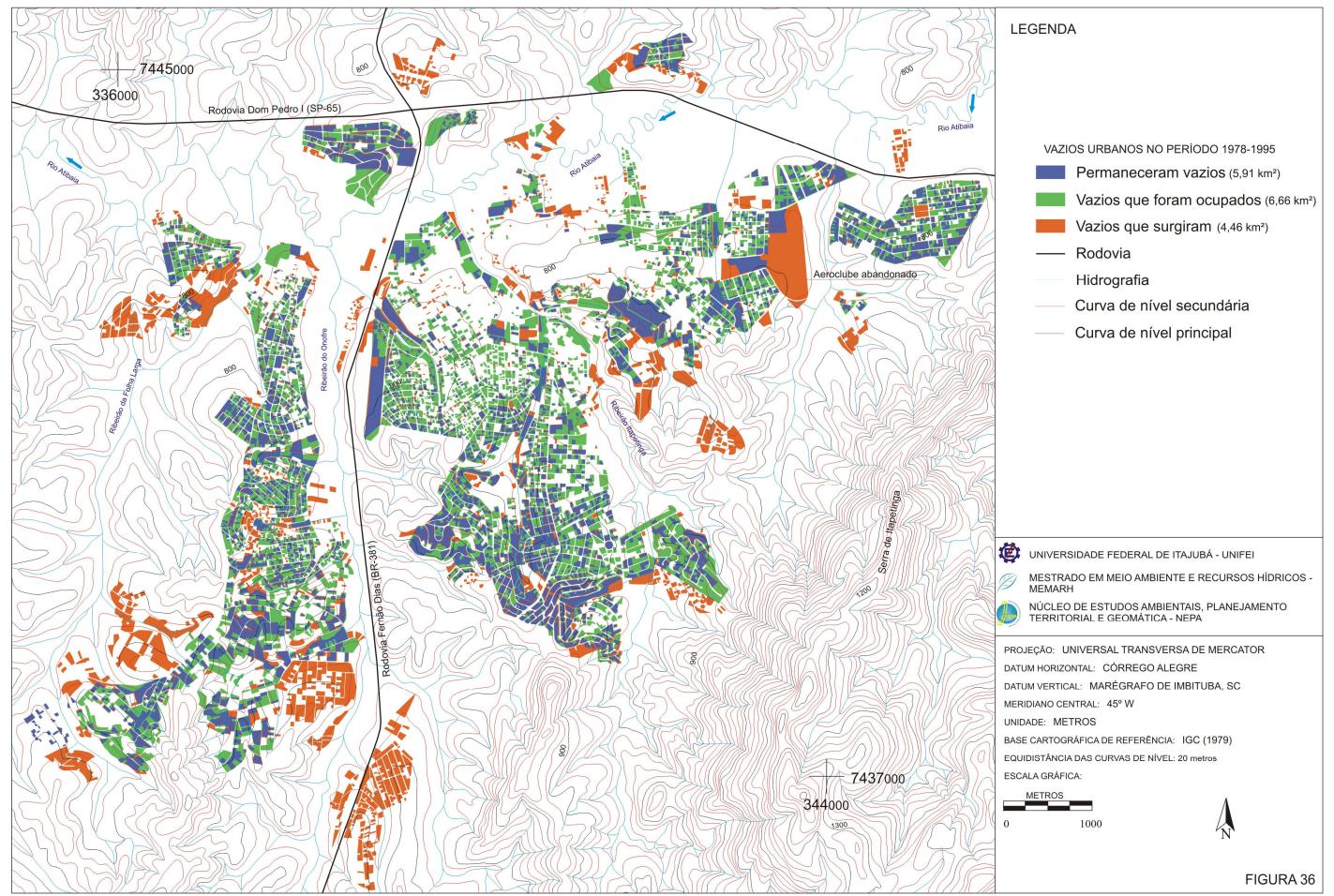


Figura 36 - Evolução dos vazios urbanos entre 1978 e 1995.

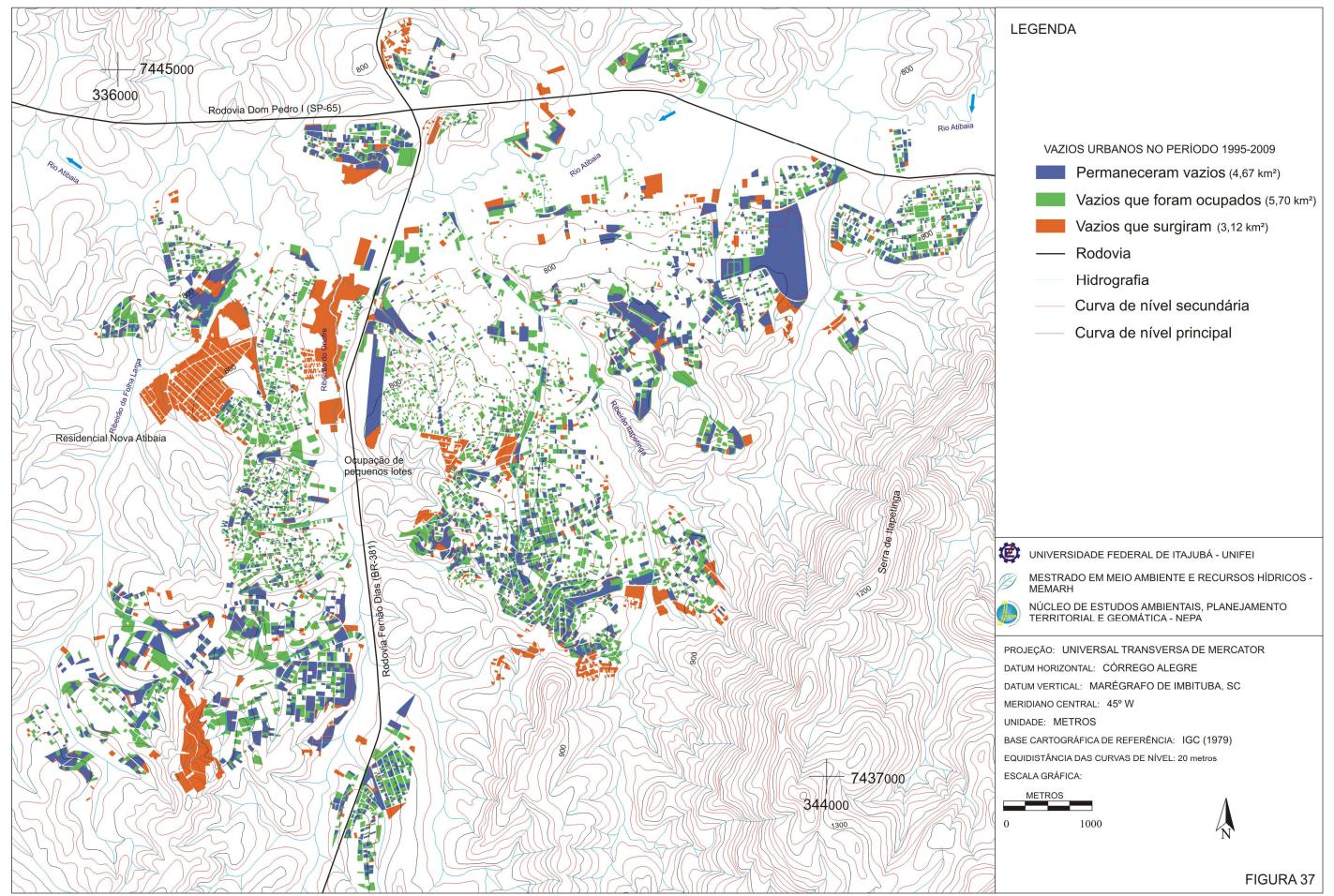


Figura 37 - Evolução dos vazios urbanos entre 1995 e 2009.

Analisando a dinâmica de formação dos vazios urbanos nestes quatro períodos, podese chegar às mesmas conclusões de Álvarez (1994) que afirmou não serem os mesmos terrenos que permanecem vagos na dinâmica de produção da cidade, a necessidade de acumulação do capital imobiliário os cria e recria. Todavia as análises com SIG mostram que a despeito das ocupações e surgimentos de novos vazios urbanos, uma grande parte deles permanece inalterada, e os com topografía desfavorável demoram mais a serem ocupados.

Em linhas gerais, a evolução dos vazios urbanos ocorre de maneira que no estágio inicial do núcleo urbano existe uma ocupação consolidada com base no crescimento gradual da cidade, a expansão urbana acontece contígua ao centro histórico. Esse quadro começa a mudar principalmente com a difusão do automóvel, que no Brasil ocorre por volta dos anos 1940. Surgem então novos parcelamentos distantes do centro da cidade, acompanhados pela abertura de novas vias de acesso, uma oferta de terras muito superior às demandas habitacionais existentes, chegando a existir mais terrenos vagos que ocupados. Uma parte significativa das terras urbanas é mantida livre de edificações por muitos anos, aguardando valorização imobiliária. Com o tempo, os vazios urbanos são ocupados e as grandes glebas são fragmentadas em lotes menores. Os loteadores se voltam, então, para as rodovias que atravessam o município e promovem a criação de parcelamentos residenciais cada vez mais afastados e esparsos, aumentando a distância entre os habitantes e os principais equipamentos públicos (hospitais, escolas, mercados, etc.).

No mapa apresentado na Figura 38, são mostrados os vazios urbanos existentes em 2009, classificados quanto à sua data de surgimento<sup>7</sup>. Atenta-se para o fato de que 10,8% dos vazios urbanos de 2009 estão nesta situação há 47 anos ou mais, 32,6% há mais de 31 anos. Estas terras, retidas para especulação, esperam para serem comercializadas no momento oportuno, agregando em seu valor todo o trabalho social construído ao seu entorno, conforme descreveram Villaça (1978a), Ebner (1997), Clichevsky (2001) dentre outros. O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) possui algumas disposições para evitar essas anomalias. Dentre elas, podemos citar quatro: 1 – parcelamento, edificação ou utilização compulsória; 2 - direito de preempção (preferência de compra pelo poder público); 3 - desapropriações com pagamento em títulos da dívida pública; 4 - IPTU progressivo no tempo, sendo as duas últimas as mais contundentes, com destaque para o IPTU progressivo, que prevê gradual aumento do imposto, até que o proprietário dê a seu imóvel a destinação prevista no plano diretor.

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> O elementos presentes na imagem de uma certa data surgiram num tempo anterior à mesma. Por simplificação, adotou-se como data de surgimento aquela em que o elemento aparece pela primeira vez. Exemplo: Um vazio urbano de 1972 e não presente em 1962, é contabilizado em 1972, embora tenha surgido no intervalo entre as duas

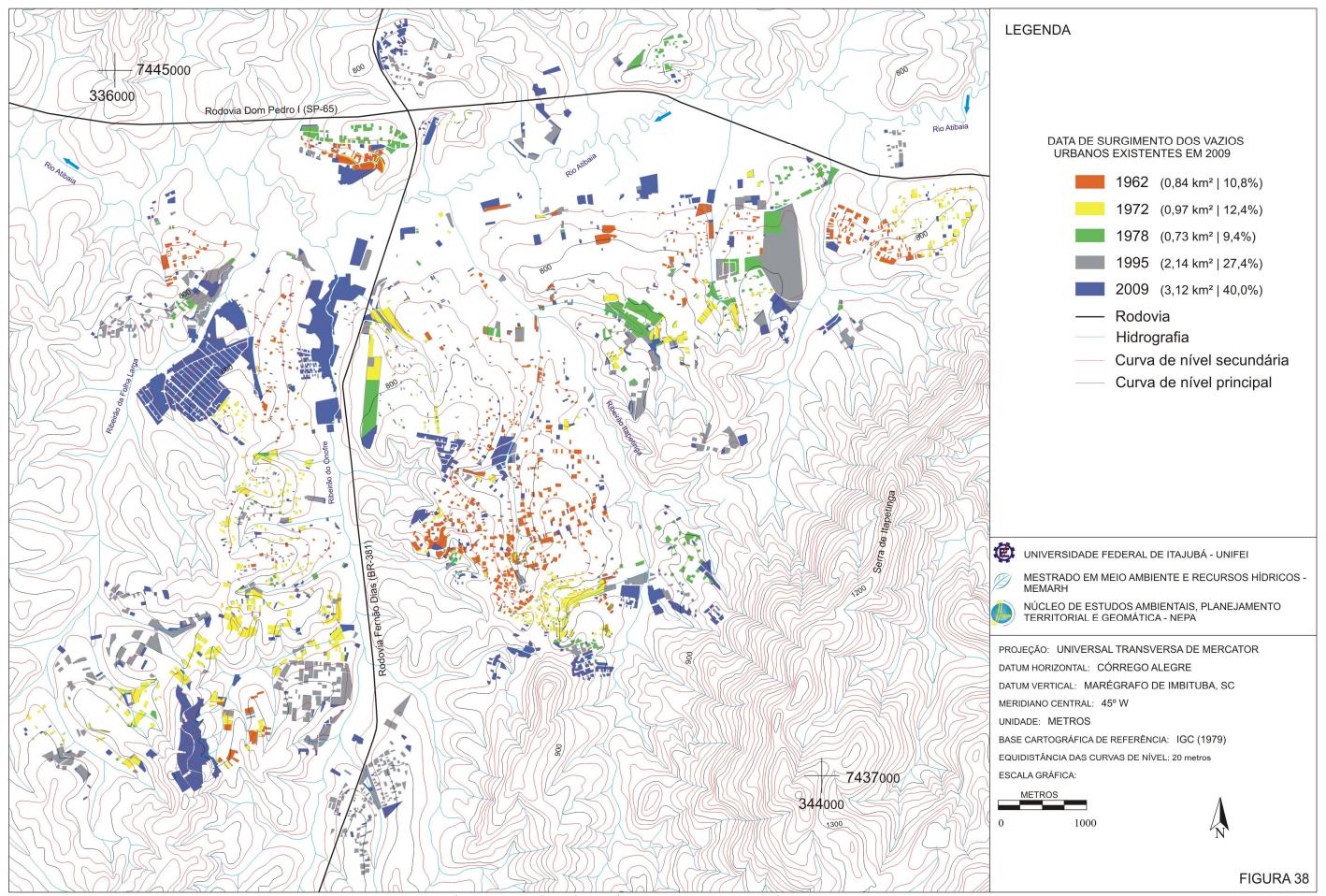


Figura 38 - Vazios urbanos de 2009 quanto ao seu surgimento.

Para o plano diretor da cidade (ATIBAIA, 2006), o elevado estoque de lotes ociosos, os grandes vazios urbanos, as áreas urbanas ocupadas com atividades rurais e os pólos urbanos não contíguos são os responsáveis pela baixa densidade populacional da cidade e geram ônus no tocante a provimento de serviços públicos (saneamento, eletricidade, malha viária, coleta de resíduos sólidos, etc.). Apesar de admitir os prejuízos causados pelos vazios urbanos à coletividade, em Atibaia são utilizados dois dos quatro principais instrumentos supracitados do Estatuto da Cidade: 1 - parcelamento, edificação e utilização compulsória; 2 - direito de preempção. Destes instrumentos, o parcelamento compulsório incidiu sobre 7 áreas contíguas à malha urbana, mas esta ação é questionável, uma vez que irá criar novos loteamentos, contribuindo para a expansão da mancha urbana e adição de mais lotes vazios, justamente o que Estatuto visa evitar. A edificação compulsória foi aplicada sobre quatro grandes vazios urbanos em áreas centrais, que representam apenas 1,66% dos vazios urbanos existentes na cidade. Quanto ao direito de preempção, o poder público demarcou algumas áreas prioritárias, onde pretende implantar alguma infraestrutura e lançou mão deste instrumento.

Com relação ao IPTU progressivo e demais instrumentos do Estatuto da Cidade, o texto do plano diretor se limita apenas a citá-los, delegando sua aplicação para legislação própria e fazendo ressalvas quanto às conseqüências econômicas de uma possível implantação. O que se percebe é a consciência dos problemas causados pelos vazios urbanos por parte dos planejadores; entretanto, sua liberdade de ação é limitada, dada a influência política dos especuladores imobiliários, o que dificulta a implantação do IPTU progressivo, o mais eficaz instrumento para promover a ocupação dos vazios urbanos na cidade de Atibaia.

O mercado imobiliário, atento às transformações advindas do Estatuto da Cidade, desenvolveu um modo de manter o processo de criação e reprodução de vazios urbanos. Por meio de influência na política municipal, cuidam para que o perímetro urbano seja inflado além do necessário para o crescimento natural da cidade. A municipalidade, por sua vez, utiliza o instrumento de parcelamento compulsório sobre as áreas objeto de interesse dos loteadores. Ambos são beneficiados: o poder público municipal, por ter aplicado um importante instrumento legal para ordenamento urbano; os loteadores, por converterem uma área rural, mas dentro do perímetro urbano, em lotes com maior valor de venda. Somente a coletividade é prejudicada, por arcar com os custos de manutenção de uma área urbana espraiada e com baixa ocupação.

# 6.3. ÁREAS VERDES

A quantidade total de áreas verdes no tecido urbano aumentou no período estudado, passando de pouco mais de 0,17 para 1,66 km², entre 1962 e 2009 (Figura 39). Gonçalves (1994) afirma que, nas cidades pequenas, a proximidade com áreas rurais não suscita maiores preocupações com a criação e manutenção de áreas verdes. Essa seria uma das razões para a pouca quantidade de áreas verdes em Atibaia no ano de 1962. O aumento de áreas verdes foi maior nas décadas de 1960 e 1970 e vem decaindo desde então, havendo grande correlação entre a quantidade de áreas verdes e a área ocupada pela mancha urbana (Figura 28 e Figura 39). De fato, muitas das áreas verdes são remanescentes de mata englobados pelo crescimento urbano.

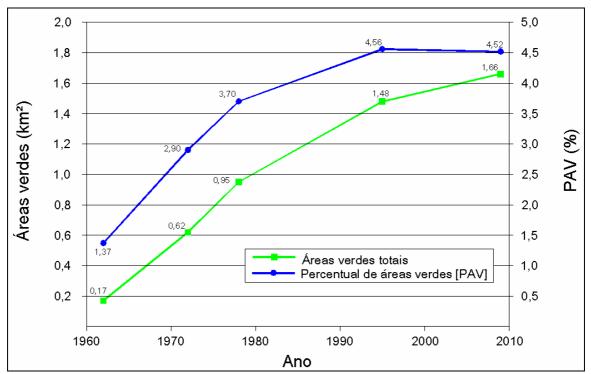


Figura 39 - Quantidade total e percentual de áreas verdes (PAV).

Ainda pela Figura 39, percebe-se que, em termos percentuais, também houve aumento da participação das áreas verdes na área urbana; entretanto, nas duas últimas datas analisadas, o percentual se manteve estável na casa dos 4,5%, significando que a criação dessas áreas acompanhou proporcionalmente o aumento do tecido urbano. A situação de Atibaia ainda é mais confortável do que a relatada por Nucci (2008) no distrito de Santa Cecília, em São Paulo, onde as áreas verdes representam 1,37% da superfície, valor considerado baixo pelo próprio autor. Porém, deve-se ressaltar que a densidade demográfica do local é de 29.000 hab/km².

Se por um lado, as áreas verdes cresceram em quantidade e porcentagem, o mesmo não ocorreu com o Índice de Áreas Verdes (IAV) que teve uma alta entre 1962 e 1972, e desde então, registra queda linear (Figura 40). Essa queda se deve ao aumento vertiginoso da população urbana, que é o denominador do índice. Costa (2004), que estudou a evolução da cobertura vegetal de Piracicaba entre 1940 e 2000, detectou que o índice de áreas verdes é muito variável ao longo do tempo, devido aos aumentos significativos da população. Segundo Toledo, Mazzei e Santos (2009) o IAV de Uberlândia passou de 7,6 para 6,6 m²/hab entre 2000 e 2006, pois a população aumentou em quase 100 mil habitantes no período e a criação de áreas verdes não acompanhou esta taxa. O atual IAV de 13,9 m²/hab é o menor da série histórica em Atibaia, com o agravante de que hoje a mancha urbana é maior, o que faz crescer a distância entre o morador e as áreas de paisagem natural, e segundo Gonçalves (1994), a criação de áreas verdes é mais difícil, na medida em que se consolida a urbanização.

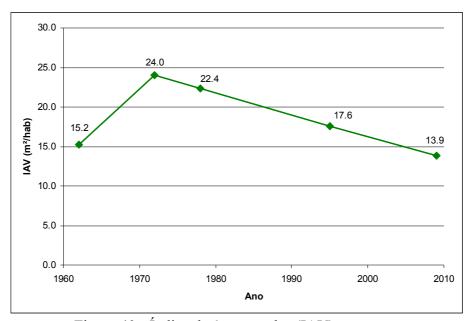


Figura 40 - Índice de áreas verdes (IAV).

Guzzo et al. (2006) citam o valor de 15 m²/hab como índice mínimo a ser praticado nas cidades brasileiras, segundo a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, estando Atibaia pouco abaixo deste valor, mas com fácil possibilidade de superá-lo, mediante implantação de novas áreas verdes e manutenção das existentes. A cidade possui um IAV maior do que os 2,59 m²/hab calculados por Henke-Oliveira (1996) para São Carlos, e menor do que os 16 m²/hab auferidos por Costa (2004) para Piracicaba, no ano 2000.

Também com o SIG, foi estudada a evolução espaço-temporal das áreas verdes, da mesma maneira que foi realizada na análise da evolução dos vazios urbanos, agrupando em quatro intervalos as cinco datas existentes. As transformações ocorridas foram classificadas

em cinco tipos: 1- Áreas verdes que permaneceram nesta situação; 2 – Áreas verdes que se tornaram vazios urbanos; 3 – Áreas verdes suprimidas para outros usos (áreas construídas, sistema viário, etc.); 4 – Vazios urbanos convertidos em áreas verdes; 5 – Outros usos que se tornaram áreas verdes (inclui áreas verdes incorporadas pelo avanço da mancha urbana). Os mapas resultantes são apresentados da Figura 41 à Figura 44.

Logo no primeiro intervalo, entre 1962 e 1972, percebe-se o quão mutáveis são as áreas verdes ao longo do tempo, somente uma pequena parcela (32,7%) permaneceu nesta condição durante os 10 anos decorridos (Figura 41). O surgimento de áreas verdes se deu principalmente pelo avanço da mancha urbana sobre remanescentes de mata que a ela foram incorporados, alguns vazios urbanos em áreas com topografia íngreme e não adequadas para ocupação foram relegados por si só, nos quais cresceu vegetação predominantemente arbórea. Mais de 40% do verde de 1962 foi suprimido para dar lugar a vazios urbanos, e 26,5% para outros usos como áreas edificadas.

No período seguinte (1972-1978, Figura 42), aumenta a proporção das áreas verdes que permanecem inalteradas (62,3% das AV's de 1972), em parte pelo curto tempo decorrido. Prossegue o processo de transformação de vazios urbanos em áreas verdes, majoritariamente dos locais não favoráveis à ocupação. O crescimento do tecido urbano incorpora mais áreas verdes, de tal maneira que é possível reconhecer as linhas do arruamento nas AV's do bairro Maristela II, denotando que o empreendimento seccionou um remanescente florestal e que apesar de serem contabilizadas como áreas verdes não foram planejadas para essa função. Este exemplo demonstra que a grande maioria das áreas verdes são resquícios, verdadeiros enclaves da paisagem original, frágeis frente à urbanização, com poucas garantias de permanência na trama urbana, explicação para tanta supressão vegetal no decorrer do tempo. Por outro lado, neste intervalo, a supressão de AV's diminui em relação ao anterior, 47,5% das AV's eliminadas deram lugar a vazios urbanos, e 52,5% foram ocupadas.

Apenas 35% das áreas verdes de 1978 continuaram a existir em 1995 (Figura 43). A parcela restante foi transformada em espaços construídos (38%) e terrenos vagos (27%). No mesmo período, a mancha urbana adquire quase o dobro das AV's que perdeu. A desvantagem é que a supressão se dá nas áreas mais internas, que ficam cada vez mais impermeabilizadas, e o surgimento acontece nos limites da estrutura urbana, onde estão suscetíveis à remoção para outros usos. Esse quadro é amenizado por surgirem, no interior da trama urbana, algumas áreas verdes em propriedades particulares, e outras que são estabelecidas pelo poder público, na forma de uma ou outra praça.

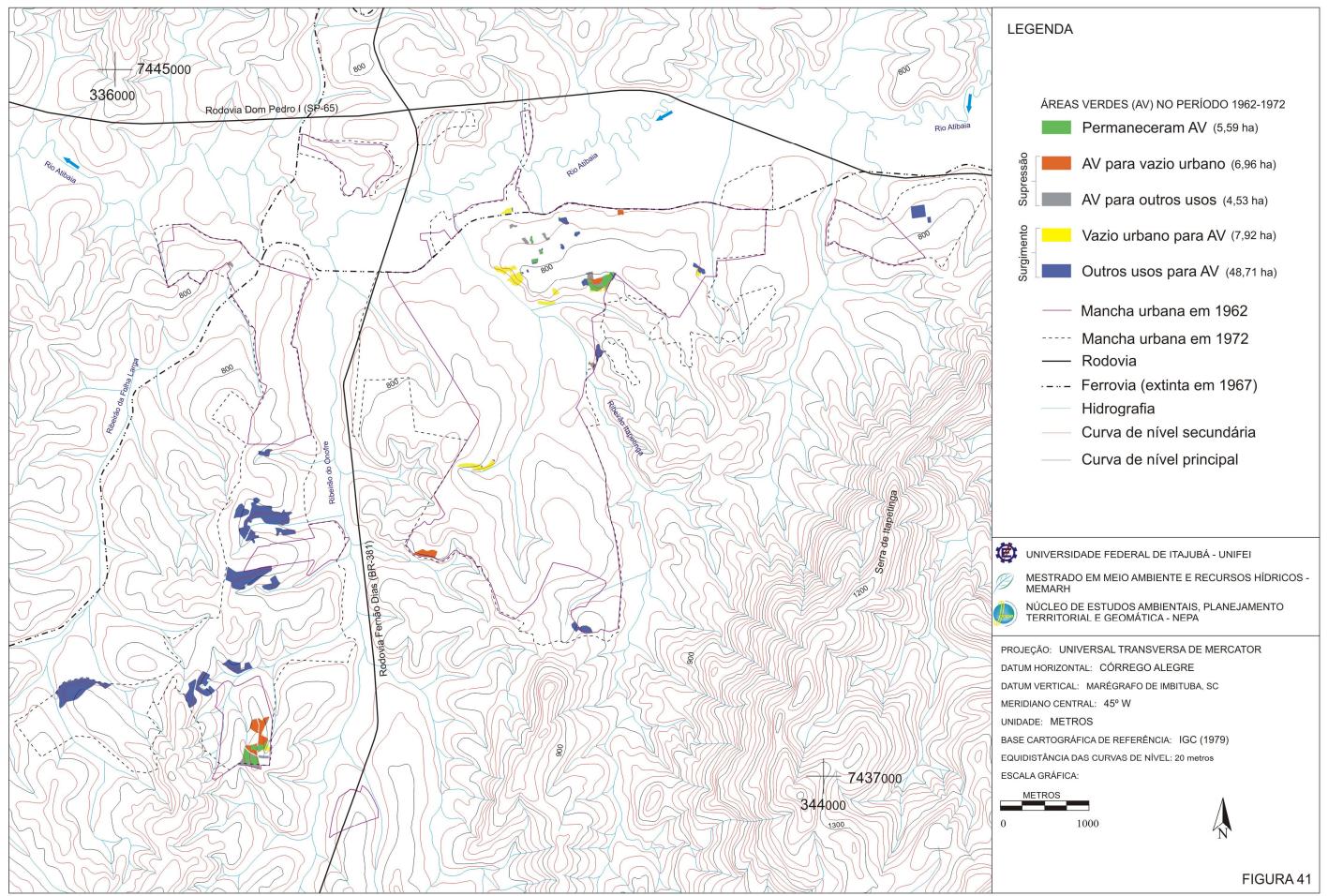


Figura 41 - Dinâmica das áreas verdes entre 1962 e 1972.

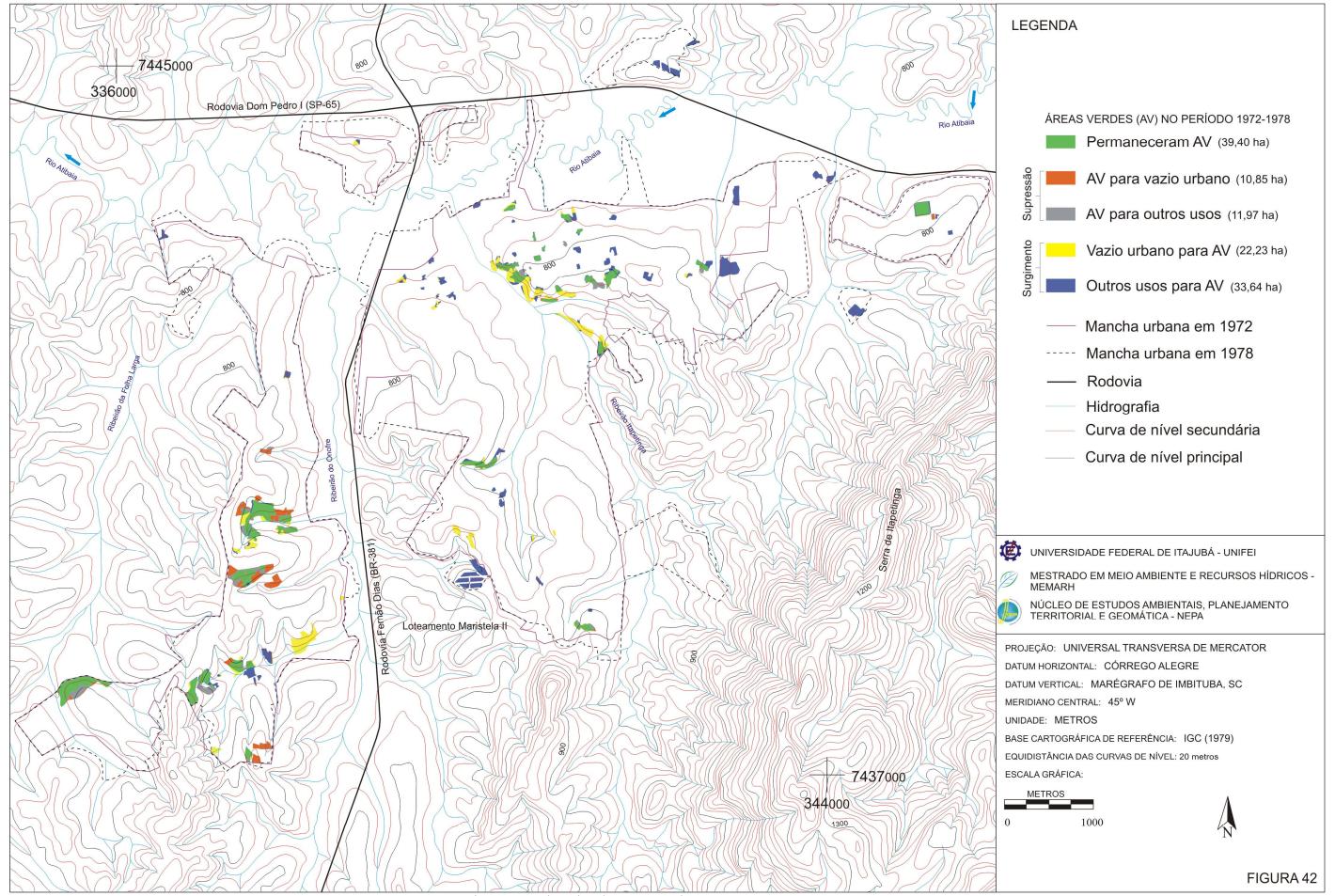


Figura 42 - Dinâmica das áreas verdes entre 1972 e 1978.

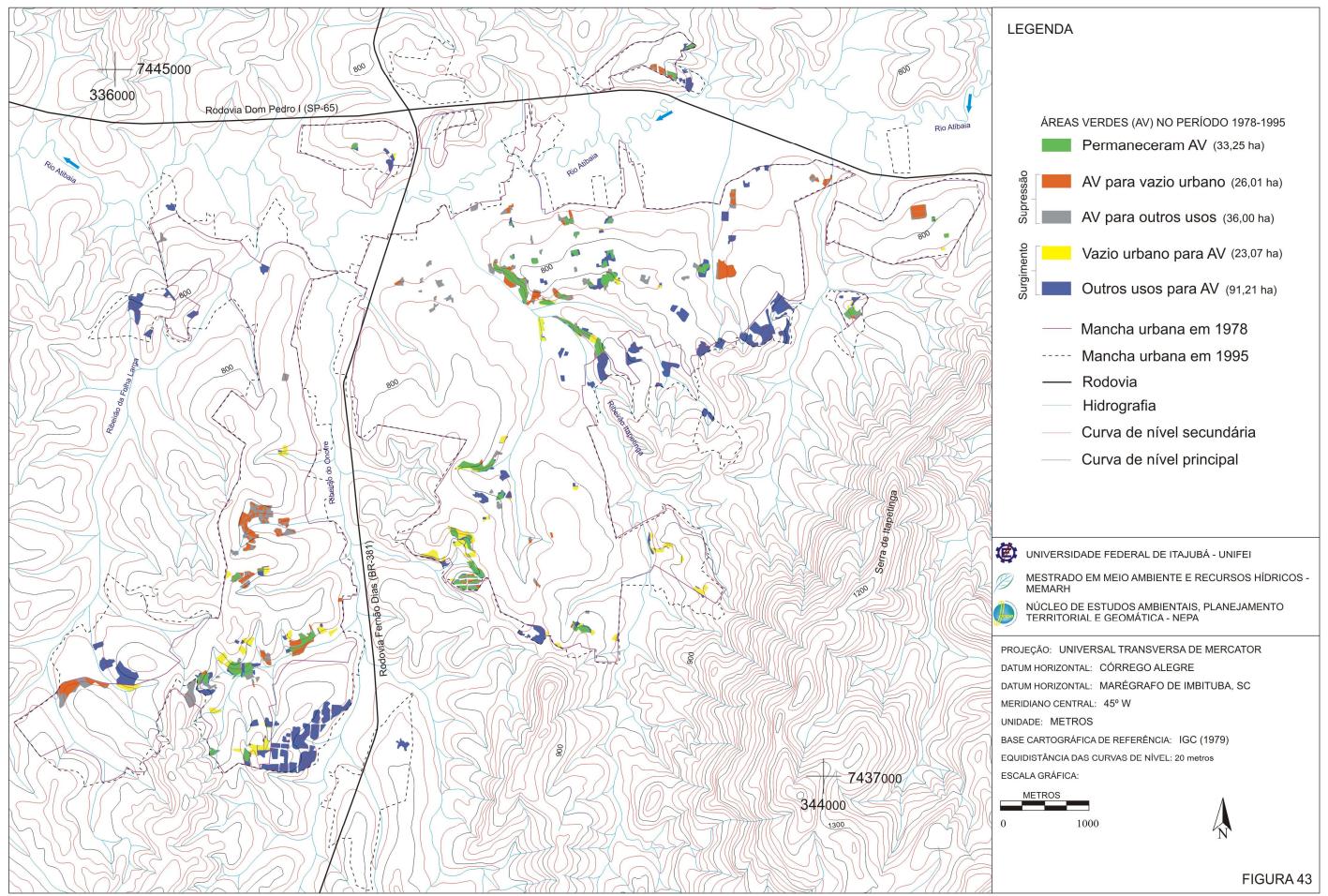


Figura 43 - Dinâmica das áreas verdes entre 1978 e 1995.

No período mais recente (1995-2009, Figura 44), cerca de 59% das áreas verdes existentes em 1995 permaneceram até 2009; porém, foram registradas supressões significativas para dar lugar a áreas edificadas e do sistema viário. No mesmo período diminui a eliminação de áreas verdes para vazios urbanos, e continuam a ser incorporadas áreas verdes pela expansão urbana. A julgar pelos períodos anteriores, pode-se afirmar que metade das áreas verdes existentes em 2009 serão suprimidas até 2025.

De maneira geral, a evolução das áreas verdes urbanas se processa de forma que no seu estágio inicial, o núcleo urbano pequeno e adensado possui poucas áreas verdes e o fácil contato com o meio rural não gera maiores necessidades de sua criação. Com o crescimento da trama urbana, alguns remanescentes de vegetação arbórea são incorporados nas regiões de expansão, porém, são áreas efêmeras e facilmente sujeitas à supressão para dar lugar a vazios urbanos e espaços construídos; ao mesmo tempo, no interior do tecido urbano, cresce vegetação arbórea nos terrenos inadequados à ocupação. O poder público contribui para implantação de praças, parques e afins e algumas áreas particulares se arborizam por sua conta (grandes jardins, chácaras, sítios, etc.). Com o passar do tempo, havendo menor ritmo de expansão e consolidação da área urbana, consolidam-se também as áreas verdes que atravessaram o turbulento processo de sua formação, tendendo a assim permanecer, pois adquiriram importância nas áreas impermeabilizadas que as circundam.

Na Figura 45, as áreas verdes de 2009 são classificadas quanto à sua data de surgimento. Nota-se que apenas 14,2% das áreas verdes de hoje surgiu em 1978 ou antes, o que demonstra que essas áreas surgem e são suprimidas em grande escala, metamorfoses maiores do que as que acontecem com os vazios urbanos que são regidos pelas leis de mercado. Isso ocorre, porque a maioria das áreas verdes da cidade são de propriedade particular e faltam incentivos para a proteção, manutenção e criação desses espaços tão importantes para o ambiente urbano. Além do mais, a presença de vegetação constitui impedimento à urbanização de uma área; por isso, foram registradas supressões vegetais para dar lugar a vazios urbanos. É necessário que o plano diretor evite a autorização de loteamentos em áreas com remanescentes de mata, desenvolva mecanismos de proteção para as áreas verdes existentes e invista na criação de novas áreas verdes nas regiões deficitárias, lançando mão, se necessário, da desapropriação de vazios urbanos existentes em grande monta.

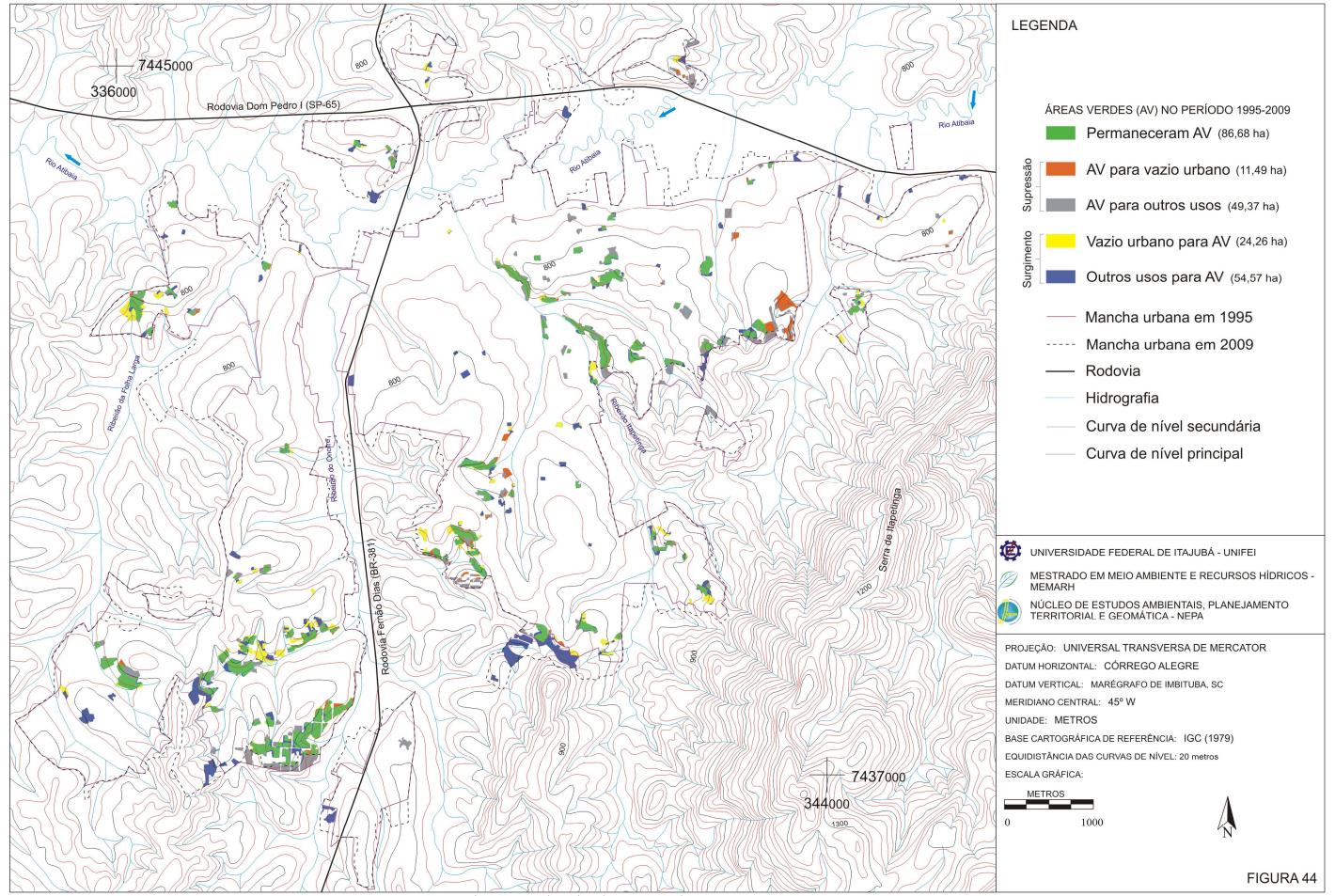


Figura 44 - Dinâmica das áreas verdes entre 1995 e 2009.

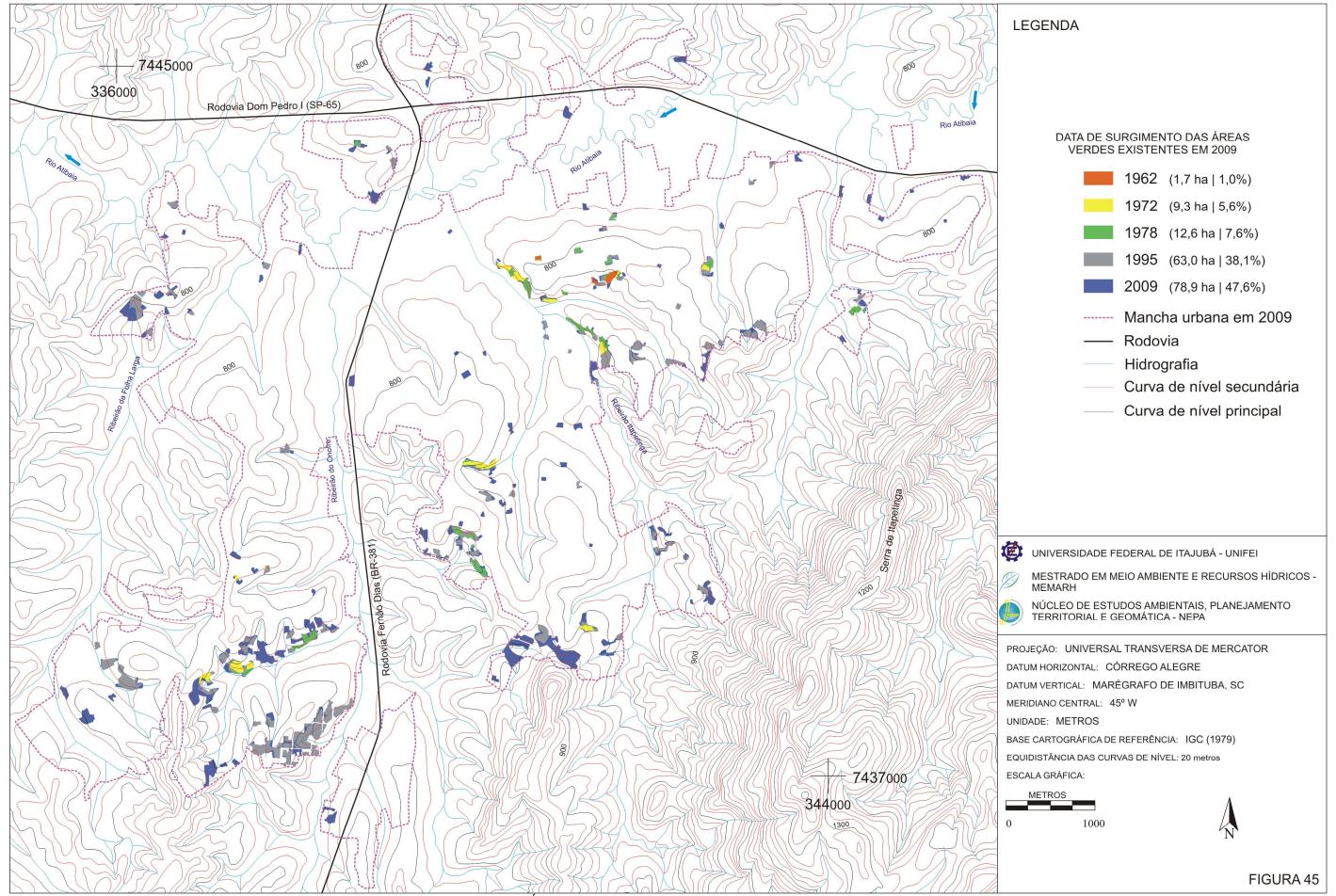


Figura 45 - Áreas verdes de 2009 quanto ao seu surgimento.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando imagens aéreas e de satélite de diferentes datas foi possível criar uma base de dados georreferenciada para se mensurar a expansão urbana, as áreas verdes e os vazios urbanos. A inserção destas informações em SIG permitiu detectar os vetores de crescimento urbano, a distribuição dos vazios urbanos e das áreas verdes e sua dinâmica (ocupação, permanência, supressão, etc.).

O crescimento urbano de Atibaia, guiado pelos interesses do setor imobiliário, resultou no aumento da mancha urbana de 12,43 para 36,61 km² entre 1962 e 2009, aumento de 195%. A cidade vem sendo parcelada para uma demanda muito acima do seu crescimento natural, gerando grande quantidade de vazios urbanos que encarecem sua manutenção. Atualmente se percebe a continuidade deste processo com apoio do poder público, pois o plano diretor de 2006 estabelece um perímetro urbano de 187 km² frente aos 36,61 km² ocupados pela mancha urbana (19,6%), o que favorece a criação de novos loteamentos.

O predomínio das leis de mercado com anuência do poder público já causou prejuízos à cidade por meio da ocupação das várzeas do rio Atibaia que geraram episódios de enchentes. Entretanto, está em curso um processo inicial de ocupação à montante dos mananciais de água da cidade, que se não for revertido causará decréscimo da qualidade das águas e até mesmo inviabilização dos mananciais, trazendo escassez na já fragilizada bacia do rio Atibaia. Sugerem-se duas medidas ao poder público para correção destas distorções: (i) redução do atual perímetro urbano de 187 km² para um valor a ser ainda estudado, mas pouco acima dos 36,61 km² da mancha urbana, de modo a se obter um aumento gradual e equilibrado da área urbana; (ii) redirecionamento do referido perímetro para além das áreas de manancial e das regiões sujeitas à inundações;

A exemplo de outros casos brasileiros estudados, verificou-se adensamento na área urbana, que em 1962 possuía 67,37% de vazios urbanos e 21,30% em 2009. Com emprego de SIG foi possível constatar que muitos desses terrenos assim permanecem, à espera de valorização, por três, quatro e até cinco décadas; porém a população residente é quem sustenta indiretamente esta valorização ao arcar com os custos de manutenção da cidade. Para a redução dos vazios urbanos sugere-se: (i) implantação do IPTU progressivo e (ii) a não aprovação de mais loteamentos, salvo os que se destinarem a parcelar os vazios existentes na mancha urbana. A atualização da planta genérica de valores (PGV) elevaria os impostos de

todas as propriedades urbanas, e, por não incidir somente sobre os vazios urbanos, traria impactos à coletividade; portanto os instrumentos do Estatuto da Cidade são os mais indicados para diminuição da quantidade de vazios.

Por outro lado verifica-se baixa quantidade de áreas verdes urbanas, que em 1962 correspondiam a 1,37% da área urbana e 4,52% em 2009. Com tudo, o IAV diminuiu no mesmo período, saindo de 15,2 m²/hab em 1962, atingindo um ápice em 1972 com 24 m²/hab, caindo para 13,9 m²/hab em 2009. A cidade incorporou muitos remanescentes florestais em seu processo de crescimento, que não foram previstos para servir como área verde, dessa maneira registrou-se muita supressão dessas áreas ao longo do tempo, contribuiu para isso a falta de planejamento que não cria condições para existência e permanência das áreas verdes urbanas. De maneira a melhorar este quadro propõe-se criação de áreas verdes públicas nas regiões mais deficitárias deste melhoramento público, prioritariamente em áreas degradadas e de fragilidade ambiental (várzeas, encostas íngremes, locais com solo exposto e erosão) de maneira a recuperá-las agregando verde à mancha urbana; se necessário o poder público pode também recorrer à desapropriação dos vazios urbanos existentes para criação de áreas verdes.

No decorrer deste estudo surgiram inúmeras ideias a serem incluídas no escopo, entretanto, foi imperativo focalizar o tema central. A primeira dessas ideias é a de atualização desta pesquisa, utilizando a mesma metodologia para a análise do crescimento, dos vazios e das áreas verdes urbanas para os anos subseqüentes (2020, 2030, etc.) ou para datas anteriores (1950, 1940, etc.). Também sugerem-se os seguintes temas para trabalhos futuros<sup>8</sup>:

- Impactos do IPTU progressivo no ordenamento urbano;
- Proposição de áreas adequadas ao crescimento urbano utilizando variáveis ambientais: Estudo de caso de Atibaia;
  - Causas do aumento da cobertura florestal na zona rural de Atibaia;
- Contribuições do sistema Cantareira para a conservação e a expansão da cobertura florestal nas bacias hidrográficas dos rios Atibainha e Cachoeira;
- Evolução da urbanização nas bacias hidrográficas de Atibaia e seu impacto na qualidade da água e potencialização de enchentes;
- Análise multitemporal do estreitamento da calha do rio Atibaia e sua correlação com a atualização das curvas-chave do posto fluviométrico de Atibaia.

0

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> O autor se dispõe a fornecer todo material desta pesquisa aos interessados, mediante contato via e-mail (sperandelli@yahoo.com.br).

## 8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B.; **A GIS assessment for urban sprawl in Richmond, Virginia**. 2005. 133p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksbourg, 2005.

ÁLVAREZ, I. A.; **Qualidade do espaço verde urbano**: uma proposta de índice de avaliação. 2004. 187p. Tese (Doutorado em Agronomia) — Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ÁLVAREZ, R.; **Os "vazios urbanos" e o processo de produção da cidade**. 1994. 146p. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

ARROWSMITH, J.; **Brazil** (World Atlas). Londres, 1832. Disponível em <a href="https://www.davidrumsey.com">www.davidrumsey.com</a>>. Acesso em 22/08/2009.

ATIBAIA. Lei complementar n°24, de 11 de setembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor da Estância de Atibaia para o período 2007/2006. **Imprensa Oficial da Estância de Atibaia**, Atibaia, SP, 7 out. 2006.

BAZOLLI, J. A.; **Os efeitos dos vazios urbanos nos custos de urbanização da cidade de Palmas-TO**. 2007. 154p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.

BORDE, A. L. P.; **Vazios urbanos**: perspectivas contemporâneas. 2006. 226p. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BOWLER, D. E.; BAYUNG-ALI, L.; KNIGHT, T. M.; PULLIN, A, S.; **Urban greening to cool towns and cities:** A systematic review of the empirical evidence. Landscape and Urban Planning, v. 97, p. 147-155, 2010.

BRANCO, M. L. G. C.; A geografia e os sistemas de informação geográfica. Revista Território (LAGET/UFRJ), v.1, n°2, p. 77-91, 1997.

BRASIL. Código Florestal, Lei Federal nº4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal.** Disponível em <www.planalto.gov.br>. Acesso em 02/01/2010.

BRASIL. Lei Federal nº6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.** Disponível em <www.planalto.gov.br>. Acesso em 07/08/2009.

BRASIL. Estatuto da Cidade, Lei Federal nº10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Disponível em <www.planalto.gov.br>. Acesso em 09/08/2009.

- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA. **Resolução nº303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em <www.planalto.gov.br>. Acesso em 02/01/2010.
- CAPPIELLA, K.; FRALEY-MACNEAL, L.; NOVOTNEY, M.; SCHUELER, T.; The next generation of stormwater wetlands. Center for Watershed Protection, Wetland & Watershed Article Series, Article 5, Ellicott City, 2008
- CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T.; **Proposição de terminologia para o verde urbano**. Boletim informativo da sociedade brasileira de arborização urbana (SBAU), Rio de Janeiro, ano VII, nº3, p.7, 1999.
- CGG (Comissão Geographica e Geologica). Atibaia: carta topográfica. São Paulo, 1904. Escala 1:100.000.
- CINTRÃO, L. M. G.; Os vazios urbanos na estruturação da cidade de Araraquara. 2005. 134p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CLICHEVSKY, N.; **Vacant land in latin american cities**. Land Lines, Cambridge, v.11, n°1, 1999. Disponível em <a href="https://www.lincolninst.edu">www.lincolninst.edu</a>. Acesso em: 09/11/2009.
- CLICHEVSKY, N.; **Estado del arte sobre tierras vacantes en America Latina**. Lincoln Institute Research (Relatório), Cambridge, 2001. Disponível em <a href="https://www.lincolninst.edu">www.lincolninst.edu</a>. Acesso em: 09/11/2009.
- CONTI, J. B.; História de Atibaia. Atibaia: Editora Grosse, 2001, volume I, 112 p.
- CONWAY, T. M.; LATHROP, R. G.; Alternative land use regulations and environmental impacts: assessing future land use in an urbanizing watershed. Landscape and Urban Planning, v. 71, p. 1-15, 2005.
- COSTA, F. P. S.; Evolução urbana e da cobertura vegetal de Piracicaba-SP (1940-2000). 2004. 82p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- COSTA, C. W.; Expansão da mancha urbana e suas conseqüências sobre mananciais: estudo de caso de São Carlos, SP. 2010. 116p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e recursos Hídricos) Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2010.
- CROSTA, A. P.; Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas: Unicamp/IG, 1992. 170p.
- DITTMAR, A. C. C.; **Paisagem e morfologia de vazios urbanos:** análise da transformação dos espaços residuais e remanescentes ferroviários em Curitiba Paraná. 2006. 230p. Dissertação (Mestrado em Gestão Urbana) Pontificia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.
- DUPAS, F. A.; Crescimento Urbano e suas implicações ambientais Proposta de redirecionamento de cidades de médio porte utilizando as variáveis ambientais,

sensoriamento remoto e SIG: Estudo de caso de São Carlos, SP. 2001. 63p. Relatório final de pesquisa (Pós-doutorado em planejamento urbano e regional) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

DUPAS, F. A.; Plano diretor participativo de Santa Rita do Sapucaí, MG. Relatórios finais de projeto de pesquisa CNPq edital MCT/Mcidades n.60/2005 proc. n. 501840/2005-20, 2 volumes. 2009. Disponível em <www.pmsrs.mg.gov.br>. Acesso em 24/06/2010.

EASTMAN, J. R.; **Manual do usuário**: Idrisi for Windows 2.0. Tradução Heinrich Hasenack; Eliseu Weber. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 240p.

EBNER, I. A. R.; **Vazios urbanos**: uma abordagem do ambiente construído. 1997. 217p. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

EUROPEAN COMMISSION; **The world in 2025**: Rising Asia and socio-ecological transitions. Luxemburgo: Escritório de publicações oficiais da comunidade europeia, 2009, 32p. Disponível em <a href="http://ec.europa.eu/research-eu">http://ec.europa.eu/research-eu</a>. Acesso em 24/02/2010.

FRISCHENBRUDER, M. T. M.; **Gestão municipal e conservação da natureza:** a bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas — Campinas/SP. 2001, 317p. Tese (Doutorado em Geografía Física) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO; **Saneamento básico em Belo Horizonte**: trajetória em 100 anos – os serviços de água e esgoto. Belo Horizonte: Centro de estudos históricos e culturais, 1997, 314 p.

GONÇALVES, W.; **Padrões de assentamento de áreas verdes municipais:** uma visão crítica. 1994. 116p. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

GOOGLE EARTH; Imagens de satélite da região de Atibaia. 14/08/2009. color.

GUZZO, P.; CARNEIRO, R. M. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, H.; Cadastro municipal de espaços livres urbanos de Ribeirão Preto (SP): acesso público, índices e base para novos instrumentos e mecanismos de gestão. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v.1, nº1, p. 19-30, 2006.

HENKE-OLIVEIRA, C.; **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes:** diagnóstico e propostas. 1996. 181p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) — Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

HENKE-OLIVEIRA, C.; Análise de padrões e processos no uso do solo, vegetação, crescimento e adensamento urbano. Estudo de caso: município de Luiz Antônio (SP). 2001, 101p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) — Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

- HOEHNE, F. C.; **Arborização urbana**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, 1944, 215 p.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatítica). **São Paulo (SF-23-Y-C)**: carta topográfica. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:250.000.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatítica). **Atibaia (SF-23-Y-C-III-2)**: carta topográfica. Rio de Janeiro, 1984. Escala 1:50.000.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatítica). **Arquivos digitais de vetorização do território brasileiro**. Disponível em: <a href="mailto:style="color: blue;">ftp://geoftp.gov.br</a>. Acesso em: 07/12/2009.
- IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico). Cartas topográficas da região de Atibaia. São Paulo, 1979. Escala 1:10.000.
- JAEGER, J. A. G.; BERTILLER, R.; SCHWICK, C.; KIENAST, F.; Suitability criteria for measures of urban sprawl. Ecological Indicators, v. 10, n. 2, p.397-406, 2010.
- KARMANN, I.; Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W.; **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2001. p114-138.
- KONG, F.; NAKAGOSHI, N.; Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China. Landscape and Urban Planning, v. 78, p.147-164, 2006.
- KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; Introdução ao planejamento urbano. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 1989.
- KURKDJIAN, M. L. N. O.; Um método para identificação e análise de setores residenciais urbanos homogêneos através de dados de sensoriamento remoto, com vistas ao planejamento urbano. 1987, 158p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
- LARANGEIRA, A. A.; **Tierras vacantes en ciudades de America Latina**: Desafios y oportunidades. Lincoln Land Institute, Cambridge, 2004. Disponível em <a href="https://www.lincolninst.edu">www.lincolninst.edu</a>. Acesso em 09/11/2009.
- LIMA, A. M. L. P.; **Problemas de utilização na conceituação de termos espaços livres, áreas verdes e correlatos**. In: Anais do congresso brasileiro sobre arborização urbana, 2, 1994. São Luís: Sociedade brasileira de arborização urbana, 613 p. p539-553.
- LIMA, R. P.; **O processo e o (des)controle da expansão urbana de São Carlos (1857-1977)**. 2007. 193p. Dissertação (Mestrado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- MARÇAL, M. S.; GUERRA, A. J. T.; Processo de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de Açailândia (Maranhão). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.; **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 275-303.
- MARIANACCI, G.; VANELLA, R.; LUCCA, C.; Tierra vacante em América Latina: Uma oportunidad para incrementar la productividad de las ciudades de la región. In:

- International seminar on vacant land: Challenges and Opportunities, 11p. 1999, Rio de Janeiro. Disponível em <www.lincolninst.edu>. Acesso em 09/11/2009.
- MATIAS, L. F.; CAPORUSSO, D.; **Áreas verdes urbanas**: avaliação conceitual e metodológica a partir do estudo de caso na cidade de Paulínia São Paulo, Brasil. In: ENCUENTRO DE GEOGRÁFOS DE AMÉRICA LATINA, 12, 2009, Montevidéu. Anales. Montevidéu: Universidad La República, 2009. s/p.
- MELGAÇO, L. M.; Constatar não é compreender: limitações do geoprocessamento enquanto instrumental analítico de representação da realidade. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007. Florianópolis: INPE, p.5373-5380.
- MONTEIRO-DA-COSTA, P. S.; Relações entre a neotectônica e o coluvionamento no município de Atibaia (SP). 2005. 234 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- MORERO, A. M.; **Planejamento ambiental de áreas verdes estudo de caso**: distrito sede do município de Campinas. 1996. 156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- MORI, A. E.; **Vacant and underutilized land in Boston**. 2004. 63 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2004.
- MYASHITA, P. M.; Avaliação de uma metodologia de baixo custo para o cadastro de propriedades em áreas de expansão e vazios urbanos. 2008, 131p. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.
- NUCCI, J. C.; **Qualidade ambiental e adensamento urbano:** um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2ª edição. Curitiba: O autor, 2008, 150 p.
- OGNEVA-HIMMELBERGER, Y.; PEARSALL, H.; RAKSHIT, R.; Concrete evidence and geographically weighted regression: A regional analysis of wealth and the land cover in Massachusetts. Applied Geography, v. 29, p. 478-487, 2009.
- OJIMA, R.; Análise comparativa da dispersão urbana nas aglomerações urbanas brasileiras: elementos teóricos e metodológicos para o planejamento urbano e ambiental. 2007, 166p. Tese (Doutorado em Demografía) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- PAES, F. S.; Áreas de Preservação Permanente em bacias hidrográficas e sua importância na prevenção da perda de solo por erosão. 2010. 68p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e recursos Hídricos) Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2010.
- PICONE, C. E.; Levantamento geo-econômico do município de Atibaia. São Paulo: Secretaria de viação e obras públicas, 1953.

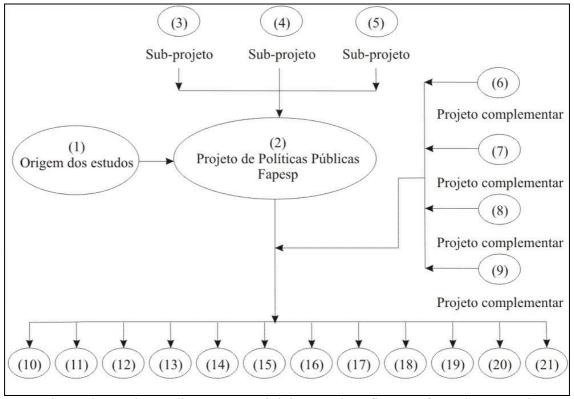
- PONS, N. A. D.; Identificação e avaliação dos vazios urbanos da cidade de Santa Maria (RS) em termos geológico-geotécnicos. 2002. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
- PREFEITURA DE SÃO PAULO; **Árvores significativas de São Paulo**. São Paulo: Secretaria Municipal do Planejamento, 1985, 40 p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. **Transferência de tecnologia: Mapeamento dos vazios urbanos, carta de risco e zoneamento ecológico econômico.** Módulo 1. Goiânia, 2008. Disponível em <www.itco.org.br>. Acesso em 24/09/2009.
- RAFIEE, R.; MAHINY, A. S.; KHORASANI, N.; DARVISHSEFAT, A. A.; DANEKAR, A.; Simulating urban growth in Mashad City, Iran trhough the SLEUTH model (UGM). Cities, v. 26, p. 19-26, 2009.
- ROLNIK, R.; La democracia em el filo de la navaja: limites y possibilidades para la implementación de uma agenda de reforma urbana en Brasil. Eure, Sección artículos, vol. XXXV, n. 104, abril, 2009.
- SAFATLE, A.; Territórios ocupados. Página 22, São Paulo, número 16, 2008.
- SAIZEN, I.; MIZUNO, K.; KOBAYASHI, S.; Effects of land-use master plans in the metropolitan fringe of Japan. Landscape and Urban Planning, v. 78, p. 411-421, 2006.
- SANTOS, M.; Metamorfoses do espaço habitado. São Paulo: Hucitec, 1988, 28 p.
- SANTOS, M.; A urbanização brasileira. 5ª edição. São Paulo: Edusp, 2005, 176 p.
- SANTOS, V. C.; Classificação dos vazios urbanos utilizando SIG como apoio ao planejamento e gestão urbanos e à implementação do estatuto da cidade. Estudo de caso: município de São José SC. 2004. 188p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados). **Dados populacionais de Atibaia.** Disponível em <a href="www.seade.gov.br">www.seade.gov.br</a>>. Acesso em: 28/01/2010.
- SILVA, M. F.; Avaliação do potencial geoecoturístico do município de Atibaia, estado de São Paulo. 2007. 162 p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2007.
- SILVA, P. F. F.; A expansão urbana de Campinas através de condomínios e loteamentos fechados (1974-2005). 2008. 163 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- SILVA, W. S.; **Identificação de unidades ambientais no município de Atibaia SP**. 2001, 158 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- SPIX, J. B.; MARTIUS, C. F. P.; **Viagem pelo Brasil:** 1817-1820. Tradução Lúcia Furquim Lahmeyer. 3ª edição. São Paulo: Melhoramentos, 1976, volume I, 231 p.

- TANG, Z.; ENGEL, B. A.; PIJANOWSKI, B. C.; LIM, K. J.; Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale. Journal of Environmental Management, v. 76, n. 1, p. 35-45, 2005.
- TOLEDO, F. S.; MAZZEI, K.; SANTOS, D. G.; Um índice de áreas verdes (IAV) na cidade de Uberlândia/MG. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 4, nº 3, p. 86-97, 2009.
- TUCCI, C. E. M.; **Gestão integrada das águas urbanas.** Revista de gestão de águas da América Latina REGA, vol. 5, n. 2, p. 71-81, jul/dez. Porto Alegre, 2008.
- VIGNOLA JÚNIOR, R.; **Arborização de vias públicas e a paisagem urbana:** caso da cidade de São Paulo. 2005, 155p. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- VILLAÇA, F.; **Uso do solo urbano**. 1ª edição. São Paulo: Fundação prefeito Faria Lima Centro de estudos e pesquisas da administração municipal, 1978a, 71 p.
- VILLAÇA, F.; **A estrutura territorial da metrópole sul brasileira:** áreas residenciais e comerciais. 1978b, 421 p. Tese (Doutorado em Geografía) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978b.
- VALE, A. R.; Expansão urbana e plurifuncionalidade no espaço periurbano do município de Araraquara (SP). 2005. 214 p. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.
- WARD, K. T.; JOHNSON, G. R.; Geospatial methods provide timely and comprehensive urban forest information. Urban Forestry & Urban Greening, v. 6, p.15-22, 2007.
- ZANONI, R.; **Vista do centro de Atibaia e bairro Alvinópolis**. s/d (provavelmente anos 1940). 1 fotografía, preto e branco.
- ZANONI, R.; Atibaia no século XX. Atibaia: Editora Degáspari, 2005, 215 p.

## 9. ANEXOS

- Anexo 1 Vínculos do projeto de pesquisa;
- Anexo 2 Situação geral do município;
- Anexo 3 Áreas verdes, vazios e mancha urbana em 1962;
- Anexo 4 Áreas verdes, vazios e mancha urbana em 1972;
- Anexo 5 Áreas verdes, vazios e mancha urbana em 1978;
- Anexo 6 Áreas verdes, vazios e mancha urbana em 1995;
- Anexo 7 Áreas verdes, vazios e mancha urbana em 2009.

## ANEXO 1



Origem dos projetos, dissertações e iniciações científicas - referências a seguir.

- (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14)- Projetos de pesquisa já concluídos com apoio da Fapesp, Fapemig, CNPq e Capes.
- (15), (16) (17), (18) Projetos de pesquisa a concluir até outubro de 2010 com apoio do CNPq e Capes.
- (19), (20) Projetos de pesquisa a concluir até outubro de 2011 com apoio da Capes.
- (21) Projeto de pesquisa a concluir até outubro de 2012 com apoio da Capes.
- (1) DUPAS, F. A. (2001). "Crescimento Urbano e suas Implicações Ambientais Proposta de redirecionamento de cidades de médio porte utilizando as variáveis ambientais, sensoriamento remoto e SIG: Estudo do caso de São Carlos, SP". Relatório de pós-doutorado FAPESP, proc. n. 97/07066-2 e 97/07055-0. Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN/UNIFEI. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil, 63 pg.
- (2) MOLINA Jr., V. E. (2003). Recursos Hídricos superficiais da área urbana e de expansão da cidade de São Carlos, SP Estudo multitemporal. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana Universidade Federal de São Carlos, Fapesp. Co-Orientador:—processo n. 01/02562-9, 104 pg.
- (3) POLI, M. N. (2004). "A geografía do espaço vivido: Análise do uso social do solo urbano estudo de caso na cidade de São Carlos, SP". Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana

- Universidade Federal de São Carlos, Fapesp. Co-Orientador:-.processo n. 01/08369-6, 229 pg.
- (4) COSTA, I. G. D. D. (2006). "Análise da perda de solo através de SIG e sensoriamento remoto. Estudo do caso de Santa Rita do Sapucaí, MG". Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN. Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Federal de Itajubá.
- (5) TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; DUPAS, F. A.; SILVA-SOUZA, A. T.; SHIBATTA, O. A. (2007). "Uso atual e uso potencial do solo no município de São Carlos, SP base do planejamento urbano e rural". Relatório final de projeto de pesquisa FAPESP de Políticas Públicas proc. 98/10924-3. Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN/UNIFEI. Associação Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental, 95 pg.
- (6) SUB-PROJETO (2007) "Diagnóstico e prognóstico da qualidade da água dos rios que compõe as bacias hidrográficas do município de São Carlos (SP) relacionados com uso e ocupação do solo", Proc. 98/10924-3;
- (7) SUB-PROJETO (2007) "Estudo do Índice de Integridade Biótica (IIB) da bacia hidrográfica do Córrego do Feijão", Proc. 98/10924-3.
- (8) SUB-PROJETO (2007) "Análise da influência do uso e ocupação do solo sobre os recursos hídricos da bacia hidrográfica do córrego do Feijão", Proc. 98/10924-3.
- (9) AFONSO, G. F. (2008). "Integração de dados baseada em ontologia", Dissertação de Mestrado em Computação. Dep. Computação, Universidade Federal de São Carlos.
- (10) RODRIGUES, G. O. (2009). "Análise da acurácia temática de classificações de imagens orbitais AVNIR-2/ALOS, CCD/CBERS- 2 E TM/LANDSAT-5, comparando as abordagens de Máxima Verossimilhança e Fuzzy". Dissertação Mestrado em Engenharia de Energia, Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN Universidade Federal de Itajubá, Capes.
- (11) DUPAS, F. A. (2009). "Plano Diretor Participativo de Santa Rita do Sapucaí, MG". Relatório final de projeto CNPq n. 060/2005 proc. n. 501840/2005-2. Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA IRN –UNIFEI, maio, Volumes I de II, 243 pg.
- (12) PAES, F. S. (2010). "Áreas de Preservação Permanente em bacias hidrográficas e sua importância na prevenção da perda de solo por erosão". Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN, Universidade Federal de Itajubá, 60 pg.
- (13) PEREIRA, P. R. G.. (2010). "Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para avaliação do nível de degradação ambiental na bacia do córrego do Feijão, São Carlos, SP". Relatório de bolsa de iniciação científica CNPq. Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN Universidade Federal de Itajubá.
- (14) PEREIRA, J. C. (2010). "Aplicação do modelo hidrossedimentológico AVSWAT na bacia hidrográfica do ribeirão Cachoeirinha, MG". Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, IRN, Universidade Federal de Itajubá, 116 pg.
- (15) SPERANDELLI, D. I. (2008). "Dinâmica e análise do crescimento, dos vazios e das áreas verdes urbanas de Atibaia, SP". Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN. Universidade Federal de Itajubá.

- (16) COSTA, C. W. (2008). "Análise do crescimento urbano, uso e demanda por recursos hídricos utilizando as variáveis ambientais. Estudo de caso São Carlos, SP". Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN. Universidade Federal de Itajubá, Capes.
- (17) CUNHA, R. C. (2008). "Zoneamento ambiental em bacia hidrográfica utilizada como manancial urbano. Estudo do caso da bacia hidrográfica do córrego do Feijão São Carlos, SP". Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN. Universidade Federal de Itajubá, Capes.
- (18) OLIVEIRA, J. A. (2008). "Análise da quantidade de sedimentos em bacia hidrográfica Estudo do caso do cárego do Feijão em São Carlos, SP". Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN Universidade Federal de Itajubá.
- (19) MOTTAMELLO, C. (2009). "Influência do uso do solo na qualidade da água. Estudo do caso da bacia hidrográfica do córrego do Feijão, São Carlos, SP". Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN. Universidade Federal de Itajubá.
- (20) MACHADO, F. H. (2009). "Valoração econômica dos recursos ambientais da bacia hidrográfica do córrego do Feijão São Carlos, SP". Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN. Universidade Federal de Itajubá, Capes.
- (21) LUZ, F. G. F. (2010). "Áreas de Proteção Permanente e sua capacidade de assistir aos corpos d'água Análise da perda de solo na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, São Carlos, SP". Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia). Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática NEPA, IRN. Universidade Federal de Itajubá, Capes.

